PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE ESPECIES FORRAJERAS

Autor: **Francisco Formoso***

*Ing. Agr. M.Sc., Programa Nacional de Pasturas y Forrajes (INIA La Estanzuela hasta Junio 2010).

Título: PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE ESPECIES FORRAJERAS

Autor: Francisco Formoso

Serie Técnica N° 190

©2011, INIA

ISBN: 978-9974-38-317-3

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
http://www.inia.org.uy

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc. Enzo Benech - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente

MINISTERIO DE GANADERÍA
AGRICULTURA Y PESCA
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Dr. Pablo Zerbino

Dr. Alvaro Bentancur

ASOCIACION RURAL DEL URUGUAY
1871

Federación Rural
CON EL CAMPO PARA EL URUGUAY

Ing. Agr., MSc. Rodolfo M. Irigoyen

Ing. Agr. Mario Costa

CAF

COMISION NACIONAL DE FOMENTO RURAL

CREA

CONTENIDO

Página

I. Producción de semillas de trébol blanco

1. Aspectos generales relacionados con la producción de semilla 1
   1.1. Zona de lomadas 2
   1.2. Zona baja, rastrojos de arroz 2
   1.3. Productores de alto rendimiento 2
   1.4. Limitantes tecnológicas 3
   1.5 Consideraciones generales 4
2. Componentes del rendimiento de la producción de semilla 4
   2.1 Estructura de plantas y variables ambientales 4
   2.2 Registros máximos sobre tamaño del aparato reproductivo 5
   2.3 Componentes del rendimiento de la producción de semilla 6
      2.3.1 Número de plantas por unidad de área 6
      2.3.2 Número de tallos fértiles por unidad de área 6
      2.3.3 Número de inflorescencias por unidad de área 6
      2.3.4 Número de flores por inflorescencia 8
      2.3.5 Número de óvulos por ovario, (flor) 8
      2.3.6 Peso de la semilla 9
   2.4 Sincronización de procesos 10
   2.5 Dinámica de procesos en fase reproductiva, en relación al momento de máxima cantidad de semilla cosechable 13
   2.6 Resumen de objetivos a lograr en semilleros de trébol blanco, antes de iniciar los operativos de cosecha 15
   2.7 Capacidad de producción de semillas de cultivares de trébol blanco 15
3. Aspectos agronómicos relacionados con la instalación de semilleros de trébol blanco 16
   3.1 Efecto de la disponibilidad de agua y fósforo de los suelos 16
   3.2 Presencia de piedras y hormigueros 18
   3.3 Nivelación y drenaje de las chacras 18
   3.4 Historia previa de la chacra 19
   3.5 Malezas latifoliadas y gramíneas 20
   3.6 Tamaño del semillero 22
   3.7 Métodos de siembra, siembra en directa o con preparación convencional del suelo, sobre distintos rastrojos 23
   3.8 Impacto de la forma de siembra en la infestación de malezas 25
   3.9 Densidades y momentos de siembra 26
   3.10 Efecto de la ocurrencia de altas temperaturas pos siembra en la supervivencia de especies forrajeras 28

Página

3.11 Incidencia de la cobertura del suelo, tratamientos del rastrojo y la profundidad de siembra sobre los porcentajes de implantación 28
3.12 Efecto de la compactación del suelo en los rendimientos de semilla 30
3.13 Impacto de la forma de siembra y del tren de siembra utilizado sobre el establecimiento de trébol blanco 31
3.14 Efecto del tiempo de barbecho y la opción de siembra en la performance de trébol blanco 32
3.15 Aplicación de curasemillas y número de plantas obtenido sobre suelo preparado con mínimo laboreo y sembrado con siembra directa 33
4. Nutrición mineral 34
4.1 Relevamiento de nutrientes en la zona este 34
4.2 Respuesta al fósforo 35
4.3 Impacto de la fertilización fosfatada en la composición química de la semilla y posterior capacidad de crecimiento de plántulas 39
5. Manejo de cortes o pastoreo durante el período vegetativo 40
5.1 Introducción 40
5.2 Manejo de defoliación y rendimientos estacionales de forraje 41
5.3 Manejo de primavera y efecto residual en otoño invierno del siguiente año 43
5.4 Impactos del manejo de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre distintos aspectos relacionados con la producción de forraje y semillas en trébol blanco, con énfasis en el uso de ovinos 43
5.5 Consideraciones finales 46
6. Fecha de cierre, de último corte o pastoreo 46
6.1 Introducción 46
6.2 Respuesta en producción de semillas a distintas fechas de cierre 47
6.3 Sugerencias generales 49
7. Polinización 49
8. Cosecha de semillas 50
8.1 Introducción 50
8.2 Métodos de cosecha, aspectos a considerar 52
8.3 Pérdidas de semilla durante la cosecha 58
8.3.1 Introducción 58
8.3.2 Evaluación de diferentes métodos de cosecha 58
8.3.3 Sugerencias operativas 60
9. Control de malezas 61
10. Daños de insectos 62
10.1 *Apion simples* 62
10.2 *Hallicus pigmaeus* 62
10.3 Lagartas 63
10.4 Pulgones 63
11. Enfermedades 63
12. Riego en la producción de semillas 65

Página

12.1 Introducción 65
12.2 Trabajos sobre riego 66
13. Bibliografía consultada 67

II. Producción de semillas de trébol rojo

1. Introducción 75
2. Aspectos agronómicos relacionados con el establecimiento de trébol rojo 76
2.1 Elección de chacra 76
2.2 Suelos 76
2.3 Efectos de densidades y métodos de siembra en la producción de forraje, semilla y presencia de malezas 76
2.4 Factores relacionados con el establecimiento de trébol rojo 79
2.5 Superficie del semillero y rendimiento de semilla 83
3. Componentes del rendimiento de la producción de semilla 83
3.1 Introducción 83
3.2 Tallos fértiles por unidad de área 84
3.3 Inflorescencias por unidad de área 84
3.4 Flores por cabezuela 86
3.5 Semillas por flor 87
3.6 Porcentaje de formación de semillas y número de semillas por cabezuela 88
4. Nutrición mineral, efectos de la fertilización fosfatada 90
4.1 Introducción 90
4.2 Respuesta a la aplicación de fósforo 91
4.3 Consideraciones finales 96
5. Manejo de defoliación en fase vegetativa 97
5.1 Aspectos generales de manejo 97
5.2 Relación entre rendimiento de forraje en función del manejo de la frecuencia de cortes por altura del tapiz 99
5.3 Sugerencias del manejo del pastoreo 99
6. Fechas de cierre o de último corte 100
6.1 Introducción 100
6.2 Experimentos de fechas de cierre 101
6.3 Consideraciones finales 103
7. Polinización 103
7.1 Introducción 103
7.2 Recomendaciones para el manejo de polinizadores 103
8. Respuesta al riego en la producción de semilla 104
8.1 Introducción 104
8.2 Consideraciones generales sobre riego en trébol rojo 105
8.3 Antecedentes 106

Página

8.4 Resultados experimentales 107
8.4.1 Producción de semilla en períodos de alta pluviosidad 107
8.4.1.1 Consideraciones generales 109
8.4.2 Producción de semilla en períodos de baja pluviosidad 109
8.4.2.1 Primer año, primera cosecha 109
8.4.2.2 Primer año, segunda cosecha 111
8.4.2.3 Segundo año, primera y segunda cosecha en diferentes regímenes hídricos 112
8.4.2.3.1 Primera cosecha 114
8.4.2.3.2 Segunda cosecha 114
8.4.2.4 Consideraciones generales en producción de semilla en períodos de baja pluviosidad 115
8.4.3 Comentarios finales sobre riego en trébol rojo 116
9. Cosecha de semilla y eficiencia de cosecha 116
9.1 Aspectos generales 116
9.2. Evaluación de métodos de cosecha 121
9.2.1 Consideraciones generales con relación a la elección del método de cosecha en semilleros de trébol rojo 122
9.3 Eficiencia de cosecha 122
10. Control de plagas y enfermedades 123
11. Control de malezas 127
12. Bibliografía consultada 131

III. Producción de semillas de *Lotus corniculatus*

1. Introducción 139
1.1 Factores limitantes del rendimiento de semilla 139
1.2 Estructura de plantas, floración, fructificación, semillazón 139
2. Componentes del rendimiento 142
2.1 Número de tallos fértiles por unidad de área 142
2.2 Número de inflorescencias por unidad de área 142
2.3 Número de flores, vainas, por inflorescencia 144
2.4 Número de semillas por vaina 145
3. Variables agronómicas relacionadas con el establecimiento de semilleros 145
3.1 Densidades, épocas y método de siembra 145
3.2 Efecto de altas temperaturas 147
3.3 Efecto de distintos rastrojos sobre el establecimiento de lotus 148
3.4 Curasemillas 149
3.5 Fertilización fosfatada 150
4. Manejo en fase vegetativa 152
5. Fechas de cierre 156
6. Polinización 162

Página

7. Riego en lotus 165
7.1 Introducción 165
7.2 Resultados experimentales 166
8. Momentos de cosecha 168
9. Métodos de cosecha 172
9.1 Introducción 172
9.2 Métodos de cosecha 173
9.3 Eficiencia de cosecha 178
10. Enfermedades, plagas y control de malezas en lotus 179
10.1 Enfermedades 179
10.2 Plagas 179
10.3 Control de malezas 180
11. Bibliografía consultada 182

V. Producción de semillas de alfalfa
1. Introducción 191
2. Componentes del rendimiento de semilla 191
3. Variables agronómicas relacionadas con el establecimiento de alfalfa 192
3.1 Suelos 192
3.2 Densidades de siembra 193
3.3 Fertilización fosfatada 194
3.4 Variables relacionadas con el establecimiento 195
4. Manejo de alfalfa en fase vegetativa, período pre-cierre 197
5. Fechas de cierre 200
6. Polinización de alfalfa 200
7. Producción de semilla con riego 205
7.1 Introducción 205
7.2 Resultados experimentales 206
7.3 Sugerencias 208
8. Métodos de cosecha 208
9. Insectos plaga y Control de malezas 211
9.1 Problemas de insectos 211
9.2 Control de malezas 212
10. Bibliografía consultada 213

V. Producción de Semillas *Dactylis glomerata L* cv INIA LE Oberón
1. Introducción 219
2. Establecimiento del semillero 219
2.1 Suelos 219
2.2 Variables relacionadas con la siembra 219
2.3 Efectos de la población y distribución sobre la producción de semillas .. 220

Página

3. Manejo de defoliación 221
4. Control de malezas 221
5. Incidencia del manejo de cortes previo a la fecha de cierre y efectos de diferentes fechas de cierre sobre los rendimientos de semilla 221
6. Momentos y dosis de fertilización nitrogenada 223
6.1 Resultados experimentales 223
6.2 Consideraciones generales 226
7. Evolución de la semillazón y métodos de cosecha 227
7.1 Evolución de la semillazón 227
7.2 Métodos de cosecha 228
7.3 Consideraciones agronómicas 228
8. Manejo del rastrojo pos cosecha 229
9. Bibliografía consultada 230

PRÓLOGO

En esta publicación se compendian trabajos de investigación realizados en distintos períodos y zonas del país y comprenden estudios sobre diferentes variables relacionadas con el manejo agronómico que involucra la producción de semillas de algunas especies forrajeras, tales como: trébol blanco, trébol rojo, *Lotus corniculatus*, alfalfa y dactylis.

Esta información complementa trabajos sobre el tema, publicados por INIA, referentes a producción de semillas de: *Lotus pedunculatus* cv Grasslands Maku, Serie técnica N°119 del año 2001; producción de semillas de Achicoria INIA Lacerta, Serie Técnica N°60, del año 1995 y *Festuca arundinácea*: variables agronómicas relacionadas con la producción de forraje y semillas, Serie técnica N° 182, del año 2010.

I. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE TRÉBOL BLANCO

TRÉBOL BLANCO: PAUTAS DE MANEJO AGRONÓMICO PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

1. ASPECTOS GENERALES RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Un primer trabajo sobre el tema fue realizado bajo la forma de encuesta a productores semilleristas por García *et al.* (1991), donde los empresarios definieron a su entender las principales limitantes que operaban para la obtención de altos rendimientos de semilla (cuadro 1).

El manejo previo como limitante del rendimiento de semillas hace referencia básicamente a defoliaciones muy frecuentes, exceso de pastoreo, explicado principalmente porque trébol blanco presenta buen potencial de crecimiento durante el período crítico invernal. Los pastoreos muy frecuentes normalmente se realizan hasta mediados y fines de septiembre, momentos considerados tardíos cuando previamente se defolió el semillero en forma muy frecuente. De la información extraída de la encuesta, tanto el método de cosecha como la cosechadora fueron dos factores señalados con frecuencias menores (28%). Ambos factores son considerados como altamente relevantes en determinar pérdidas de semilla en la cosecha, asumiéndose que la mayoría de los productores no les dan la importancia que tienen, porque es muy difícil de visualizar las mismas sin realizar muestreos cuantitativos de pérdidas de semilla.

En el momento en que se realizó esta encuesta aún había áreas importantes de semilleros de trébol blanco en el litoral y centro del país. Posteriormente estas fueron disminuyendo y el área semillerista de trébol blanco se desplazó hacia la zona Este del país. Si bien, semilleros de trébol blanco existen en todo el país, estos se concentran en dicha zona.

Un breve resumen del último trabajo sobre el tema (Formoso, 2000) que relevó diversos aspectos de la producción de semillas de trébol blanco, se comenta a continuación.

Los semilleros predominan netamente en la denominada zona de Lomadas del Este (unidades de suelos Alférez y José Pedro Varela) y en menor proporción también se ubican en la zona baja en rotación con arroz. Generalmente se cosechan durante tres años excepto en la zona baja arrocera, del Este, donde lo más común consiste en cosecharlo el primer año y posteriormente el trébol blanco se integra como pastura en la rotación con arroz.

En los últimos años, viene aumentando paulatinamente el uso de semilleros en fase vegetativa para invernada intensiva de corderos, estrategia que posibilita diversificar

Cuadro 1. Factores limitantes de los rendimientos de semillas de trébol blanco. Encuesta a productores semilleristas, porcentaje de productores que indicaron determinado factor como limitante, (García *et al.*, 1991).

Factor	%	Factor	%
Manejo previo	47	Control de malezas	33
Fertilización fosfatada	42	Método de cosecha	28
Fecha de cierre	39	Cosechadora	28
N° de colmenas	39	Recolector	19

objetivos, semilla y carne, haciendo más sustentable económicamente esta doble opción.

Los rendimientos de semilla del área semillerista se ubican entre los 70 y 120 kg/ha, aunque los productores de mayores rendimientos alcanzan una media de 180 kg/ha de semilla limpia (Formoso, 2000).

Hay dos sistemas de producción predominantes, uno localizado en la zona de Lomadas, en establecimientos ganaderos y el segundo en la zona Baja, en predios arrocero-ganaderos, ambos utilizan los semilleros como estrategia para mejorar en cantidad y calidad la oferta de forraje en sus establecimientos.

1.1 Zona de lomadas

El área promedio de los semilleros es de 50 ha, son sembrados en forma pura, en abril y mayo, mayoritariamente a partir de campos naturales, con preparación convencional del suelo. Se siembran 8 kg/ha de semilla inoculada con dos paquetes de inoculante cada 25 kg/semilla. Esta se mezcla con 83 kg $P_2 0_5$/ha de Super triple (0-46-46-0) en la tolva de la sembradora centrífuga al momento de la siembra y se tapa la semilla con rastra de ramas. En el segundo y tercer año se refertilizan en promedio con 100 kg/ha de super triple.

Durante el primer año y en verano los semilleros no se pastorean. En otoño e invierno del segundo y tercer año predominan los semilleros pastoreados, en forma rotativa, con cargas que se sitúan aproximadamente en 10 corderos/ha. El cierre al pastoreo se realiza entre fines de agosto y mediados de septiembre.

Aproximadamente el 50% de los cultivos de primer año y el 90% de los de segundo y tercer año requieren la aplicación de graminicidas, mientras que el control de latifoliadas se realiza en un 30% del área. Se aplican lagarticidas en el 50% de las situaciones y en un 30% deben controlarse además míridos. La aplicación de plaguicidas normalmente se realiza de noche. El número de colmenas varía entre 1 y 1,5 por ha.

El método de cosecha predominante (80% de las situaciones) es indirecto, corte e hilerado con pastera de tambores, más cosechadora provista con recolector de bandas de telas engomadas sin perforaciones. Un 20% del área se cosecha en forma directa previa desecación con paraquat. El rendimiento promedio de semilla limpia y procesada por hectárea sembrada para toda la zona de Lomadas se sitúa en 114 kg/ha.

1.2 Zona baja, rastrojos de arroz

El área promedio de los semilleros es de 80 ha, son sembrados en forma pura, a fines de febrero y marzo, sobre rastrojos de arroz provenientes de la zafra anterior. El suelo es preparado en forma convencional y nivelado con land plane. Se siembra al voleo, con centrífuga, 8 kg/ha de semilla inoculada con un paquete de inoculante cada 25 kg/semilla. Los cultivos se usan como semilleros solamente en el primer año, pastoréandose con vacunos a partir de la primer cosecha. No se utiliza fertilizante a la siembra, basándose en la fertilidad residual que queda después del arroz. Este se fertiliza normalmente con 70 kg $P_2 0_5$/ha. Los valores de fósforo en el suelo a la siembra del trébol blanco varían entre 4.5 y 7 ppm (Bray 1).

Al 95% de los cultivos se les aplica graminicida y el 30% requieren aplicaciones para controlar latifoliadas. El control de lagartas se realiza en el 90% de las situaciones y en un 20% deben controlarse además míridos. Mayoritariamente no se contratan colmenas para polinización.

La cosecha se realiza generalmente en forma directa previa desecación con paraquat. El rendimiento promedio de semilla limpia y procesada por hectárea sembrada para toda la zona Baja se sitúa en 73 kg/ha.

1.3 Productores de alto rendimiento

Comprenden el 14% del total de productores semilleristas. En general obtienen consistentemente rendimientos de semilla limpia procesada del orden de 180 kg/ha.

Utilizan mayoritariamente asesoramiento técnico privado, con exigencias de mayor seguimiento técnico sobre los cultivos, con el objetivo de aplicar correctamente en tiempo, el paquete tecnológico disponible.

En la zona de Lomadas usan frecuentemente un cultivo antecesor, en general moha y cuando parten de campo natural comúnmente aplican previamente herbicidas de acción total. El uso de la siembra directa como opción tecnológica constituye una alternativa que parcialmente se viene adoptando.

Se caracterizan por invertir más en preparación de suelos, priorizan la nivelación de las chacras, fertilizan y refertilizan con niveles adecuados de fósforo, trabajan con un mínimo de 2 colmenas/ha y ponderan la calidad de las mismas. Con el argumento de disminuir riesgos y problemas, utilizan con intensidad herbicidas y plaguicidas.

En general cosechan en forma indirecta, cortando los semilleros con pastera de tambores durante la noche. Sin embargo, cuando los cultivos presentan problemas de bajo volumen y altura de cabezuelas, adaptan el método de cosecha en función del estado del mismo, utilizando para tal fin paraquat y cosecha directa con cosechadora provista de plataforma estándar o con succionadora (Murphy).

A partir del segundo año, durante otoño e invierno pastorean los cultivos con lanares, iniciando los pastoreos cuando las disponibilidades se ubican entre 1500 a 1800 kg/ha de forraje. Mayoritariamente los semilleros de segundo año son cerrados a mediados de septiembre y los de tercer año a fines de agosto.

1.4 Limitantes tecnológicas

Las limitantes que operan condicionando los rendimientos de semilla son diferenciables entre la zona de lomadas y la baja, Formoso, (2000). En general se resaltaron los aspectos siguientes:

a. Zona de lomadas

- Ausencia de una rotación adecuada que evite la siembra de semilleros a partir de campo natural y permita la siembra de uno o dos cultivos previos (verdeo de invierno y/o moha) a la siembra del semillero, para llegar con mejores camas de siembra, disminuyendo además los problemas de nodulación ineficiente y determinando una menor incidencia de gramíneas de campo natural, especialmente *Vulpia* sp. y *Gaudinia* sp.
- Aumentar en forma sustantiva los operativos tendientes a mejorar la nivelación de los suelos.
- Ajustar las fechas de cierre y el retiro de la masa foliar presente al momento de cierre, principalmente en semilleros de segundo año y/o de alto vigor, de tal forma de evitar excesos de acumulación de forraje en floración y consecuentes pérdidas de semilla por disgregación de cabezuelas.
- Promover el uso de 2 colmenas/ha, con fuerte exigencia en la calidad de las mismas.
- Ajustar los operativos de cosecha, sincronizando el inicio de la misma con el momento óptimo de cosecha y mejorar sustancialmente las eficiencias de cosecha.
- En chacras bien niveladas y con tapiz adecuado, incentivar paulatinamente la cosecha directa con desecación previa con paraquat.

b. Zona baja, rastrojos de arroz

- La aplicación de fósforo a la siembra en cantidades adecuadas, probablemente determinará aumentos muy importantes en la producción de semilla, en la producción posterior de forraje y en la disponibilidad de nitrógeno para el siguiente cultivo de arroz.
- Introducir el uso de colmenas para polinizar siguiendo los mismos criterios que los sugeridos para la zona de Lomadas.
- Ajustar los operativos de cosecha, sincronizando el inicio de la misma con el momento óptimo de cosecha y mejorar las eficiencias de cosecha.
- Organizar y ajustar la aplicación del paquete tecnológico disponible.

1.5 Consideraciones generales

Los resultados y comentarios realizados a partir del relevamiento de situación realizado en el 2000, continúan teniendo plena vigencia.

Actualmente, en la mayoría de las zonas del país y el Este no es una excepción, el auge agrícola existente desarrollado principalmente en función de siembras de trigo y/o soja, posibilita la disponibilidad de chacras limpias. El ciclo agrícola realizado durante tres o más años, con aplicación de tecnología, destacándose principalmente el uso de herbicidas, especialmente glifosato, permite disponer con mayor seguridad de chacras relativamente limpias de malezas gramíneas y latifoliadas en general.

La disponibilidad de chacras agrícolas eleva las posibilidades de partir de situaciones limpias en el establecimiento de semilleros de leguminosas, subsanándose un problema considerado como grave por su repercusión productiva y económica negativa, como lo es establecer los semilleros de TB a partir de campo natural o apenas con un verdeo previo.

Debe considerarse que la agricultura compite sobre todo por cosechadoras con los semilleristas de forrajeras. En este sentido, las empresas dedicadas al servicio de maquinaria normalmente preferencian las grandes áreas de cosecha de cultivos por sobre las de leguminosas, que son de tamaño muy inferior, originan mayores dificultades de cosecha y menores ingresos diarios por cosechadora.

En términos de condiciones ambientales en trébol blanco, rojo y lotus, las temperaturas durante fase reproductiva y especialmente durante el tercio final de la misma, polinización y llenado de semilla, en el país se ubican en rangos superiores a los óptimos para producción de semillas, fenómeno que actúa limitando los rendimientos. Adicionalmente, la variabilidad existente en las precipitaciones y los períodos de sequía intensos, limitan y/o anulan la capacidad de producción de semillas de estas especies.

Si bien hace varias décadas, técnicamente se consideraba que la opción más indicada para producir semilla de estas especies en el país debían ser cultivos específicos para producción de semillas, sin pastoreo animal, actualmente la situación ha cambiado.

La entrada de semilla del exterior, los riesgos económicos existentes en el país por problemas climáticos cada vez más frecuentes (heladas tardías, temperaturas excesivamente altas, deficiencias hídricas), la existencia de malezas importadas al país como margarita de piria (*Colleostephus myconis, Senecio madagascariensis*), han determinado mayores dificultades productivas y económicas para encarar el rubro. Estos sucesos determinan que tanto productiva como económicamente, a los efectos de hacer más sustentable esta opción y disminuir riesgos de inversión, se considera que la doble alternativa, semillas más pastoreo, sin duda es la más racional económicamente.

Obviamente que el pastoreo de estos semilleros, con el objetivo de potenciar ambas alternativas, producción de semillas y forraje, debe realizarse con pautas ya definidas por la investigación como las más apropiadas, con el objetivo de conservar el vigor y potencial de la leguminosa, (Formoso, 2010).

2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

2.1 Estructura de plantas y variables ambientales

Trébol blanco es una planta de crecimiento indeterminado, por tanto, el ápice de los tallos (estolones), siempre tendrá un meristemo apical en estado vegetativo. Este atributo determina que siempre estará produciendo estructuras vegetativas, salvo que estreses ambientales potentes, limiten su crecimiento y desarrollo.

Un esquema de la conformación de un estolón de trébol blanco se muestra en la figura 1.

Los rendimientos potenciales de semilla dependen del número de óvulos por unidad

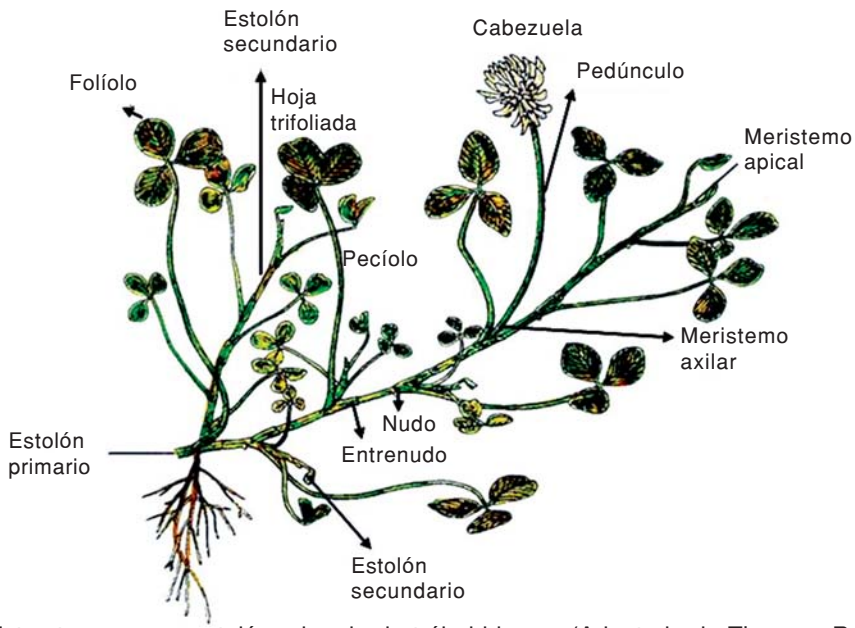


Figura 1. Estructuras en un estolón primario de trébol blanco. (Adaptado de Thomas, R.G, 1987).

de área en antesis. Generalmente una proporción alta de estos no llegan a desarrollarse en semilla madura. Muchos factores, internos de las plantas y ambientales, determinan el fracaso de la conversión de óvulos en semilla, siendo la razón por la cual los rendimientos de semilla reales, son generalmente muy inferiores a los potenciales.

Trébol blanco florece en el año de siembra, una vez pasado el estado juvenil, si las plantas se exponen a fotoperíodos largos. En la medida que el fotoperíodo se alarga y las temperaturas aumentan, se acelera el pasaje a la etapa reproductiva. Este hecho explica porque se adelantan en la zona Norte del país las floraciones y cosechas con relación a la zona Sur. Períodos con bajas intensidades de luz, plantas sombreadas, días nublados, disminuyen el nivel de carbohidratos en la planta y se reduce la intensidad de floración.

2.2 Registros máximos sobre tamaño del aparato reproductivo

Considerando los resultados obtenidos en la evaluación de los experimentos, así como en semilleros comerciales, en el cuadro 2 se muestran los máximos determinados para diferentes variables en trébol blanco Estanzuela Zapicán.

El número promedio superior de flores por cabezuela determinado fue de 98,6; que con 1200 cabezuelas por m^2, considerando que el ovario tiene 6 óvulos y el 50% desarrollan una semilla, se obtendrían 354960 semillas. Con un peso medio de mil semillas de 0,65 g daría un rendimiento teórico por hectárea de 2307 kg. Sin embargo, las limitaciones impuestas por el ambiente y las internas de las plantas, disminuyen abruptamente este valor. El mayor registro a nivel comercial

Cuadro 2. Valores máximos registrados en trébol blanco Estanzuela Zapicán de distintos componentes del rendimiento.

Valores máximos cuantificados				Promedio Nacional
Cabezuelas/m^2	Flores/m^2	Óvulos/m^2 (estimado)	Semilla (kg/ha)	Semilla (kg/ha)
1200	118320	709920	680	120

obtenido en un semillero de Lavalleja fue de 680 kg/ha de semilla limpia, los mejores productores semilleristas de trébol blanco tienen una media de rendimiento de semilla de 180 kg/ha y a nivel país, entre diferentes zonas fluctúa entre 80 y 120 kg/ha. Evidentemente, las diferencias entre rendimiento potencial y real son muy grandes. En este trabajo se brindará información referente a las principales limitantes.

Con respecto a trébol blanco, Lorenzetti, (1993), sobre una base de 600 inflorescencias por m^2 compuestas por 100 flores con 6 óvulos cada una y con un peso de 1000 semillas de 0,5 g, estima un rendimiento potencial de 1800 kg/ha. Considerando un sitio efectivo de utilización de óvulos del 50%, llega a rendimientos agriculturalmente realizables de 400 kg/ha, valor que implica un 22% del rendimiento potencial. Estos valores muestran claramente la magnitud que las limitaciones del ambiente pueden originar, deprimiendo los rendimientos de semilla.

2.3 Componentes del rendimiento de la producción de semilla

Estos se pueden definir y agrupar de la forma siguiente:

2.3.1 Número de plantas por unidad de área

Esta variable es dependiente de la densidad de siembra y porcentaje de establecimiento. En producción de semillas normalmente se usan densidades bajas, 1 a 5 kg/ha, sin embargo éstas dependen de los sistemas de producción que se utilicen. Además, las forrajeras presentan una plasticidad morfofisiológica importante que se traduce en efectos compensatorios, razón por la cual, pueden registrarse rendimientos de semilla similares dentro de un rango amplio de número de plantas por unidad de superficie. Densidades de siembra bajas, 2 a 3 kg/ha, utilizando el método de siembra al voleo, puede limitar los rendimientos de semilla por bajo número de meristemos axilares y consecuentemente bajo número de inflorescencias por unidad de superficie.

2.3.2 Número de tallos fértiles por unidad de área

Por diversas razones (época de formación, por ejemplo tardía, posición intraplanta desventajosa en términos de accesibilidad preferencial al suministro de nutrientes, carencias nutricionales de energía y/o minerales, plantas de avanzada edad), no todos los tallos tienen capacidad en transformarse en fértiles, muchos de ellos pueden permanecer vegetativos, otros iniciarse en fase reproductiva y posteriormente abortar. El número de meristemos apicales activos por unidad de superficie, donde el nivel de actividad generadora de órganos está relacionada con un buen nivel de radiación y adecuado suministro de nutrientes, determina que cuando se dan además en los momentos fenológicos adecuados, condiciones de alta radiación solar, temperaturas del orden de 25 °C, días largos, intensifican el estímulo floral, pasando mayor cantidad de meristemos axilares al estado reproductivo, consecuentemente, aumenta el número de cabezuelas por unidad de superficie.

2.3.3 Número de inflorescencias por unidad de área

Las inflorescencias por unidad de área es el principal componente en determinar los mayores rendimientos de semilla, siendo en general para casi todas las forrajeras el que presenta mayores correlaciones positivas con el rendimiento de semilla,(figuras 2 y 3). En ambas, se visualiza claramente la relación lineal positiva entre el número de cabezuelas por unidad de superficie y los rendimientos de semilla. Las cabezuelas emergen de los meristemos axilares ubicados en la base de los pecíolos, una vez que se desarrollan, luego de que los estímulos ambientales lo inducen a pasar a fase reproductiva. Además de una adecuada intensidad de los estímulos florales, se requieren plantas vigorosas para potenciar esta variable. El vigor depende de un buen suministro de agua y nutrientes y un adecuado manejo de la defoliación, que asegure buen contenido de energía en la planta.

Para una misma población de cabezuelas, la dispersión de los puntos se explica por

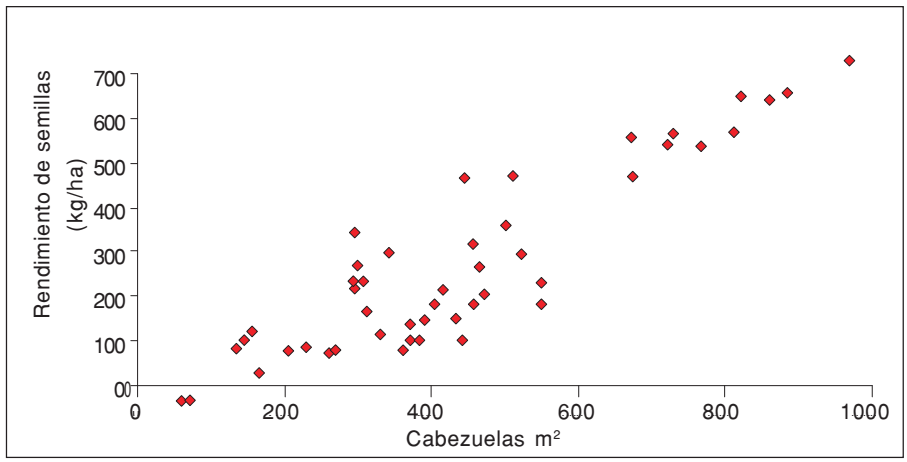


Figura 2. Relación entre la población de cabezuelas y los rendimientos de semillas de trébol blanco Estanzuela Zapicán. Información a partir de muestreos en los departamentos de Rocha, Lavalleja y Treinta y Tres.

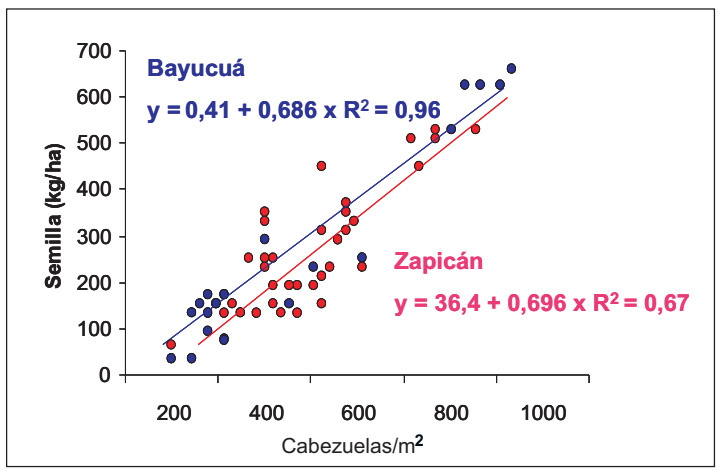


Figura 3. Relaciones entre en número de cabezuelas y los rendimientos de semilla en dos cultivares de trébol blanco. Información de experimentos conducidos en INIA La Estanzuela.

variables ambientales que alteran positiva o negativamente la conversión de óvulos en semilla y/o el número de flores por cabezuela y peso de la semilla.

La maximización del número de inflorescencias por unidad de área también puede originar efectos compensatorios, como por ejemplo, disminuir el número de flores por inflorescencia, o registrarse menor número de óvulos transformados en semilla. El proceso inverso también ocurre, muchas veces limitaciones ambientales o de otra índole, reducen el número de inflorescencias y las plantas pueden compensar parcialmente este evento con mayor número de flores por inflorescencia y/o mayor número de óvulos por flor realizados en semilla. Las cabezuelas se forman durante la fase reproductiva a partir de los brotes axilares de las hojas, distantes a varios nudos del meristemo apical del estolón.

La capacidad de formación de cabezuelas en trébol blanco disminuye a medida que progresa la primavera y verano (figura 4), hasta alcanzar un valor mínimo. Posteriormente comienza a aumentar el número de cabezuelas nuevamente, debido al inicio de la denominada segunda floración.

En realidad, trébol blanco con condiciones de ambiente adecuadas, florece a partir

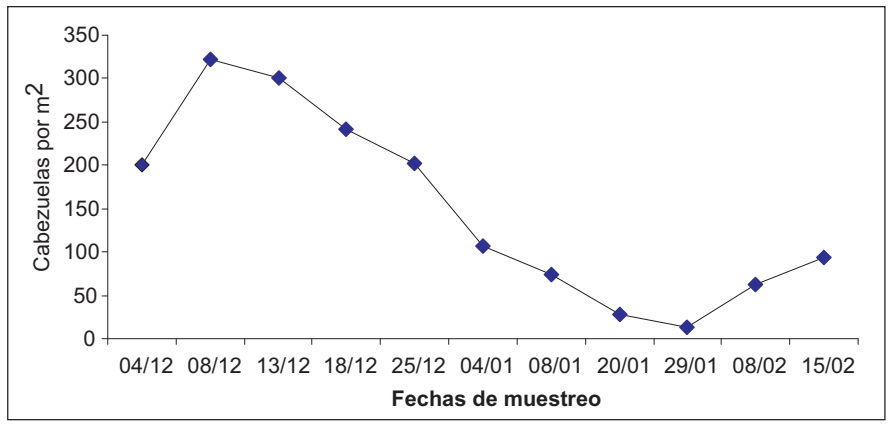


Figura 4. Número de cabezuelas inmaduras por m² formadas con el progreso de primavera y verano.

de primavera (fines de septiembre, octubre), sigue en verano y finaliza a mitad de otoño, razón por la cual la floración puede considerarse un proceso muy extendido en el tiempo. Por razones prácticas se divide en primera y segunda floración correspondientes a la primera y segunda cosecha. Esta última en general tiene muy bajo potencial y generalmente no se cosecha.

2.3.4 Número de flores por inflorescencia

En la medida que el número de flores de cada inflorescencia aumenta, los rendimientos potenciales también. Esta variable está muy influida por el vigor de las plantas, sobre todo referido al manejo de defoliación previo a la fecha de cierre, que determina la disponibilidad de energía interna en la planta, especialmente en el período en que se inicia la inducción floral. Factores ambientales, tales como temperaturas altas, déficit hídricos, pueden determinar disminuciones en el número de flores por inflorescencia. Trébol blanco disminuye marcadamente el tamaño de su aparato reproductivo en respuesta a ambos estreses. En muchas leguminosas templadas, factores del ambiente e internos de las plantas, muchos de ellos aún desconocidos, determinan que entre la iniciación del botón floral y la flor madura, se registren abortos de yemas reproductivas o flores, bajando el potencial de rendimiento de semillas. El déficit de agua durante la fase reproductiva, favorece el crecimiento vegetativo y el número de inflorescencias y flores por cabezuela se reducen, (Clifford, 1987).

En la medida que avanza la primavera y/o verano, tanto en trébol blanco de primer año como de segundo, el tamaño de las inflorescencias disminuye a consecuencia de un menor número de flores formadas por cabezuelas (figura 5).

Con el progreso temporal de la primavera y verano, normalmente las temperaturas incrementan así como el déficit de agua disponible en el suelo, estas dos variables ambientales disminuyen el tamaño del aparato reproductivo, menor número de flores por cabezuela.

2.3. 5 Número de óvulos por ovario

Esta variable es heredable, por tanto, el componente genético influye sobre la misma. Sin embargo existe una diversidad de factores que determinan aborto de óvulos impidiendo su conversión en semilla. Estos varían con las especies, entre ellos la esterilidad, fertilidad de los óvulos y del polen juegan un papel preponderante. Asegurar una muy buena polinización constituye un factor crítico para determinar los rendimientos de semilla. En la medida que aumenta el número de visitas por flor, se generan estímulos intraplanta que mejoran el número de semillas por carpelo. La fertilidad de óvulos y polen puede variar por factores internos de las plantas o externos. Carencia de asimilatos en los óvulos, problemas de poli-

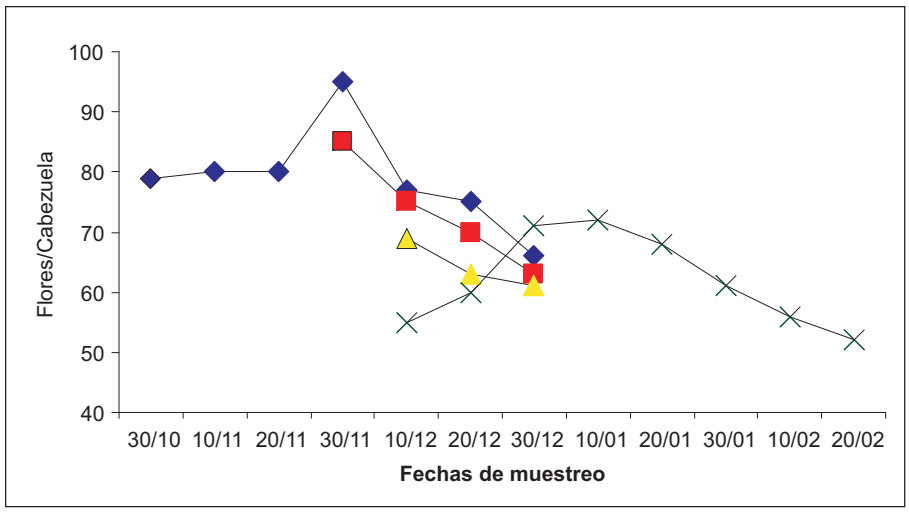


Figura 5. Evolución del número de flores por inflorescencia en trébol blanco de primer (verde) y segundo año (azul, rojo, amarillo), con el avance de los meses. Datos de cuatro experimentos.

nización (bajo número de polinizadores, viento, lluvia). En general las mayores pérdidas de potencial de producción de semillas se registran en los primeros 10 días pos-fertilización. En alfalfa durante la antesis, los excesos de humedad en el ambiente originan fracasos de fertilización de óvulos, en trébol blanco se produce el mismo problema, pero originado por altas temperaturas, en lotus de los 20 a 70 óvulos de cada flor, apenas de producen entre 10 y 20 semillas, aparentemente por factores internos, competencia de asimilatos u otros no aclarados aún. En relación a la polinización, aumentos en el número de visitas por flor, aumentan el número de granos de polen sobre el estigma y estos actúan estimulando y consecuentemente mejorando la fertilidad y el número de semillas por ovario. En trébol blanco durante los primeros 10 días luego de la fertilización es donde se producen la mayoría de los fracasos en que el óvulo se convierta en semilla, por esterilidad de óvulos y abortos de semilla. Si bien cada flor de trébol blanco presenta 6 óvulos, resulta muy difícil encontrar flores con tres semillas, los rangos normales en el país se ubican entre 1,5 los más bajos a 2,7 los superiores. Estos valores indican claramente las restricciones impuestas por el ambiente para que se exprese con todo su potencial la capacidad reproductiva de la especie.

A medida que progresa la primavera y el verano, las temperaturas medias del ambiente aumentan y disminuye marcadamente el número de semillas por ovario. Generalmente las primeras cabezuelas formadas durante el inicio de la floración se caracterizan también por tener bajo número de semillas por ovario (figura 6).

2.3.6 Peso de la semilla

Este componente se expresa comúnmente como peso de mil semillas (PMS), donde para materiales del tipo Estanzuela Zapicán, normalmente se ubica entre 0,6 y 0,7g.

Esta variable frecuentemente se deprime ante rendimientos de semilla muy altos, es decir, también se producen efectos compensatorios y puede relacionarse negativamente con los rendimientos de semilla. El tamaño y peso de la semilla dependen del flujo de asimilatos hacia la misma y este además está relacionado con la calidad del aparato foliar. Problemas de enfermedades foliares e insectos defoliadores, deprimen los suministros de energía a la semilla vía fotosíntesis. Altas temperaturas en la fase de llenado, disminuyen en la mayoría de las especies la fotosíntesis neta, por un incremento superior de la respiración ante altas temperaturas. Las deficiencias hídricas durante la fase de llenado de la semilla es otro

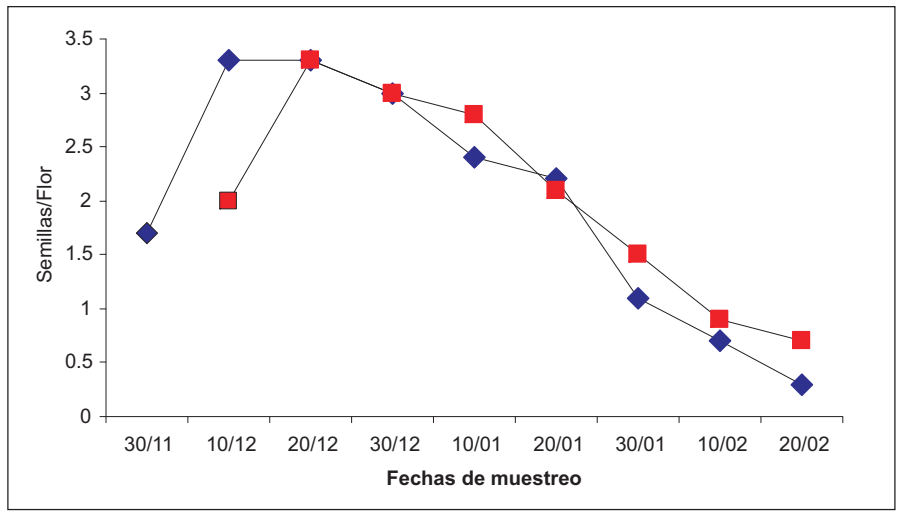


Figura 6. Evolución con el avance de la primavera-verano del número de semillas por flor, en trébol blanco de primer (azul) y segundo año (rojo).

factor importante, puesto que los elementos nutritivos hacia la misma, tienen como sustancia principal de transporte el agua. En este sentido, en condiciones de sequía intensa los PMS pueden disminuir a valores en torno de 0,5 g o menos.

En situaciones de ambiente normal, para un trébol blanco de segundo año, con fecha de cierre de fines de septiembre, se midió durante 40 días la evolución de los contenidos de agua, el peso seco de mil semillas y número de semillas viables expresada en porcentaje del total de semillas. Las flores polinizadas eran marcadas y a partir del momento de polinización (día 0), se evaluaron tres variables (cuadro 3).

Entre los 30 y 40 días la semilla alcanzó el rango del peso seco normal de esta variedad, en tanto que ya a los 15 días presentaba un 76% de las semillas viables y a los 30 días alcanzó el 100% (cuadro 3).

2.4 Sincronización de procesos

Independientemente del enfoque estático universal de los componentes del rendimiento, la evolución y sincronización dinámica de muchos de los procesos, son fundamentales para aumentar los rendimientos de semilla cosechable. En este sentido, la maximización de la intensidad de floración, sincronizada con períodos donde el ambiente posibilite una eficiente polinización y desarrollo de los procesos de maduración de la semilla, permiten concentrar floración y maduración, definir con mayor precisión los momentos óptimos de cosecha y por tanto, debería disminuir el desprendimiento de flores de la cabezuela o las pérdidas de éstas, con el objetivo de mejorar las cantidades de semilla cosechadas. La aparición de altas concentraciones de cabezuelas en períodos cortos de tiempo, asegura una maduración más uniforme de las mismas. Sin embargo,

Cuadro 3. Peso fresco y seco de mil semillas (g) de trébol blanco Estanzuela Zapicán de segundo año y porcentaje de semilla viable, en función de los días posteriores a la polinización de la flor.

Semilla de trébol blanco	Días luego de la polinización					
	10	15	20	25	30	40
Peso fresco (g)	0,94	-	1,22	-	0,77	0,75
Peso seco (g)	0,18	-	0,43	-	0,57	0,67
Semilla viable (%)	-	76	84	96	100	-

en situaciones de clima variable, aumentan los riesgos de perder potencial de producción de semillas si durante esos períodos tan concentrados, ocurren estreses ambientales, exceso de viento que dificulta la polinización o de precipitaciones. En el país, la ocurrencia frecuente de estos estreses ha determinado que los productores semilleristas, con el objetivo de bajar riesgos de inversión, prioricen además de la producción de semilla, un aprovechamiento eficiente del forraje producido durante la fase vegetativa. En este contexto, viene aumentando sostenidamente en muchas zonas, entre otras, la alternativa de producción de corderos pesados, como actividad económica adicional a la producción de semillas.

En los cuadros 4 y 5 se ejemplifica el desarrollo de la fase reproductiva, evolución de la semillazón y variables asociadas de dos situaciones contrastantes. La primera, cuadro 4, con un desarrollo de la floración y semillazón muy extendido en el tiempo, consecuencia de una siembra tardía de mayo, con la ocurrencia de una primavera y verano, ambientalmente favorables para trébol blanco. La segunda situación, cuadro 5, representa el extremo opuesto, donde los procesos se concentraron en un período muy corto de tiempo, consecuencia de condiciones de ambiente relativamente secas y calurosas. El contraste entre las dos situaciones, representa las variaciones drásticas que generalmente se producen en semilleros a

Cuadro 4. Evolución del desarrollo reproductivo en trébol blanco Estanzuela Zapicán de primer año, sembrado tardíamente en mayo.

Fecha de cosecha	Cabezuelas				Flores	Semillas			
	A C (cm)	CI (N°/m^2)	CM (N°/m^2)	CM (%)	(N°/CM)	(N°/ CM)	(N°/ Flor)	(kg/ha)	PMS mg
5/12	22	220	175	44	58	108	1,9	103	264
9/12	25	340	180	35	56	192	3,4	181	595
14/12	23	325	222	41	67	237	3,5	260	732
19/12	24	262	395	60	72	245	3,4	402	731
26/12	17	225	417	65	61	188	3,1	367	665
5/1	17	112	506	82	73	217	2,9	424	652
10/1	19	87	447	84	67	177	2,6	392	630
26/1	18	37	530	93	58	127	2,2	268	345
31/1	17	43	597	93	56	79	1,4	252	331
6/2	17	50	95	66	49	60	1,2	35	178
13/2	16	62	95	61	48	40	0,8	28	120

AC = altura de cabezuela en cm. CI = cabezuelas inmaduras. CM = cabezuelas maduras. CM % = porcentaje de CM dentro de la población de cabezuelas. Flores = número por cabezuela madura. Semillas, N°/CM = número por CM, Semillas, N/flor = número por flor. PMS = peso de mil semillas en miligramos.

Cuadro 5. Evolución del desarrollo reproductivo en trébol blanco Estanzuela Zapicán de segundo año.

Fecha de cosecha	Inflorescencia				Flores	Semilla
	A C (cm)	CI (N°/m^2)	CM (N°/m^2)	CM (%)	(N°/CM)	(kg/ha)
30/10	27	145	41	22	78	26
10/11	26	129	97	43	81	38
20/11	29	123	176	59	81	56
30/11	26	97	213	69	95	57
10/12	15	60	342	85	77	205
20/12	11	16	510	97	75	301
30/12	9	3	324	100	67	147

AC = altura de cabezuela en cm. CI = cabezuelas inmaduras. CM = cabezuelas maduras.

nivel comercial, consecuencia de variables ambientales o de manejo y que obligan a los asesores a realizar visitas frecuentes sobre los mismos, si se pretende fijar con relativa precisión el momento de máximo rendimiento de semilla cosechable, para iniciar los operativos de cosecha.

Con relación al cuadro 4, que integra las principales variables relacionadas con el desarrollo reproductivo se observa que:

a) la altura de los pedúnculos florales disminuye con el avance de la floración y semillazón,

b) la capacidad de formación de cabezuelas inmaduras aumenta desde el inicio de floración, se estabiliza durante un período breve de tiempo y posteriormente con el progreso de la primavera y verano disminuye drásticamente, especialmente durante enero y febrero,

c) los valores superiores de cabezuelas maduras se registraron durante un período muy prolongado de tiempo, entre el 19 de diciembre y 31 de enero, evidenciando que el estímulo floral no fue intenso, pero se mantuvo durante un lapso prolongado, atributo que no es muy frecuente,

d) entre el 19 de diciembre y 31 de enero, los porcentajes de cabezuelas maduras dentro de la población total de cabezuelas, variaron entre 60 y 93%,

e) el número de flores por cabezuela madura es bajo al inicio de la floración, aumenta hasta un valor máximo y posteriormente a fines de primavera y verano, el número de flores por cabezuela disminuye, especialmente en enero y febrero,

f) el número de semillas por flor es inicialmente bajo (1,9) en las primeras cabezuelas formadas; en diciembre se eleva a valores superiores a 3 semillas por cabezuela, alcanzando un valor máximo de 3,5. Estos números de semilla superiores corresponden a flores polinizadas entre fines de octubre y noviembre y posteriormente en enero y febrero disminuye, especialmente en este último mes (esterilidad de óvulos y/o polen),

g) los mayores rendimientos de semilla se registraron entre el 19 de diciembre y 10 de enero, período inusualmente prolongado, donde, los porcentajes de cabezuelas maduras, marrones, variaron entre 60 y 84%, valores que implican una población de cabezuelas inmaduras, con flores blancas, entre 262 y 87 por metro cuadrado,

h) lo relatado en el literal g, muestra claramente que los máximos rendimientos de semilla pueden ocurrir con una presencia relativamente importante de cabezuelas inmaduras (con flores blancas) y que el hecho de atrasar la cosecha hasta que se logren registros superiores de cabezuelas marrones con muy pocas inmaduras, puede significar pérdidas muy importantes de rendimiento de semilla. Esto, tal como se verifica el 26 de enero, donde se alcanza 93% de cabezuelas maduras, pero entre el 10 de enero y 26 de enero, se pierden 124 kg de semilla,

i) la curva de semillazón alerta sobre los cambios drásticos de rendimiento que se verifican durante períodos cortos de tiempo, así, del 14 al 19 de diciembre, en cinco días, los rendimientos de semilla aumentaron 142 kg/ha, un 54%, y ya se comentó que entre el 10 y 26 de enero se perdió un 32% de semilla; estos hechos resaltan la necesidad de un adecuado seguimiento de los semilleros durante esta etapa, con el objetivo de evitar pérdidas exageradas de semilla,

j) los mayores pesos de mil semillas se ubicaron entre el 14 de diciembre y 10 de enero.

A nivel comercial, se realizaron tres momentos de inicio de cosecha mediante corte-hilerado y posterior cosecha con recolector. El inicio de los operativos de corte se ubicaron el: 19 de diciembre con 40% de cabezuelas blancas, 5 de enero con 18% de cabezuelas blancas y 26 de enero con 7% de cabezuelas inmaduras. Los rendimientos de semilla limpia obtenidos a nivel comercial fueron: 212, 198, ambos rendimientos sin diferenciarse significativamente ($P>0,05$) y 118 kg respectivamente, este último inferior ($P<0,05$) a los dos precedentes. Los tres rendimientos de semilla obtenidos, implicaron eficiencias de cosecha de 52,7; 46,6 y 44,0% del primero al tercero.

Cuando se deja madurar excesivamente un semillero de trébol blanco, es decir, se espera a que prácticamente toda la población de cabezuelas esté madura, marrón, se pierde generalmente potencial de cosecha, puesto que cuanto más maduras se encuentran las cabezuelas, las pérdidas de flores, cabezuelas maduras y semilla aumentan. Cuando una proporción de cabezuelas presenta las flores de color marrón intenso o con tintes negruzcos, durante los operativos de corte y recolección, muchas cabezuelas se desintegran, quedando las flores dispersas en el campo, sin ingresar a la cosechadora (pérdidas de cosecha). Estas esperas en la maduración, donde los que manejan los semilleros demoran el corte-hilerado hasta que prácticamente desaparezcan las cabezuelas inmaduras, blancas, son muy frecuentes a nivel comercial y normalmente se traducen en altas pérdidas de semilla.

En trébol blanco, tiempos de espera prolongados cuando el semillero alcanzó el momento óptimo de cosecha, si suceden precipitaciones intensas durante el mismo, puede implicar la pérdida total o casi total de la cosecha, por tanto, significa asumir un nivel importante de riesgo económico.

Un período tan prolongado con altos rendimientos de semilla, como la información mostrada en el cuadro 4, no solamente puede deberse a un estímulo inductivo relativamente débil, sino también a bajo número de polinizadores.

Para un semillero de trébol blanco Estanzuela Zapicán de segundo año, (ver cuadro 5) se muestra la evolución de distintas variables relacionadas con el desarrollo reproductivo.

Las tendencias generales de las distintas variables son semejantes a las descriptas en el cuadro 4, aunque la magnitud de los cambios entre un muestreo y el siguiente fueron muy superiores en esta situación. La ocurrencia de un mes de diciembre seco y caluroso aceleró los procesos, al extremo que en la fecha que se registró el rendimiento máximo de semilla, 301 kg el 20 de diciembre, en los diez días previos se cuantificaron 205 kg y en los diez posteriores, solamente 147 kg, es decir, variaciones importantes.

Esta situación también muestra la rapidez con que se producen cambios de importancia en los rendimientos de semilla y reafirma la necesidad de un seguimiento constante y continuo para determinar los momentos de máximos rendimientos de semilla cosechable.

Como consecuencia de la sequía, la altura de los pedúnculos florales en el momento de rendimiento de semilla máximo, fue de apenas 11 cm. Este valor es considerado muy bajo e implica pérdidas de semilla durante los operativos de cosecha muy altas. Estas se deben a que muchas cabezuelas de baja altura cortadas, muy probablemente quedarán sobre el suelo al no ser levantadas por el recolector. Otro agravante que presentan los semilleros de trébol blanco en etapas próximas a cosecha, radica en que cuando ocurren condiciones de sequía y altas temperaturas, los volúmenes acumulados de forraje disminuyen rápidamente, como consecuencia del marchitamiento y desprendimiento de folíolos. Esto dificulta aún más, una eficiente recolección de la gavilla. De acuerdo a la información del cuadro 5, el corte para rendimiento máximo de semilla cosechable debería iniciarse entre el 10 y 15 de diciembre. En situaciones similares a la descripta anteriormente, probablemente se deba optar por la cosecha directa.

2.5 Dinámica de procesos en fase reproductiva, en relación al momento de máxima cantidad de semilla cosechable

La maximización de los rendimientos de semilla cosechados a nivel de chacra, no solo depende de una adecuada población de cabezuelas polinizadas correctamente, sino que además hay factores relacionados con la eficiencia de la maquinaria que se utiliza para la cosecha, que deben ser considerados especialmente.

Entre estos se resalta la importancia de:

a) no esperar a que toda la población de cabezuelas madure, puesto que ellas, en la medida que pierden agua, disminuyen su altura con relación al nivel de suelo,

por retracción de los tejidos que componen los pedúnculos florales durante el proceso de secado,

b) las cabezuelas excesivamente maduras, con colores marrones intensos se tornan quebradizas y la susceptibilidad a que las flores individuales se desprendan de la cabezuela aumenta marcadamente durante los operativos de corte y recolección,

c) la masa de forraje a cosecha debe ser suficiente para que el trabajo de la pastera y el hilerado sea eficiente, es decir, que el forraje opere como "alfombra" que evite que las flores individuales o cabezuelas caigan al suelo y no puedan ser levantadas,

d) la dificultad que la conducción técnica del semillero enfrenta, radica en que los excesos de forraje donde gran parte de las cabezuelas quedan inmersas en la masa de hojas del semillero, no sólo dificultan la polinización, pudiendo registrarse bajo número de semillas por flor, sino que además, el tapiz húmedo del trébol blanco por períodos prolongados, puede favorecer ataques de hongos, insectos, a nivel de cabezuelas, al punto que éstas queden muy susceptibles a que las flores individuales se desintegren parcial o totalmente de la cabezuela, durante o previo al corte y recolección,

e) la situación ideal consiste en disponer de una adecuada masa de forraje suficiente para garantizar una buena recolección de cabezuelas, con alturas de las mismas que sobrepasen la de las hojas. Sin embargo, este equilibrio, el responsable técnico del semillero lo debe definir antes de saber las condiciones climáticas que van a registrarse posteriormente y ante las cuales el trébol blanco responde rápidamente en magnitudes importantes.

En la figura 7 se esquematiza el proceso de maduración de las cabezuelas. En la parte superior se ubica la evolución desde la cabezuela donde aún no emergieron las flores completamente desarrolladas (izquierda), seguida por cabezuelas blancas, donde a medida que las flores se polinizan, cada flor individual se invierte, hasta que comienzan a madurar (cabezuelas marrones). Si el proceso se deja proseguir, éstas quedan con un color marrón oscuro, síntoma de estar muy secas, hecho que las torna quebradizas y susceptibles de desintegrarse (derecha).

En la zona inferior (figura 7), en la cabezuela de la izquierda, 1, se aprecia que la parte superior del pedúnculo floral se encuentra verde, denotando que aún persiste un flujo de agua transportando asimilatos de la planta a la cabezuela. En las dos cabezuelas en posiciones 6 y 7, la parte superior del pedúnculo perdió el color verde, indicando que el flujo de agua de la planta a la cabezuela cesó. A partir de esta etapa la cabezuela se deseca en función de la demanda de agua de la atmósfera y puede considerarse que se ingresó en la fase de almacenamiento a campo. Durante este estado, se debe iniciar el operativo de cosecha mediante corte e hilerado, ya que las cabezuelas en esta etapa tienen las flores individuales adheridas fuertemente y los pedúnculos no están quebradizos. A medida que la maduración se deja avanzar a partir de esta etapa, se incrementan

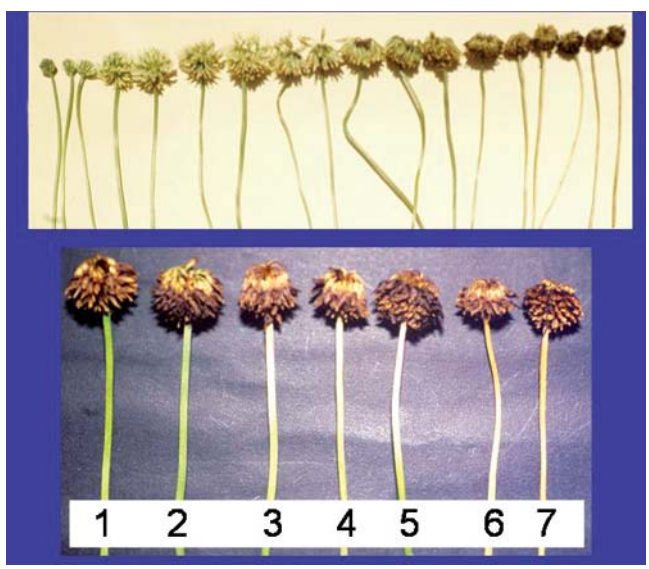


Figura 7. Evolución del desarrollo de cabezuelas florales de trébol blanco (parte superior) y detalle del estado de la zona superior del pedúnculo floral (parte inferior). (Formoso, F, información interna).

los riesgos de pérdidas de cabezuelas por pedúnculos quebradizos y por desintegración de flores de las cabezuelas.

Para iniciar los operativos de cosecha, el responsable de tomar las decisiones tiene que: a) definir dentro del semillero la población de cabezuelas objetivo, que es la que dará los máximos rendimientos de semilla y b) esperar a que esta se encuentre en un estado apto para cortar e hilerar, tal como se indicó previamente.

2.6 Resumen de objetivos a lograr en semilleros de trébol blanco, antes de iniciar los operativos de cosecha

De acuerdo con las sugerencias comentadas previamente, se pueden resumir los principales objetivos a lograr, antes de iniciar los operativos de cosecha:

a) disponer de un suelo bien nivelado, sin microrelieves pre siembra,
b) tener la chacra limpia de hormigueros, para evitar contaminar la semilla con excesos de tierra,
c) tener del semillero, limpio de malezas,
d) maximizar el número de cabezuelas de maduración uniforme
e) maximizar el número de semillas por flor mediante una adecuada polinización,
f) disponer de adecuada altura de los pedúnculos florales, por arriba de la masa de hojas,
g) que el semillero presente adecuada masa de forraje, que opere como una "alfombra", impidiendo que las cabezuelas cuando se corten caigan al suelo,
h) iniciar el corte e hilerado, no bien la población objetivo de cabezuelas, presente la parte superior de los pedúnculos sin coloraciones verdes, con forraje revenido, húmedo.

2.7. Capacidad de producción de semillas de cultivares de trébol blanco

En el país el trébol blanco mas usado es el cultivar Estanzuela Zapicán caracterizado por ser de hoja media a grande. En menor escala se usan cultivares de hoja grande denominados de tipo "ladino". Las capacidades de producción de semilla de ambos tipos son diferentes, caracterizándose entre otras variables, porque los de tipo ladino producen menos semilla. Un resumen de tres trabajos que ilustran las diferencias en rendimientos de semilla se presentan en el cuadro 6.

Los resultados son consistentes referente a la menor capacidad de producción de semilla de los materiales tipo Ladino.

En la figura 8 se muestra para cuatro cultivares de trébol blanco la menor producción de semillas de los materiales Regal y Ladino, explicados por el menor número de cabezuelas emitidos por estos, tanto en el primer (figura superior) como en el segundo año (figura inferior).

Cuadro 6. Rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol blanco tipos Estanzuela Zapicán y ladinos.

	Vertisol Tacuarembó	Planosol Tacuarembo	Referencias
Zapicán	320	353	Formoso (1980)
Tipo Ladino	134	166	
	Brunosol. INIA La Estanzuela		García *et al.* (2000)
Edad en años	Primero	Segundo	
Zapicán	388	435	
Tipo Ladino	324	194	
	Brunosol. INIA La Estanzuela		García (2000)
Año	1997	1998	
Zapicán	352	453	
LE 88-77 Ladino	249	324	
Regal. Ladino	153		

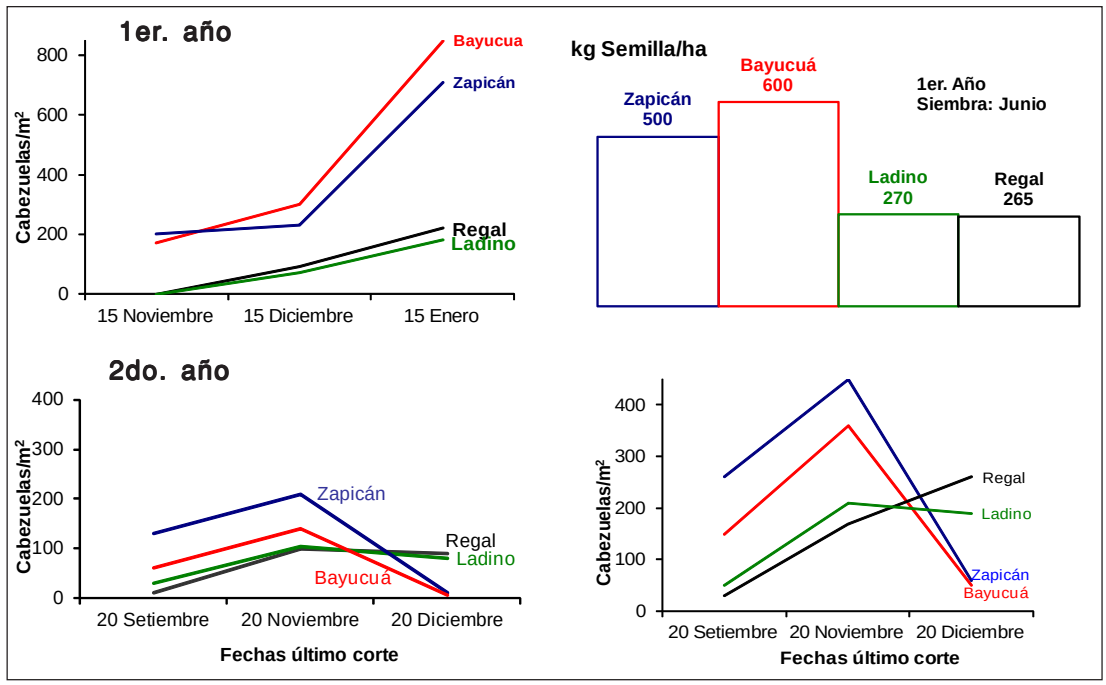


Figura 8. Producción de cabezuelas y rendimientos de semillas de cuatro cultivares de trébol blanco.

Los materiales de tipo Ladino producen menos cabezuelas, pero además las curvas de floración son más tardías que los cultivares tipo Zapicán o Bayucuá (figura 8). Cuando, además, se comparan diferentes fechas de cierre o último corte, se verifica que con cierres tardíos, 20 de noviembre y de diciembre, la capacidad de producción de cabezuelas y semillas en los materiales Ladinos, Regal y Ladino, mejoran, en tanto la performance de Zapicán y Bayucuá empeora drásticamente.

3. ASPECTOS AGRONÓMICOS RELACIONADOS CON LA INSTALACIÓN DE SEMILLEROS DE TRÉBOL BLANCO

3.1 Efectos de la disponibilidad de agua y fósforo de los suelos

Algunas características morfofisiológicas de esta especie, como enraizamiento superficial, que determina que la capacidad de exploración radicular se concentre en los veinte centímetros superiores del suelo (Formoso, 2007b), la posición planófila de sus folíolos, sumado al pobre control de apertura y cierre de estomas, que impiden una buena regulación de la tasa de transpiración, originan un uso interno ineficiente del agua en la planta. Estos atributos determinan que para disminuir riesgos económicos de obtención de bajos rendimientos de semilla como consecuencia de situaciones de deficiencias en el suministro de agua a las plantas, la elección es tratar de minimizar los riesgos de sequía, es decir, suelos con adecuado poder de almacenaje y suministro de agua.

También debe tenerse en cuenta que trébol blanco responde marcadamente frente a situaciones de alto suministro de agua, húmedas, potenciando el crecimiento vegetativo en desmedro del reproductivo. Para tener buenos rendimientos de semilla esta especie requiere, un déficit hídrico moderado durante su fase reproductiva. En ésta, buenas disponibilidades de agua generalmente se traducen en disminuciones del rendimiento de semillas, (cuadro 7). En la pradera negra, el trébol blanco fue cerrado

para semillas el 25 de septiembre y en octubre, noviembre y diciembre del segundo y tercer año se registraron precipitaciones de 218 y 262 mm respectivamente. El tratamiento regado por aspersión recibió en el segundo y tercer año 348 y 392 mm (precipitaciones + riego) respectivamente. Para los mismos meses del año, sobre el Brunosol, (INIA, La Estanzuela) donde el trébol blanco fue cerrado entre el 15 y 20 de septiembre, en el segundo y tercer año, las precipitaciones fueron de 215 y 298 mm, en tanto los tratamientos regados por aspersión recibieron 322 y 447 mm (precipitaciones + riego) respectivamente. En el tercer año el tratamiento regado presentaba cabezuelas con semilla germinada sobre la misma.

Cuando las condiciones hídricas en primavera son deficitarias, la producción de semillas de trébol blanco se reduce drásticamente, tal como lo muestra la situación del Brunosol de San José, en secano. El riego durante la fase reproductiva manejado para llegar al 65% de la capacidad de campo del suelo en los 30 cm superiores del perfil, determinó la obtención de rendimientos de semilla de 187 kg/ha en un tercer año. Por tanto, en condiciones deficitarias de agua, la diferencia entre regar y no regar, puede significar cosechar semilla o no, pudiendo llegar a perderse el trébol blanco por marchitez. Sin embargo, la decisión de regar también puede implicar un riesgo alto, si posteriormente al mismo se producen precipitaciones abundantes.

Los factores que potencian el crecimiento vegetativo, excesos de agua en el suelo (cuadro 7), elevados niveles de fósforo (cuadro 8), originan masas de forraje importantes que pueden dejar las cabezuelas florales inmersas en el tapiz, dificultando la polinización. Consecuentemente, disminuye el número de semillas por flor, por cabezuela y los rendimientos de semilla por unidad de superficie. Un porcentaje variable de cabezuelas inmersas en el tapiz, es decir, con alturas inferiores al nivel alcanzado por las hojas superiores, por excesos de humedad y ataques de hongos e insectos, pueden desintegrarse parcial o totalmente. Debe tenerse presente que las cosechas de semilla se realizaron en forma manual. El uso de

Cuadro 7. Efecto del riego sobre los rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol blanco Estanzuela Zapicán.

Suelo	Trébol blanco de segundo año	Trébol blanco de tercer año	Ubicación
Pradera Negra	364	277	Arrozal Tacuarembó
Pradera Negra + riego	202	164	Ruta 26. Pueblo del Barro
Brunosol	418	255	INIA. La Estanzuela
Brunosol + riego	329	104	
Brunosol	-	38	San José

Cuadro 8. Incidencia del nivel de fertilización fosfatada sobre los rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol blanco, procedencia Yí y Estanzuela Zapicán.

	Primer año	Segundo año	Tercer año	Referencia
TB - Yí	(160) **242**	(80) **175**	(80) **206**	1
TB - Yí	(80) **314**	(40) **266**	(40) **279**	
E. Zapicán	(160) **206**	(80) **202**	-	2
E. Zapicán	(80) **244**	(40) **315**	-	
E. Zapicán	(160) **229**	(80) **187**	(80) **207**	3
E. Zapicán	(80) **305**	(40) **284**	(40) **343**	

1. Vertisol (Fraile Muerto). Tacuarembó. Puntas de Carretera. Ruta 26.
2. Brunosol (Ecilda Paullier-Las Brujas), INIA La Estanzuela.
3. Lomadas del Este. (Alférez). Ruta 13.

Entre paréntesis kg $P_2 0_5$/ha agregado como superfosfato triple 0-46-46-0 aplicado entre fines de marzo y mediados de abril.

pasteras y recolectores a nivel comercial, aumenta sustancialmente el número de cabezuelas desintegradas por estos operativos, incrementándose en forma importante las pérdidas de semilla.

En etapas próximas a cosecha, con cabezuelas dentro de abundante masa vegetativa, frente a situaciones con excesos de pluviosidad, que originan niveles de humedad elevados por períodos relativamente prolongados dentro del tapiz, se dificulta el secado de las cabezuelas. Estas pueden desintegrarse parcial o totalmente, desprendiéndose las flores de la cabezuela, e inclusive las semillas pueden germinar sobre la cabezuela, perdiéndose parte o toda la cosecha.

Trébol blanco resiente su crecimiento ante situaciones de anegamiento superficial. En suelos planos, mal drenados, con riesgos de anegamiento, como pueden estar representados por chacras de la zona arrocera y otros suelos bajos, se corre el riesgo de perder la cosecha de semillas cuando se registran períodos con excesos de precipitaciones en etapas próximas y durante la cosecha.

Ante la variabilidad de precipitaciones que se registra en nuestro país, los semilleros localizados en suelos con baja o media capacidad de almacenaje y suministro de agua, generalmente son los que posibilitan obtener mayores rendimientos de semilla en años con primaveras muy llovedoras y a la inversa, suelos hidromórficos, permiten obtener rendimientos superiores en primaveras secas.

3.2 Presencia de piedras y hormigueros

Otro aspecto a tener en cuenta en la elección de chacras, es la ausencia de piedras en superficie, ya que pueden originar desperfectos mecánicos en pasteras, recolectores y cosechadoras. La presencia de hormigueros, especialmente previo a la cosecha, puede generar altos grados de contaminación con tierra en el lote de semilla, determinando mayores necesidades de mano de obra, encareciendo los fletes, el procesamiento y generando mayores pérdidas de semilla durante el mismo. Semilleros con presencia de muchos hormigueros pueden llegar a tener valores de 80% de tierra en la semilla cosechada.

3.3 Nivelación y drenaje de las chacras

La adecuada nivelación de la chacra es de máxima importancia a los efectos de minimizar pérdidas de cosecha originadas por terrenos con microrelieve (Formoso y Allegri, 1980). Este origina pérdidas de semilla durante el operativo de corte con pasteras, puesto que el microrelieve determina alturas de corte heterogéneas, pudiendo las cuchillas de las pasteras impactar directamente sobre la cabezuela, desintegrándola. Además se generan pérdidas de semilla durante la recolección de las gavillas, puesto que los pedúnculos florales cortados muy alto pueden determinar que alta proporción de cabezuelas queden sobre el terreno, especialmente en semilleros con poco volumen, sin poder ser recogidas por el recolector. Un resumen de muestreos realizados en semilleros de trébol blanco, donde se compara dentro de la misma chacra situaciones con nivelación y sin ella, se muestran en el cuadro 9. Los casos 1, 2 y 3 corresponden a chacras de la zona baja en rotación con arroz, el 4 es de un semillero sobre la zona de lomadas de la región Este. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 determinaciones por zona (cuadros de 0,50 x 0,50m). Los rendimientos de semilla en las situaciones 1 y 2, fueron determinados por cosecha manual, el caso 3 corresponde a cosecha indirecta realizada con cosechadora y el 4 se cosechó en forma directa, previa aplicación de 3 litros/ha de paraquat.

En chacras arrozables (caso 1), la falta de nivelación del suelo y de drenaje, determina zonas de encharcamiento, donde, el crecimiento de TB se deprime en forma muy importante (77%), disminuyen marcadamente los rendimientos de semilla (90%) y aumenta la contaminación de *Digitaria* sp. y *Echinochloa* sp., (capin). Los comentarios precedentes se repiten en las situaciones 2, 3 y 4. En el caso 4, se trata de un semillero sobre lomadas del Este, donde la ausencia

Cuadro 9. Incidencia de la nivelación (N) y drenaje (D) sobre diversas variables en semilleros de trébol blanco Estanzuela Zapicán.

Tratamientos	AC (%TB)	AC (% Ec+Di)	Forraje (kgMS/ha)	Semilla TB (kg/ha)	Casos
N + D	100	0	2723	453	1. Arrozal Tacuarembó
SN + SD	48	26	627	47	
N + D	93	4	1845	233	2. Treinta y Tres. Charqueada
SN + SD	57	29	466	65	
N + D	89	6	2456	254	3. Rocha. 19 de Abril
SN + SD	44	48	721	77	
N	100	-	2133	174	4. Lavalleja. José P. Varela
SN	100	-	2249	106	

N = chacra nivelada, D = chacra drenada. SN = sin nivelación. SD = sin drenajes.
AC = área cubierta. Ec = *Echinochloa* sp., Di = *Digitaria* sp. expresado en % de área cubierta por las gramíneas. Forraje en el momento de cosecha.

de nivelación deprime los rendimientos de semilla. Esta situación fue cosechada en directa, con el trébol blanco desecado previamente con paraquat.

Terrenos irregulares cuando se hace cosecha directa pueden generar pérdidas de semilla muy importantes, tanto más, cuanto mayor sea el ancho de corte de la plataforma de la cosechadora. Cuantificaciones de pérdidas de semilla en cosecha directa sobre trébol blanco de segundo año, desecado con paraquat en la zona Este, comparando cuatro situaciones de chacras niveladas mediante disquera niveladora pesada y sin nivelar, dieron pérdidas promedio para todas las situaciones con nivelación de 44 kg/ha de semilla y de 112 para las sin nivelación (Formoso, sin publicar), es decir, más del doble de semilla perdida. Estas pérdidas correspondían mayoritariamente a cabezuelas sin levantar por la plataforma de la cosechadora.

En las situaciones mostradas en el cuadro tres, la carencia de nivelación y drenaje determina en general disminuciones del área cubierta por trébol blanco, aumentos en el grado de contaminación por gramíneas estivales, "capín", menores acumulaciones de forraje de trébol blanco a cosecha y disminuciones muy marcadas en los rendimientos de semilla.

En la situación 3 (19 de Abril), cuando la chacra no fue nivelada ni drenada, se evaluó además la producción de semillas de trébol blanco en la zona de la gavilla, dejada por la cosechadora sin desparramador de paja, en la cosecha previa del arroz. El muestreo de chacra en dichas zonas dio en promedio de 20 determinaciones, un rendimiento de semilla de 11 kg/ha. Este valor indica, que el hecho de no desparramar la paja de arroz, tanto la producción de forraje como de semillas de trébol blanco en la zona de la gavilla, es despreciable. Estos valores se registran porque el número de plantas de la leguminosa en la zona de la gavilla, es mínimo.

3.4 Historia previa de la chacra

La instalación de semilleros de leguminosas, en este caso trébol blanco, sobre chacras que previamente eran campo natural, frecuentemente determina que en las mismas comiencen a aparecer las especies del campo natural a partir de la primera primavera. Especies como *Vulpia* sp., *Gaudinia* sp., *Paspalum* sp., *Stipa* sp., *Axonopus* sp., *Setaria* sp., etc., son las más comunes en aparecer generando competencia al trébol blanco, deprimiendo rendimientos de semilla por esta vía, dificultando las cosechas y encareciendo el procesamiento de la semilla, por mayor costo directo y por mermas superiores de maquinación.

En el cuadro 10 se muestran resultados de áreas cubiertas por gramíneas, en semilleros de trébol blanco Estanzuela Zapicán, en distintos lugares del país. Mientras que en Aiguá las situaciones corresponden a ins-

Cuadro 10. Área cubierta (%) por reinfestación de gramíneas de campo natural y gramilla, en semilleros de segundo y tercer año de trébol blanco Zapicán.

	Aiguá. Rincón de Aparicio		Alferez Rutas 13 y 15		Tacuarembó. Yaguarí Pueblo del Barro Ruta 26		Tacuarembó. Yaguarí Rutas 6 y 26	
Situación inicial	**TB2**	**TB3**	**TB2**	**TB3**	**TB2**	**TB3**	**TB2**	**TB3**
1. CN-TB	-	-	12	41+24	21+6	32+43	6	11+14
2. CN-G-TB	17	52	4	21+19	9	11+14	2	4+15
3. CN-G-Av-G-TB	0	6+3	-	-	0	0	0	3
4. CN-G-Av-G-M-G-TB	0	0	-	-	0	0	0	0
5. CN-G-Rg-G-TB	-	-	0	9	0	6+2	-	-

CN = campo natural. TB = siembra de trébol blanco. Av = avena. M = moha. Rg = Raigrás. G = 5 litros/ha de glifosato. TB2 y TB3 = trébol blanco de segundo y tercer año. En rojo = área cubierta de gramilla. Sombreado en amarillo: no se cosechó semilla por bajo rendimiento.

talaciones en siembra directa, en Tacuarembó, en ambas situaciones la moha se enfardó y posteriormente se realizó mínimo laboreo con disquera niveladora pesada para implantar el trébol blanco. En los restantes casos, se estableció el semillero y los verdeos con laboreo convencional del suelo, realizado mediante excéntrica más disquera pesada.

La información es consistente, cuando se parte de campo natural y se siembra trébol blanco, con o sin aplicación de glifosato, los semilleros al tercer año están recolonizados por las gramíneas del tapiz natural previo, con el agravante de presentar además, altos contenidos de gramilla, especie presente en los campos naturales. En la medida que se incrementaron las aplicaciones de glifosato y los verdeos de invierno y/o de moha, para enfardar previo al establecimiento del trébol blanco, el semillero al tercer año llega prácticamente limpio de gramilla y otras gramíneas (cuadro 10, tratamientos, 3, 4 y 5).

La realización de verdeos o cultivos agrícolas bien manejados desde el punto de vista de control de malezas, posibilitan posteriormente la instalación de semilleros más limpios y con menores costos de mantenimiento.

Actualmente, con el desarrollo agrícola en zonas extensivas, es más fácil sembrar semilleros sobre chacras que previamente fueron sembradas con cebada, trigo o soja. Frecuentemente se verifican situaciones que partiendo de campo natural, más aplicaciones de herbicidas totales, se siembra en directa durante tres años trigo-soja, o tres años de soja o trigo, manteniendo la secuencia de cultivos limpios de malezas. Posteriormente se han instalado semilleros de leguminosas, sin presentarse problemas de malezas gramíneas o latifoliadas. Con rotaciones agrícolas bien llevadas durante 2 a 3 años, instaladas en chacras con infestaciones importantes de gramilla, también se han sembrado semilleros de leguminosas, donde la gramilla ha sido eliminada durante la rotación agrícola.

Estos ejemplos que actualmente pueden visualizarse en el país en rotaciones agrícola-forrajeras, sirven de modelo a los efectos de producir grano de cultivos, semilla de forrajeras, limpiar de malezas las chacras a costo de los cultivos y realizar rotaciones incluyendo forrajeras, que restauran además la calidad de los suelos y deprimen eventuales problemas de hongos y/o insectos.

3.5 Malezas latifoliadas y gramilla

En términos de malezas, se debe evitar instalar los semilleros sobre chacras que anteriormente presentaban malezas prohibidas, cuscuta, etc., y actualmente por los problemas y altos costos que generan, deberían eliminarse las chacras con presencia de margarita de piria (*Coleostephus myconis*) y/o *Senecio madagascariensis*.

Para otras malezas prohibidas como por ejemplo sorgo de alepo (*Sorghum halepense*), actualmente se dispone de varios herbicidas muy eficaces para su control, que no generan inconvenientes, daños en las plantas de trébol blanco, hecho que sucede frecuentemente con el control de latifoliadas en los mismos.

La gramilla (*Cynodon dactylon*) es otra de las malezas que debe evitarse antes de instalar un semillero de leguminosas, puesto que los aportes de nitrógeno al suelo de estas, generan ya a partir del fin de la primer primavera, un enmalezamiento rápido de esta especie, que es altamente eficiente en convertir nitrógeno en materia seca, disminuyendo drásticamente los potenciales de producción de forraje y semilla (Formoso, 2010 b). Con infestaciones iniciales bajas de gramilla, la presencia de esta generando alta interferencia, puede dilatarse al segundo o tercer año. Trébol blanco, si se parte a la siembra con niveles medios de infestación de gramilla, al final del segundo o tercer año, se termina en una situación de gramillal.

Se insiste en evitar la instalación de semilleros a partir de campo natural, praderas viejas o chacras con gramilla y priorizar las siembras de los mismos sobre rastrojos de trigo, cebada o soja, limpios de malezas.

El impacto de la gramilla en deprimir la producción de forraje fue reportado por Formoso, 2010 b y en la producción de semillas se informan (cuadro 11), resultados de evaluaciones realizadas sobre diferentes semilleros ubicados en distintas zonas del país. Estas se realizaron sobre semilleros certificados, donde se seleccionaron áreas sin y con gramilla. Sobre estas mediante cuadros de 0,50 x 0,50 m se evaluaba la altura de las de cabezuelas, el número de cabezuelas maduras y/o los rendimientos de semilla.

El impacto de la gramilla (C-G) sobre la performance reproductiva de trébol blanco es altamente negativo. En todas las situaciones, la interferencia que origina esta maleza sobre la leguminosa, baja drásticamente la altura de los pedúnculos florales de las cabezuelas maduras, el número de cabezuelas maduras al momento de cosecha y los rendimientos de semilla. En términos generales, el número de flores por cabezuelas disminuyó entre 20 y 38%, como consecuencia de la interferencia de gramilla y el número de semillas por flor, presentó disminuciones entre 19 y 32%, comparativamente con las zonas limpias de gramilla. Se resalta que los rendimientos de semilla de las zonas con gramilla, corresponden a cabezuelas maduras colectadas a mano y trilladas en trilladora experimental. En semilleros comerciales, alturas de cabezuelas menores a 10 cm desde el nivel del suelo, significan prácticamente rendimiento de semilla cero. Con alturas menores de 10 cm, al cortar con pastera en la cosecha indirecta, la mayoría de las cabezuelas quedará como pérdidas de cosecha en el suelo y no ingresarán a la plataforma de la cosechadora para ser trilladas.

Cuadro 11. Efecto del nivel de infestación de gramilla en variables relacionadas con producción de semilla de trébol blanco Estanzuela Zapicán en suelos de texturas pesadas.

Lugar	E	Nivel de gramilla		E	Nivel de gramilla	
		S-G	C-G		S-G	C-G
1.Colonia	2	22-430-sd	7-48-sd	3	16-sd-198	9-sd-44
2.Aiguá	2	19-324-344	9-29-34	3	21-299-sd	8-39-sd
3.Rocha	2	21-sd-542	6-sd-27	3	16-321-292	7-53-34
4.Rocha	3	16-365-448	7-33-30	-	-	-
5.Tacuarembó	2	24-623-sd	9-57-sd	3	23-519-386	8-46-17

1(La Estanzuela), 2 (suelo negro sobre basalto), 3 (India Muerta, Ruta 15),4 (Alferez, Ruta 13), 5 (Yaguarí, Puntas de Carretera, Rutas 26 y 6). E = edad del TB. S-G = zonas sin gramilla, C-G = zonas con gramilla. En rojo = altura promedio en cm de cabezuelas maduras desde el suelo, en negro = Número de cabezuelas maduras/m^2, azul = kg semilla limpia/ha determinada por cosecha manual, sd= sin determinar.

Los efectos negativos de la gramilla sobre todos los componentes del rendimiento del trébol blanco, tanto de producción de forraje como de semilla, no se explican solamente por la gran capacidad de competir que tiene la gramilla por luz, agua y nutrientes. Esta especie además, secreta, sustancias alelopáticas, que originan inhibición parcial de la capacidad de crecimiento, deprimiendo en forma generalizada todos los órganos de la leguminosa, aéreos y subterráneos. Debe tenerse en cuenta que a mayor edad de la gramilla, los efectos de su interferencia aumentan y cuanto mayor es el volumen de la maleza, sus efectos negativos se potencian.

Los comentarios previos apoyan la sugerencia de evitar siembras de semilleros en chacras infestadas con gramilla, sus efectos negativos, productivos y económicos hacen no sustentable o poco redituable el rubro.

3.6 Tamaño del semillero

Otro aspecto relevante en las empresas que hacen producción de semillas forrajeras, radica en armonizar racionalmente el área de los semilleros con las disponibilidades de maquinaria, especialmente de cosecha.

Actualmente el país cuenta con un parque de cosechadoras muy superior al de décadas pasadas, sin embargo, el área agrícola también aumentó en forma considerable. Los prestadores de servicios de cosecha normalmente priorizan la cosecha de cultivos sobre la de forrajeras, ya que por día de cosecha, los cultivos tipo trigo, cebada, soja, posibilitan la obtención de mayores ingresos y los problemas de cosecha (atascamientos, roturas) son más bajos en cultivos que en forrajeras.

Un ejemplo del impacto económico que tiene sobre los rendimientos de semilla el incremento en forma excesiva el área de semilleros con relación a la maquinaria de cosecha disponible, se muestra en la figura 9.

En la figura 9 se presenta la relación entre el área del semillero y los rendimientos de semilla limpia que se obtienen, verificándose que a medida que los productores incrementan la superficie, los rendimientos de semilla disminuyen. Esta información fue recabada de productores de semilla certificada del Litoral con experiencia en el tema. Probablemente, en empresas con menor experiencia en este rubro, tengan mermas de rendimiento de semilla/ha superiores, debidas a aumentos del área de semilleros, no compatibles con la posibilidad de manejar adecuadamente en tiempo y forma el paquete tecnológico requerido por el semillero y tener disponibilidad segura en los momentos óptimos, de equipos vinculados con la cosecha.

La disminución de los rendimientos de semilla que se registra se explica por muchas causas, al ser áreas superiores, las fechas de cierre, control de malezas, manejo del pastoreo, número adecuado de polinizadores, tasas de fertilización y refertilización fosfatada y especialmente to-

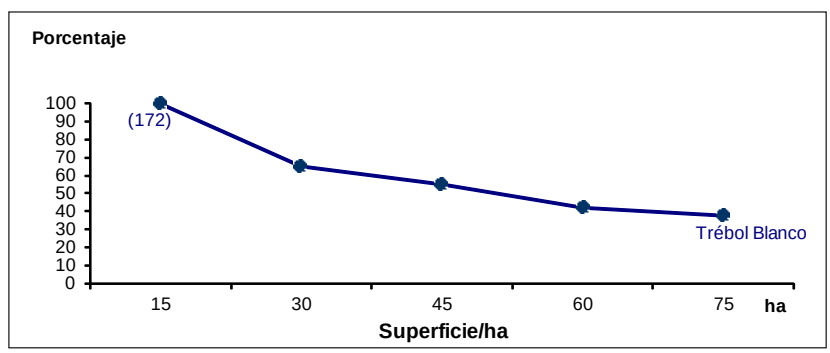


Figura 9. Incidencia del aumento del área de semilleros sobre los rendimientos relativos de semilla, obtenidos por productores del Litoral, con experiencia de varios años en el rubro. (100% = 172 kg/ha de semilla).

dos los operativos que involucra la cosecha, corte con pastera, cosecha indirecta, se demoran y consecuentemente, las pérdidas de semilla durante estos operativos se incrementan, disminuyendo los rendimientos de semilla obtenidos por unidad de superficie.

3.7 Métodos de siembra, siembra en directa o con preparación convencional del suelo, sobre distintos rastrojos

La siembra de especies con el objetivo económico principal de producción de semillas, difiere en la ponderación cualitativa y cuantitativa, en varios factores con relación al objetivo de producción de forraje.

Para lograr altos rendimientos de semillas se requiere de un buen desarrollo vegetativo previo, sin embargo, otros atributos como precocidad, maximización de la producción de forraje, no tienen el nivel de importancia que se requiere cuando el destino es forraje. En leguminosas se pueden obtener excelentes manifestaciones del potencial de los cultivares en desarrollar las estructuras reproductivas, en magnitud tal que aseguren muy altos rendimientos de semilla, sin necesidad de alcanzar desarrollos vegetativos excesivos, es más, estos excesos pueden deprimir el potencial de producción de semilla.

En la producción de semillas de calidad, las malezas latifoliadas, especialmente en semilleros de leguminosas, por el mayor costo en general de los herbicidas con relación a gramíneas y las mermas en el procesamiento que originan, constituye un factor de una relevancia muy superior con respecto a la producción de forraje. En este tema, también interesa evaluar las diferencias existentes entre la siembra en directa (SD) y con preparación convencional del suelo (LC).

Durante cuatro años se cuantificó la producción de semillas de diferentes especies forrajeras en esquemas de SD y con LC de suelo. Los trabajos se realizaron en INIA La Estanzuela sobre Brunosoles correspondientes a la serie Ecilda Paullier-Las Brujas, ubicados en chacras del sistema de producción intensiva de carne.

Los experimentos se instalaron sobre diferentes rastrojos de cultivos de verano, intensificándose los trabajos sobre rastrojos de sorgo granífero, debido a su importancia como fuente energética para el ganado en todo el país y además porque pueden ofrecer mayores dificultades de establecimiento para las forrajeras. Los rastrojos de sorgo denominados altos (48 a 76 cm) fueron el resultado de la cosecha para silo de grano húmedo, o cosecha de grano seco, y bajos (22 a 35 cm) son el remanente de la cosecha para silo de planta entera. La información que se resume se encuentra reportada con mayor profundidad en la Serie Técnica N°161 (Formoso, 2007). El TB Estanzuela Zapicán fue sembrado en líneas a 19 cm mediante una sembradora John Deere modelo 750, con tren de siembra monodisco angulado, a 5 kg/ha.

En fase vegetativa se cortaba cada vez que el tapiz alcanzaba alturas de aproximadamente 12 cm. Pos siembra, variando con los años, se cortó entre el 23 de septiembre y 12 de octubre, dejando un rastrojo residual entre 5 a 7 cm. Esta defoliación representa la fecha de último corte previo a la cosecha de semillas. La misma se realizó sobre los rastrojos altos y bajos de sorgo, sin embargo, el factor determinante para la realización de este corte fueron los rastrojos altos. Si estos se mantenían sin cortar, probablemente las intensidades de floración serían afectadas por el sombreado del rastrojo y la cosecha de semillas sería más dificultosa. Los herbicidas aplicados correspondieron a los recomendados normalmente por INIA para semilleros comerciales (ver numeral 9).

Los rendimientos de semilla en los años de siembra 2001 y 2002 sobre seis rastrojos distintos se informan en el cuadro 12.

Excepto el rastrojo de *Digitaria* sp. que deprimió significativamente ($P<0.05$) los rendimientos de semilla, los restantes rastrojos posibilitaron la obtención de rendimientos similares entre ellos y al de sorgo.

Las siembras en directa del trébol blanco se realizaron a 45 grados con relación a las líneas de siembra de los cultivos de verano,

Cuadro 12. Efecto de diferentes rastrojos sobre los rendimientos relativos de semilla en trébol blanco Estanzuela Zapicán, sembrado en directa, con relación a los obtenidos sobre rastrojo de sorgo granífero (kg/ha), tomado como base 100 %.

	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja	MDS
TB (2001)	66	99	99	318	98	106	19
TB (2002)	74	106	-	244	103	98	21

La columna correspondiente a sorgo reporta los rendimientos de semilla (kg/ha) tomados como base 100 y cosechados en forma manual. MDS: mínima diferencia significativa en % al nivel P=0,05%.

con el objetivo de mejorar la nivelación del suelo. Para las situaciones de maíz y sorgo, los surcos de ambos cultivos de verano permanecieron a pesar de la pasada de sembradora, algo levantados con relación al entresurco, es decir, no se logró una nivelación perfecta, aspecto que debería ponderarse en condiciones comerciales de producción. Cuando el surco de estos cultivos, maíz y sorgo, quedan muy levantados por arriba del plano de la chacra, probablemente deba nivelarse la chacra mediante disquera niveladora pesada o cambiar de especie para producir semilla. En las restantes situaciones los suelos quedaron nivelados correctamente.

Con rastrojos de sorgo se profundizaron estudios sobre otros factores. Entre ellos el trébol blanco fue sembrado de dos formas, directa (SD) y con preparación convencional de suelo (LC). La información recabada de tres experimentos se resume en el cuadro 13.

El análisis de la información dentro de cada año indicó que las formas de siembra, SD o LC, registraron rendimientos similares (P>0,05), aunque consistentemente en SD se verificó como tendencia registros productivos menores, aunque no significativamente (P>0,05), (cuadro 13).

La SD sobre rastrojo de raigrás Titán, comparado en un año solamente, tampoco diferenció los rendimientos de semilla de los

Figura 10. Trébol blanco en SD sobre rastrojo de soja.

rastrojos de sorgo, sembrados tanto en SD como en LC. Entre fines de septiembre y comienzos de octubre según los años, al tapiz se le pasó rotativa, momento que ofició como fecha de cierre. Los tallos de sorgo son de difícil descomposición y de larga permanencia en el rastrojo. La pasada de rotativa en el rastrojo alto permite una mayor incidencia de luz sobre el dosel, evitando depresiones en las intensidades de floración del trébol blanco, facilitando además los operativos de cosecha.

En otra secuencia de trabajos, realizados en diferentes zonas del país, se evaluó la siembra de trébol blanco para semilla sobre rastrojos de trigo o soja, comparativamente con sorgo. La mayoría de las siembras se hicieron en mayo y junio, utilizándose una

Cuadro 13. Producción de semillas (kg/ha) de trébol blanco sembrado en directa (SD) y con preparación convencional de suelo (LC) sobre rastrojos de sorgo y en una situación, rastrojo de raigrás. Siembras en 2001-02 y 03.

	2001		2002			2003	
Rastrojo	Sorgo		Sorgo		Raigrás	Sorgo	
Siembra	LC	SD	LC	SD	SD	LC	SD
T. Blanco	391	346	377	323	367	488	436

densidad de siembra de trébol blanco de 6 kg/ha, (cuadro 14).

Cuadro 14. Efecto del rastrojo en los rendimientos de semilla de trébol blanco Zapicán (kg/ha de semilla limpia) en el primer año.

Rastrojos			Zona
Trigo	Soja	Sorgo	
303a	274a	201b	INIA Estanzuela
166a	178a	119b	Lavalleja. Alferez
194a	188a	-	Basalto. Valle de Aiguá
222a	231a	147b	Yaguarí. Pueblo del Barro
277a	-	159b	Pradera Negra. Vichadero

En el año de siembra, los rendimientos superiores de semilla (P<0,05) correspondieron a los rastrojos de trigo y soja, sobre los de sorgo, cuadro 14. Sobre este tema, Clifford, (1977), sugiere para Nueva Zelanda la siembra sobre rastrojos de trigo, donde se logran rendimientos muy altos de semilla.

3.8 Impacto de la forma de siembra en la infestación de malezas

Económicamente en producción de semillas, las contaminaciones con malezas tienen mayor importancia que para producción de forraje. Las malezas en semilleros, además de las depresiones productivas que determinan directamente por efectos de interferencia, pueden aumentar las pérdidas de semilla durante los operativos de cosecha, elevar las mermas durante los procesos de maquinación, bajar de categoría el lote y por tanto su valor y elevan los costos de producción, especialmente el control de malezas latifoliadas, dentro de una especie latifoliada como trébol blanco.

La secuencia de experimentos realizados en los potreros del sistema de invernada intensiva de La Estanzuela, en condiciones comparativas entre siembra en directa (SD) y con preparación convencional de suelo (LC), permite cuantificar diferencias, que son resultado de los factores que realmente se comparan. Las chacras donde se establecieron, tenían una historia agrícola muy amplia, donde cultivos y pasturas se instalaban con LC del suelo hasta 1996, en que comenzó a sembrarse en directa. La historia previa del manejo de suelos y cultivos asegura un nivel alto y diversificado de malezas.

En el cuadro 15 se resume para SD y LC, el área cubierta por malezas latifoliadas, evaluada variando con los experimentos entre los 80 y 120 días pos siembra, de 36 comparaciones para cada especie, producto de experimentos (años) por dos alturas de rastrojos de sorgo, por repeticiones.

La información se agrupó dentro de cada forma de siembra (SD o LC) en frecuencia de situaciones, donde se registraron porcentajes de área cubierta por malezas en rangos de 0 a 10%, 11 a 20 y de 21 a 40%.

Las malezas mas frecuentes fueron: *Stachys arvensis, Polygonum aviculare, Rapistrum rugosum, Raphanus raphanistrum, Stellaria media, Circium vulgare*.

TB presentó una frecuencia superior de casos con menores contenidos de malezas latifoliadas en las etapas iniciales pos siembra, cuando se sembró en directa, en relación a las sembradas con laboreo convencional de suelo, (cuadro 15).

Sobre un total de 396 comparaciones entre formas de siembra, SD versus LC, se verificó que en el 78% de las comparaciones, la SD presentó significativamente (P<0,05) menores áreas cubiertas por malezas latifoliadas. Con trébol blanco, mientras en SD el promedio para malezas latifoliadas fue de 9 %, en LC las malezas ocupaban un 15 %. Para todas las situaciones estudiadas siempre las áreas cubiertas de malezas en SD fueron significativamente diferentes y menores que las registradas con LC (Formoso, 2007b).

Cuadro 15. Frecuencia de situaciones según forma de siembra de distintos rangos de área cubierta por malezas latifoliadas entre 80 y 120 días pos siembra.

Siembra	Laboreo convencional			Siembra directa		
Malezas %	0 a 10	11 a 20	21 a 40	0 a 10	11 a 20	21 a 40
T. blanco	62	25	13	75	16	9

3.9 Densidades y momentos de siembra

La encuesta realizada por García *et al.* (1991) a productores semilleristas de todo el país, indica que la densidad promedio utilizada en trébol blanco era de 8 kg/ha, donde el 80 % de los productores sembraba al voleo y un tercio de estos utilizaba como sembradora una abonadora centrífuga. Mientras que los productores que obtienen altos rendimientos de semilla (174 kg/ha en promedio) siembran en otoño a 7 kg/ha, los de rendimientos medios (109 kg/ha) y bajos (56 kg/ha) usan densidades en torno a los 3 kg/ha. En la zona este, Formoso (2000) informa que tanto en la región de lomadas como en la zona baja, se utiliza una densidad de siembra de 8 kg/ha, utilizándose sembradora centrífuga y mezclándose la semilla con el fertilizante en el momento previo a la siembra.

La plasticidad de trébol blanco posibilita utilizar una gama amplia de densidades de siembra, así en Inglaterra estas varían entre 2 y 4 kg/ha, otros países europeos siembran entre 1 y 2 kg/ha, en Nueva Zelanda varía entre 3 y 6 kg/ha y en Uruguay entre 2 y 10 kg/ha (Marshall *et al.,* 1998; Clifford, 1980; García *et al*., 1991; Formoso, 2000).

Aumentos en las densidades de siembra con el objetivo de incrementar el número de cabezuelas, puede reducir la iniciación floral y deprimir el número de cabezuelas maduras a cosecha. Sobre el tema, Zaleski, (1961), muestra datos de tres años donde densidades de siembra de 1,5; 3 y 6 kg/ha generaron a cosecha 700, 647 y 615 cabezuelas maduras por m^2 respectivamente. Clifford, (1977) remarca que el uso de densidades muy bajas, por ejemplo 0,75kg/ha, genera pocos sitios de iniciación floral, que se traducen en bajo número de cabezuelas por unidad de superficie. Haciendo referencia a la gran plasticidad de trébol blanco, Marshall y James, (1988), resaltan la flexibilidad que tiene esta leguminosa respecto al rango del número de plantas/m^2, que lo ubican entre 9 y 100 plantas/m^2.

Con relación a los rendimientos máximos de semilla, Clifford, (1997) indica como mejores opciones para Nueva Zelanda, la siembra de otoño en directa o con mínimo laboreo, sobre rastrojos de trigo o cebada, que posibilitan registrar rendimientos de semilla entre 700 y 935 kg/ha.

En el país se han llevado a cabo algunos trabajos con el objetivo de evaluar el impacto de densidades de siembra sobre los rendimientos de semilla en trébol blanco. Estefanell (1979), con la procedencia Yí de trébol blanco, sobre Brunosoles desarrollados sobre Fray Bentos, evaluó el impacto de cuatro densidades de siembra, 3, 5, 7 y 10 kg/ha en el primer año y relata como tendencia, que la siembra a 5 kg/ha sería la más apropiada para producir semilla, forraje y deprimir el enmalezamiento (cuadro 16).

En una secuencia de cuatro experimentos establecidos en años sucesivos, se evaluó el efecto de cuatro densidades de siembra realizadas en dos momentos, en marzo como representativo de siembras tempranas y a fines de mayo, inicio de junio, como momento de siembra tardío, (Formoso, 1992, informe interno), mostrándose los resultados en el cuadro 17.

Las cosechas de semilla en las siembras de marzo se ubicaron en los distintos años entre el 8/12 y 5/1, mientras que en las tardías se localizaron entre el 12/1 y 26/1.

Para los cuatro experimentos, los números promedio de cabezuelas maduras/m^2 a cosecha fueron para las densidades de siembra 2 - 5 - 8 y 11 kg/ha en las siembras de

Cuadro 16. Efecto de cuatro densidades de siembra en los rendimientos de forraje y semilla de trébol blanco Yí en el primer año, sembrado sobre suelo preparado en forma convencional. Estefanell, (1979).

	3 kg/ha	5 kg/ha	7 kg/ha	10 kg/ha
Forraje: abril a septiembre.(kgMS/ha)	372b	692a	822a	842a
Malezas (%)	26a	14b	9b	6b
Semilla (kg/ha) (Cosecha 29/12)	191ab	218a	175b	167b

Cuadro 17. Efecto de densidades y épocas de siembra en trébol blanco Estanzuela Zapicán, sembrado al voleo con laboreo convencional del suelo, en los rendimientos de semilla del año de siembra (kg/ha). Información de cuatro experimentos.

	Siembras del 20 al 30/3						Siembras del 25/5 al 2/6					
	1	2	3	4	M	%M	1	2	3	4	M	% M
2 kg/ha	199	133	237	330	225	32a	86	93	108	102	97	31a
5 kg/ha	211	171	295	382	265	13b	96	157	128	135	129	22b
8 kg/ha	187	208	288	361	261	5c	176	161	185	155	169	15c
11 kg/ha	159	135	210	318	205	5c	95	114	105	158	118	2d

En rojo, dentro de cada año (1 - 2 - 3 - 4), indica rendimientos de semilla menores (P<0,05).
M = medias de siembras tempranas y tardías. % M = porcentaje de malezas a cosecha.

marzo: 450, 463, 435 y 446, sin diferir entre ellos (P>0,05) y para las de mayo - junio, los valores correspondieron a 253c, 280c, 328b y 404a, donde letras diferentes indican diferencias significativas al 5%.

Las siembras tardías disminuyeron la capacidad de producción de cabezuelas y de semillas, comparativamente con las tempranas. En la siembra tardía, aumentos en las densidades de siembra a 8 kg/ha, incrementaron (P<0,05) la población de cabezuelas maduras a cosecha.

Las siembras tardías además de deprimir el componente del rendimiento de semillas más importante (número de cabezuelas/ m^2), también determinó menores números de flores por cabezuela, en media un 21% menos, un número menor de semillas por flor, en promedio un 26% menos y además la proporción de pedúnculos florales por debajo de 12 cm de altura desde el nivel de suelo, aumentó. Los pedúnculos florales cortos, determinan que las cabezuelas se encuentren a baja altura del nivel del suelo, atributo que incrementa las pérdidas de cosecha durante el corte y la recolección de gavillas a escala comercial.

Las disminuciones generadas por las siembras tardías en la mayoría de los componentes del rendimiento de semillas de trébol blanco, se explican porque la etapa reproductiva, ocurre en períodos con temperaturas superiores, agravado porque además el suelo pierde agua, se va secando a medida que la primavera progresa y la sensibilidad de trébol blanco a condiciones secas, determina las mermas relatadas en los componentes del rendimiento de semilla y el acortamiento de los pedúnculos florales.

Los resultados muestran que:

- Los mayores rendimientos de semilla superiores se registran en siembras de marzo comparativamente con las de mayo y junio.
- En siembras de marzo, los rendimientos mayores ocurren utilizando densidades de siembra de 5 y 8 kg/ha, sin diferir (P>0,05) entre ellos, mientras que en las siembras tardías de mayo y junio, las mayores producciones de semilla se registran con densidades de 8 kg/ha.
- En siembras tardías se requiere aumentar la densidad de siembra comparativamente con las tempranas, para asegurar mayores números de cabezuelas maduras a cosecha y rendimientos de semilla.
- Comparativamente con las siembras tempranas, las siembras tardías deprimen los rendimientos de semilla, la población de cabezuelas a cosecha, el número de flores por cabezuela, el número de semillas por flor y la altura de las cabezuelas con relación al nivel del suelo.
- Aumentos en las densidades de siembra deprimen los contenidos de malezas en el semillero, mientras que para las siembras de marzo predominaron malezas latifoliadas (71%) sobre raigrás (29%), en las siembras tardías la situación se invirtió, las malezas latifoliadas fueron en media de los cuatro experimentos un 34% y las gramíneas un 66%, estas estaban representadas principalmente por *Digitaria* sp. y *Echinochloa* sp.

3.10 Efecto de la ocurrencia de altas temperaturas pos siembra en la supervivencia de especies forrajeras

En siembras tempranas de marzo, si se registran muy altas temperaturas acompañadas de bajas disponibilidades de agua durante las etapas de establecimiento, las plántulas de leguminosas y especialmente las de trébol blanco pueden morir por desecación. Esto es más grave en situaciones de siembra en directa, comparativamente con siembras sobre suelo laboreado en forma convencional o con mínimo laboreo. Este problema que actualmente se verifica con más frecuencia en siembras de marzo, sugiere que para seguir manteniendo siembras tempranas y minimizar los riesgos de ocurrencia de períodos de temperaturas altas y muerte de plántulas, los momentos de siembra se atrasen para abril.

De las cuatro leguminosas comparadas, trébol blanco resultó ser la más sensible a muerte por desecación, sobre todo cuando se siembra en directa (cuadro 18).

En una secuencia de experimentos sembrados desde 2001 al 2006, en tres de ellos (50% de los casos) se repitieron los resultados mostrados en el cuadro 18, frecuencia que indica que el problema de desecación de plántulas por altas temperaturas, deba ser tenido en cuenta en condiciones de producción. En una de las situaciones, cinco días con temperaturas superiores a 30 °C que se registraron entre el 8 y 14 de abril, suceso que indica que en abril, aunque en menor frecuencia que en marzo, también puede presentarse el problema.

3.11 Incidencia de la cobertura del suelo, tratamientos del rastrojo y la profundidad de siembra sobre los porcentajes de implantación

La semilla de trébol blanco por ser de tamaño pequeño (peso de 1000 semillas entre 0,6 y 0,7 g) es altamente sensible a las condiciones de siembra, a los efectos de asegurar adecuados porcentajes de establecimiento. En el cuadro 19 se muestran resultados comparativos para varias leguminosas referentes a los porcentajes de implantación registrados sobre suelo desnudo y con rastrojo de trigo, donde las semillas fueron colocadas a distintas profundidades de siembra, utilizándose sembradoras con dos trenes de siembra diferentes, monodisco angulado (MDA) y doble disco desfasado (DDD) (cuadro 19). En las siembras en cobertura (0 mm), la semilla se dejaba caer libremente desde la boca de descarga del cajón de semilla fina. Los resultados que se presentan son promedio de dos experimentos realizados sobre Brunosoles del sistema de producción intensiva de leche de INIA La Estanzuela. Las siembras fueron realizadas sobre suelo sin mover, en directa, excepto la situación de suelo sin rastrojo, que además de sembrar directamente sobre el mismo, se hizo mínimo laboreo mediante

Cuadro 18. Siembra en directa (SD) o con preparación convencional de suelo (LC), de trébol blanco Estanzuela Zapicán sembrado a 5 kg/ha y otras especies forrajeras, efectos sobre el establecimiento en siembras de marzo. Rastrojo previo: raigrás INIA Titán.

	% de AC de la especie sembrada 19/4		
	SD	LC	Diferencia
Avena LE 1095a	100	100	NS
Lotus INIA Draco	42	82	**
Alfalfa Estanzuela Chaná	33	61	**
T. blanco Estanzuela Zapicán	19	41	**
T. rojo Estanzuela 116	33	59	**

c** = (P<0,01). AC = área cubierta de surco por la especie sembrada.

disquera pesada provista de discos escotados en todos los cuerpos, regulándose la profundidad de laboreo entre 5 y 7 cm.

Las chacras donde se realizaron los experimentos vienen de tres años de siembra directa, donde el trigo también fue sembrado en directa. Entre los trenes de siembra, mientras que con el sistema de monodisco angulado se controló con precisión la profundidad de siembra, con el doble disco desfasado, el control no es preciso y el hecho de que los dos discos de cada tren de siembra son de diámetros diferentes, determina que la profundidad real de siembra dependa de donde quede ubicada la semilla, sobre la depresión realizada por el disco de menor diámetro o mayor.

La profundidad de siembra y el contacto adecuado semilla - suelo son factores de suma importancia en determinar el número de plántulas a obtener, con especies forrajeras de semillas de tamaño pequeño, razón por la cual es importante disponer de sembradoras que aseguren manejar correctamente estas variables. Sembrando a profundidades de siembra adecuadas y logrando un buen contacto semilla suelo, se garantiza un mejor flujo continuo de agua a la semilla, destacándose que si dicho flujo se interrumpe, el embrión o plántula puede morir (Formoso, 2007a, 2008).

A partir de la información que se muestra en el cuadro 19 se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- Las siembras al voleo de leguminosas sobre suelos con historia de siembra directa, determinaron los menores porcentajes de establecimiento, mejorando cuando el suelo presenta cobertura de rastrojo de trigo, o cuando se realiza la siembra al voleo con mínimo laboreo del suelo y la semilla se tapa con rastra.
- Sobre suelo desnudo, los mayores porcentajes de establecimiento se lograron con profundidades de siembra de 9 mm, en tanto, en suelo con cobertura de rastrojo de trigo, también se registran porcentajes de establecimiento altos a profundidades de siembra de 18 mm.
- Sobre suelo desnudo, profundidades de 18 y 27 mm resultan excesivas, deprimiendo la implantación, en tanto, sobre rastrojo de trigo, la profundidad de siembra de 27 mm también disminuyó el porcentaje de establecimiento.
- Independientemente de la profundidad de siembra seleccionada, 9, 18 o 27 mm, el tren de siembra doble disco desfasado determinó siempre porcentajes de establecimiento de leguminosas significativamente menores ($P<0,01$), al tren de siembra monodisco angulado.

Sobre rastrojos de sorgo, altos (RA) y bajos (RB) con destino de silo de grano húmedo o planta entera, donde además al rastrojo alto de sorgo se lo quemó con fuego (RAQ) o se le pasó rotativa (RAR), se evaluó el establecimiento de cuatro leguminosas forrajeras sembradas en directa, en el surco, con sembradora provista de tren de siembra monodisco angulado. Durante un año se cuantificó además el establecimiento sobre la gavilla dejada por la cosechadora. Las calidades de establecimiento se

Cuadro 19. Efectos de la cobertura del suelo, la profundidad de colocación de la semilla y los trenes de siembra empleados, sobre el número de plantas establecidas cada 100 semillas sembradas (% de implantación).

	Suelo sin rastrojo, desnudo				Suelo con rastrojo de trigo (25 cm altura)			
mm	**0**	**9**	**18**	**27**	**0**	**9**	**18**	**27**
TB	13-21	41-26	29-16	18-9	17	69-33	63-12	58-7
TR	19-37	56-33	40-21	27-13	21	64-41	62-23	59-14
AA	11-33	65-29	59-23	43-12	19	78-26	66-19	54-11

mm = profundidad de colocación de la semilla. 0 mm = siembra al voleo. TB = trébol blanco E. Zapicán con PMS = 0,66g. TR = trébol rojo E. 116 con PMS = 2,11 g. Alfalfa E. Chaná con PMS = 2.10 g. PMS = peso de 1000 semillas. En negro = porcentajes de implantación con tren de siembra monodisco angulado, en rojo, con tren de siembra doble disco desfasado. En verde, siembra al voleo con mínimo laboreo de suelo más rastra de ramas tapando la semilla.

Cuadro 20. Área cubierta (%) por la especie en el surco de siembra, entre 90 y 130 días pos siembra, en respuesta a diferentes tratamientos aplicados sobre rastrojos de sorgo granífero.

Años	2003				2004			
Rastrojos	RA	RB	RAQ	RAR	RA	RAQ	RAR	Gavilla
T. blanco	51b	44b	63a	22c	56a	61a	19b	7c
T. rojo	46b	38c	64a	36c	68a	77a	44b	36b
Lotus	54b	50b	71a	39c	45b	62a	31c	26c
Alfalfa	35b	24c	49a		49b	67a	36c	11d

RA: rastrojo alto, RB: rastrojo bajo, RAQ: rastrojo alto quemado, RAR: rastrojo alto picado con rotativa. Gavilla: implantación sobre la gavilla de paja y casullo dejado por la cosechadora.

cuantificaron mediante el área cubierta por la especie sembrada sobre el surco de siembra (cuadro 20).

La quema con fuego de los rastrojos altos de sorgo determinó los valores mayores de establecimiento de las leguminosas evaluadas en los dos años, mientras que con trébol blanco y trébol rojo en el 2004, los establecimientos sobre el RA y RAQ fueron similares (P>0,05) (cuadro 20).

Las gavillas perjudican en forma muy importante el establecimiento de las leguminosas, así como la picada con rotativa de los rastrojos, que además de bajar el porcentaje de establecimiento, implica un aumento de costo (cuadro 20).

3.12 Efectos de la compactación del suelo en los rendimientos de semilla

La nivelación de suelo para producción de semillas de trébol blanco es necesaria para disminuir pérdidas de semilla durante los operativos de cosecha. Sin embargo la nivelación genera compactación de la zona superficial del suelo, deprimiendo las velocidades de infiltración del agua y la cantidad de raíces producidas por la leguminosa. En el cuadro 21 se muestra información de tres experimentos desarrollados en chacras y años diferentes, sembrados en directa con sembradora provista de tren de siembra monodisco angulado, sobre suelo compactado por la nivelación (efecto compactador de la cuchilla niveladora) y sin compactar.

Tanto en área cubierta por trébol blanco en el surco de siembra, así como los rendimientos de semilla, fueron deprimidos por la compactación superficial del suelo, generada por la nivelación del mismo. Durante el año correspondiente a la siembra del 22 de abril, las condiciones relativamente secas de la primavera determinaron que en el suelo compactado, los rendimientos de semilla fueran realmente bajos, explicados porque las plantas de trébol blanco presentaban mayor intensidad de estrés hídrico, determinado por termometría infraroja. En esta situación, las plantas de trébol blanco presentaban menor peso de raíces en los 20 cm superiores del perfil de suelo y este tenía menor contenido de humedad. Cuando se niveló el suelo con exceso de humedad, siembra del 20 de marzo, se produjo una

Cuadro 21. Porcentaje de área cubierta por trébol blanco (AC %) sobre el surco de siembra en suelo compactado (C) y sin compactar (SC) y rendimientos de semilla (kg/ha) en el año de siembra.

Siembra	19 abril		22 abril		20 de marzo				Densidad de siembra (kg/ha) y número de semillas por metro
Nº días pos siembra	76		112		88				
					Suelo húmedo		Humedad adecuada		
	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	
AC (%)	76	95	58	89	33 c	51 b	57 b	76a	5-127
Kg/ha	167b	216a	69b	144a	156c	218b	222b	284a	

Dentro de cada año, letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas al nivel de P<0,05%.

pátina lustrosa superficial, que también limitó en forma importante el crecimiento y desarrollo del trébol blanco.

El impacto de la compactación del suelo sobre el crecimiento de forraje de un menú importante de especies forrajeras, durante el año de siembra ya fue reportado por Formoso (2007b). En especies de enraizamiento superficial como trébol blanco, la compactación del suelo, además de deprimir el desarrollo vegetativo en el primer año, este se refleja negativamente, deteriorando también las estructuras reproductivas, disminuyendo los rendimientos de semilla. Lo relatado precedentemente referente al impacto de la nivelación en compactar la zona superficial del suelo es muy evidente en la zona baja arrocera, cuando se nivela en verano y se siembra trébol blanco u otras forrajeras en otoño. El laboreo superficial con rastras de discos niveladoras luego de la pasada del land plane, disminuye marcadamente los efectos de la compactación, originando tasas iniciales de crecimiento muy superiores en las forrajeras que se siembran, comparativamente con el suelo compactado.

3.13 Impacto de la forma de siembra y del tren de siembra utilizado sobre el establecimiento de trébol blanco

Sobre distintas localidades del país, en años diferentes, se compararon diferentes formas de siembra de trébol blanco, evaluándose el establecimiento del semillero y los rendimientos de semilla en el año de siembra. Con relación a los porcentajes de plantas establecidas (E %) se generaron diferencias muy importantes, destacándose en primer lugar con los mayores valores, la siembra en líneas realizada con tren de siembra monodisco angulado. Con registros intermedios se ubicó la siembra en líneas con tren de siembra doble disco desfasado y en general los menores porcentajes de establecimiento correspondieron a las siembras al voleo, método de siembra que sigue siendo el más usado en las zonas extensivas (cuadro 22).

Las siembras en líneas originaron cultivos de trébol blanco muy uniformes, con

Cuadro 22. Efecto de la forma de siembra, en líneas o voleo y del tren de siembra utilizado en los porcentajes de establecimiento (E %), de plantas de trébol blanco con destino de semilleros entre 80 y 120 días pos siembra y rendimientos de semilla (kg/ha) en el primer año.

Tipo de siembra	E (%)	kg/ha	Ubicación
SL(MDA) 5kg/ha	53,5 a	188 a	Rastrojo de arroz. Tacuarembó
SV + RR 5kg/ha	17,5 b	111 b	
SL (MDA) 3 kg/ha	46,2 a	244 a	Brunosol. INIA La Estanzuela
SL (DDD) 3 kg/ha	21,7 b	218 a	
SV + RR 3 kg/ha	17,9 b	147 b	
SL (MDA) 5 kg/ha	56,7 a	222 a	Alferez. Lomadas Lavalleja
SL (DDD) 5 kg/ha	29,8 b	198 a	
SV + RR 5 kg/ha	11,1 c	154 b	
SL (MDA) 6 kg/ha	41,2 a	332 a	Basalto Puerto Gomez. Rincón de Aparicio
SL (DDD) 6 kg/ha	29,0 b	295 a	
SV + RR 6 kg/ha	18,7 c	303 a	

SL = siembra en la línea. SV = siembra al voleo, pendular o doble disco. RR = rastra de ramas. MDA = sembradora con tren de siembra mono disco angulado. DDD = sembradora con tren de siembra doble disco desfasado. E (%) = porcentaje de plantas establecidas por m^2, promedio de 25 determinaciones por chacra. Letras diferentes dentro de cada ubicación significa diferencias significativas al nivel de P<0,05%.

menor variabilidad dentro de cada chacra que las siembras al voleo y además contenían menor infestación de malezas. A medida que avanzaba la primavera, las diferencias iniciales entre tratamientos se fueron diluyendo, mostrando la plasticidad que trébol blanco presenta. Finalmente cuando se evaluaron los rendimientos de semilla, en tres casos se diferenciaron las siembras en líneas, con valores superiores a la siembra al voleo, y en una situación pese a registrarse diferencias en establecimiento importantes, los rendimientos de semilla no se diferenciaron entre los tres tratamientos (Rincón de Aparicio). Probablemente, la alta fertilidad de este suelo negro profundo de basalto, anuló las diferencias de establecimiento iniciales. El crecimiento indeterminado del trébol blanco, origina que en buenas condiciones de fertilidad, poblaciones iniciales menores, determinan menor competencia intraespecífica, posibilitando un mayor crecimiento en el número de estolones, compensando las diferencias iniciales y originando poblaciones de cabezuelas similares a cosecha. Los tratamientos de voleo en suelos de media a baja fertilidad (Tacuarembó y Lavalleja) no compensaron en semilla a las siembras en líneas. Un resultado similar se registró en La Estanzuela, sobre un suelo de buena fertilidad. Probablemente la primavera relativamente seca que se registró, perjudicó a la siembra al voleo, que además presentaba una profundidad de enraizamiento inferior, comparativamente con las sembradas en líneas.

3.14 Efecto del tiempo de barbecho y la opción de siembra, en la performance de trébol blanco

Existen especies como gramilla (*Cynodon dactylon*), pastos de verano como *Digitaria* sp., *Echinochloa* sp., que deprimen el crecimiento de leguminosas sembradas sobre los restos vegetales de las mismas. El fuego, laboreo del suelo y períodos relativamente prolongados de tiempo con precipitaciones, son variables que mejoran las condiciones de crecimiento de las leguminosas sembradas sobre los mismos, debido a que se disminuyen las sustancias que originan la interferencia. Específicamente con trébol blanco y lotus Maku sembrados sobre tapices naturales quemados con glifosato en suelos de lomadas de la zona Este del país (Unidad de suelos Alférez) se observaron depresiones similares sobre ambas leguminosas.

Para un mismo tratamiento del tapiz, las aplicaciones de glifosato tempranas, en diciembre, permiten mayores crecimientos de forraje del trébol blanco, comparativamente con las tardías (febrero). El mayor crecimiento de forraje implica mayor número de sitios potenciales para producir cabezuelas y consecuentemente los rendimientos de semilla son superiores. Dentro de cada momento de aplicación de glifosato, los rendimientos inferiores se registran con siembra en directa sobre el tapiz. La quema con fuego y el mínimo laboreo, mejoran notablemente los rendimientos de forraje y semilla comparativamente con la siembra en directa y los máximos registros de forraje y semilla se obtienen, cuando el suelo es laboreado y nivelado (cuadro 23).

La siembra de trébol blanco se hizo en todas las situaciones en la línea, utilizándose una densidad de siembra de 5 kg/ha. Se destaca que la SD, tanto en la aplicación temprana como tardía de glifosato, aparte del bajo volumen acumulado de forraje a cosecha, presentaban una alta proporción de alturas de cabezuelas por debajo de los 11 cm. Bajo volumen de forraje y altura de cabezuelas, significan altas pérdidas de cosecha en situaciones comerciales. Los rendimientos de semilla mostrados fueron obtenidos mediante cosecha manual.

En tapices como los de la Unidad Alférez, para establecer semilleros de trébol blanco, deberían eliminarse con aplicaciones tempranas de glifosato y ser laboreados antes de la siembra. Esta estrategia disminuye la interferencia que sobre la leguminosa dejan los componentes del campo natural. Ya fue comentado que las mejores opciones consisten en sembrar los semilleros luego de uno o dos ciclos de verdeos o cultivos. Con lotus Maku se han visualizado efectos similares a los comentados con trébol blanco.

La información presentada en el cuadro 23 corresponde a un solo experimento, ra-

Cuadro 23. Efecto del tiempo de barbecho y otros tratamientos en tapices naturales sobre la Unidad de suelos Alférez, en la acumulación de forraje a cosecha y rendimientos de semilla de trébol blanco Estanzuela Zapicán.

Aplicación de glifosato (5 l/ha)	Tratamientos del tapiz	Forraje (kgMS/ha)	Semilla (kg/ha)
15 de diciembre	SD	1980 c	145 cd
	Quema del tapiz el 28 de febrero + ML	2460 b	289 ab
	LC de suelo y nivelación en enero	2990 a	312 a
18 de febrero	SD	1270 e	112 d
	Quema del tapiz el 12 de marzo + ML	1760 d	159 c
	LC de suelo y nivelación el 28 de febrero	2248 b	266 b

ML = mínimo laboreo, una pasada de disquera pesada.
Todos los tratamientos se sembraron el 23 de marzo con una sembradora de directa, de doble disco.

zón por la cual se deberían realizar más trabajos sobre el tema, con el objetivo de mejorar la información disponible. Lo reseñado es importante no solamente para producción de semillas, sino también de forraje.

3.15 Aplicación de curasemillas y número de plántulas obtenido sobre suelo preparado con mínimo laboreo y sembrado con siembra directa

Actualmente las inversiones de pasturas, semilleros, se pueden mejorar considerablemente frente a factores nocivos del ambiente como hongos e insectos, mediante la protección de la semilla con fungicidas y/o insecticidas (Altier, 1987; Formoso, 2007a, 2008). Sobre el tema referente a protección contra el complejo de hongos que deteriora o mata las plántulas durante las etapas iniciales de establecimiento (damping off) se realizaron una serie de trabajos cuyos resultados se muestran en el cuadro 24. El costo marginal de los fungicidas protectores de la semilla, es despreciable comparativamente con el de la semilla y las implicancias económicas que tiene en asegurar más una inversión de forrajeras, determina que sea una opción recomendable para ser usada siempre.

Los experimentos fueron realizados en Brunosoles de las unidades de producción animal de INIA La Estanzuela, utilizándose con carácter exploratorio un solo fungicida curasemilla (Metalaxil 35SC). El trébol blanco fue sembrado a 5 kg/ha.

Cuadro 24. Efecto del curasemilla Metalaxil 35SC aplicado a 1cc/kg de semilla sobre en número de plantas por metro de surco expresado en términos relativos al testigo sin curasemilla, tomado como base 100 %. Años 2003 a 2005.

	Marzo y Abril	Mayo y Junio	Julio y Agosto
Trébol blanco Estanzuela Zapicán	103-123	102-114	100-139
	117-131	118-156	123-178
	159-211	123-162	104-117

Cada fila corresponde a un año y chacra diferente. Números en negro corresponden a siembra con mínimo laboreo mediante dos pasadas de disquera pesada provista de discos escotados en sus cuatro cuerpos, en rojo indica siembra en directa con sembradora provista de tren de siembra monodisco angulado.

De la información recabada se destaca que cuando se sembró en directa, las respuestas a la aplicación de fungicidas fueron muy superiores comparativamente a cuando se sembraba con mínimo laboreo del suelo. La siembra en directa en general, disminuye la velocidad de germinación y crecimiento inicial de las plántulas, comparativamente a cuando el suelo tiene un grado de preparación superior. Este enlentecimiento significa que las plántulas pasan mayores períodos de tiempo, durante las primeras etapas de crecimiento, donde aún sus estructuras y tejidos son muy jóvenes y por tanto, más vulnerables al ataque de hongos. En la medida que el ambiente favorece el establecimiento rápido de las especies, los riesgos disminuyen, pero no se anulan.

Dentro de una misma chacra (misma fila), la incidencia de las enfermedades sobre el porcentaje de establecimiento varía con las épocas, desde situaciones donde el tratamiento con curasemilla fue similar al testigo, hasta casos donde hay respuestas muy importantes. Altier (1987), muestra para varias leguminosas respuestas muy importantes en la producción de forraje, consecuencia de usar semilla protegida con fungicidas.

Tal como se manifestó previamente, se sugiere que las siembras se realicen con semilla protegida, puesto que el costo del tratamiento casi no incide y en condiciones de alta infestación, se puede duplicar el número de plántulas obtenido. Esta alternativa es tanto más importante, cuanto más estresantes sean las condiciones para el establecimiento de las especies.

4. NUTRICIÓN MINERAL

4.1 Relevamiento de nutrientes en la zona Este

El 42 % de los productores semilleristas de trébol blanco consideró que el nivel de fertilización fosfatada, limitaba los rendimientos de semilla (García *et al*., 1991). Posteriormente, Morón (1999), relevó en la zona este (unidad de suelos Alférez) mediante análisis de planta y suelos, en semilleros de trébol blanco Estanzuela Zapicán, el estado nutricional de los mismos. El relevamiento se realizó en septiembre, con plantas en estado de crecimiento activo, con alturas de plantas entre 10 y 15 cm, muestreándose las hojas más pecíolos. Los niveles críticos para varios nutrientes se reportan en el cuadro 25.

Cuadro 25. Niveles críticos de las concentraciones y relaciones de macro y micronutrientes en trébol blanco. Morón (1999), adaptado de McNaught (1970), Cornforth (1984), Edmeades *et al.* (1994), Sinclair *et al.* (1996 a, 1996b, 1997), Rodríguez *et al.,* 1998.

Nutrientes	Concentraciones
Nitrógeno (N)	4,8 %
Fósforo (P)	3,5 mg/g
Azufre (S)	2,5 mg/g
Potasio (K)	2,0 %
Calcio (Ca)	0,40 %
Magnesio (Mg)	0,18 %
Manganeso (Mn)	25 mg/kg
Zinc (Zn)	16 mg/kg
Cobre (Cu)	6 mg/kg
Boro (B)	25 mg/kg
Hierro (Fe)	50 mg/kg
Relación n/p	13
Relación n/s	19
Relación s/p	0,72

Según Morón (1999), los niveles en suelo de potasio intercambiable dieron en promedio 0,28 meq/100g de suelo, con un coeficiente de variación de 41%, valor que consideró preocupante, ya que en general se maneja un valor igual o superior a 0,30 meq/100g de suelo como aceptable para diferentes cultivos.

Los valores de fósforo disponible en suelo presentaron alta variabilidad, explicado por la forma de fertilización y fuentes utilizadas. Con relación a micronutrientes, todos estarían en el rango de alta disponibilidad con excepción de zinc, cuya concentración promedio se clasifica como un valor medio.

Con relación a los valores en planta, la determinación del fósforo por el método de acido cítrico fue el que presentó mejor asociación, indicando como valor crítico en el suelo entre 12 y 15 ugP/g suelo (Morón, 1999).

Mayoritariamente los valores de fósforo en planta se ubicaron por debajo del nivel crítico, en azufre, el 30% de las situaciones también registró concentraciones por debajo del nivel crítico, mientras que consistentemente todos los valores de nitrógeno en planta, se ubicaron por debajo del valor crítico, pese a que las plantas tenían nódulos eficientes (Morón, 1999). El contenido de potasio en planta registró alta variabilidad, donde aproximadamente el 50% de las situaciones presentó valores inferiores al nivel crítico. Con relación a calcio, magnesio, manganeso, zinc, boro, cobre, hierro, dicho autor concluye que los valores registrados inducen a pensar que no hay deficiencias importantes.

4.2 Respuesta al fósforo

Sobre el tema se realizaron trabajos, en distintas zonas del país, con semilleros de primer y segundo año. En los mismos se evaluó producción de forraje y semillas. En trébol blanco los requerimientos de fósforo para producción de semilla son inferiores a los necesarios para producir máximas cantidades de forraje. En una leguminosa indeterminada como trébol blanco, el exceso de fertilización fosfatada, estimula con mayor fuerza las señales internas de las plantas que promueven la producción de forraje, aspecto que se traduce generalmente en depresiones en el número de estructuras reproductivas, especialmente la concreción de menores poblaciones de cabezuelas, disminuyendo los rendimientos de semilla. Estos no solo bajan por menor número de cabezuelas, sino que además, una proporción importante de éstas queda inmersa dentro de la masa foliar, dificultándose la polinización, disminuyendo el número de semillas por flor y por cabezuela. Un agravante adicional, radica que en condiciones de tiempo húmedo, las cabezuelas maduras persisten períodos prolongados muy húmedas, pudiendo ser atacadas por hongos e insectos, estimulando la disgregación y pérdida de flores de las mismas, aspecto que potencia las pérdidas de rendimiento de semillas. En el capítulo 3, (numeral 3.1) se hicieron comentarios y se mostraron resultados de experimentos donde se evaluó la producción de semillas durante dos o tres años y sus relaciones con los niveles iniciales y de refertilización fosfatada.

Con el objetivo de dar una idea de los cambios que pueden promover aumentos en la dosis de fertilización fosfatada en un tapiz de trébol blanco, se muestran las respuestas obtenidas para el período comprendido entre el quince de octubre y siete de diciembre, pleno período de floración (cuadro 26).

El aumento en la dosis de fertilización fosfatada, aumentó la producción de forraje, la altura del tapiz, la densidad del forraje y la tasa de crecimiento diario. Estos incrementos, determinan mayor humedad y dificultad de secado dentro del tapiz. Los aumentos en la altura de las hojas, hasta 31 cm, determinan que las cabezuelas queden inmersas dentro del mismo, que sumado a una muy superior densidad del tapiz, promueve ineficiencias en la polinización y mayores tasas de desintegración de cabezuelas por excesos de humedad sobre las mismas. Las tasas de crecimiento diario de forraje indican potenciación de las estructuras vegetativas, deprimiendo las reproductivas.

Sobre un Vertisol, (INIA La Estanzuela) sin historia previa de fertilización fosfatada, con 2,8 ppm de fósforo determinado por

Cuadro 26. Efecto de tres dosis de fósforo aplicadas a la siembra, en abril, sobre algunos componentes del tapiz de trébol blanco Estanzuela Zapicán de primer año. Período entre el 15/10 y 7/12.

Dosis (kg $P_2 0_5$/ha)	40	80	160
Rendimiento (kg MS/ha)	2220	2980	3860
Altura (cm)	22	28	31
Densidad (kg MS/cm de altura)	100	106	124
Crecimiento diario (kg MS/ha/día)	41,8	56,2	72,8

Bray 1, se cuantificó sobre un semillero de primer año la respuesta al fósforo (figura 11).

En condiciones deficitarias de fósforo, los rendimientos máximos de semilla se registraron con 94 kg $P_2 0_5$/ha, mientras que el máximo para número de semillas por cabezuela se ubicó en 120 kg $P_2 0_5$/ha. El principal componente del rendimiento de semillas, número de cabezuelas por m^2,alcanzó el máximo valor con 21 kg $P_2 0_5$/ha y a partir de éste, aumentos en la dosis de fertilización fosfatada, deprimieron el número de cabezuelas. El máximo rendimiento de forraje se obtuvo con una dosis de 138 kg $P_2 0_5$/ha.
Sobre un Brunosol próximo a Young (Ruta 3), sin historia previa de fertilización fosfatada, con 3,3 ppm de fósforo determinado por Bray 1, se cuantificó la respuesta al fósforo en un semillero de primer año (figura 12).

Los valores máximos para las tres variables cuantificadas, relacionadas con producción de semillas, se ubicaron con tasas de fertilización similares, entre 102 y 108 kg $P_2 0_5$/ha, ajustando ecuaciones cuadráticas, donde a partir de los valores máximos de cada una, aumentos en la dosis de fertilización, deprimieron los mismos. El máximo para producción de forraje se registró con 144 kg $P_2 0_5$/ha, valor superior al requerido para producción máxima de semillas.

Sobre rastrojos de arroz, unidad de suelos Río Tacuarembó, se evaluó la producción de forraje y semillas en trébol blanco Zapicán, en respuesta al fósforo, utilizándose como fuente superfosfato de calcio granulado (0-21-23-0), mostrándose los resultados en la figura 13. El suelo, Planosol Dístrico ócrico, tenía 1,3 ppm de fósforo determinado por Bray 1. En cada nivel de fósforo se evaluó además la respuesta a 80 kg/ha de K20, no determinándose diferencias entre tratamientos, solo con fósforo o con este más potasio.

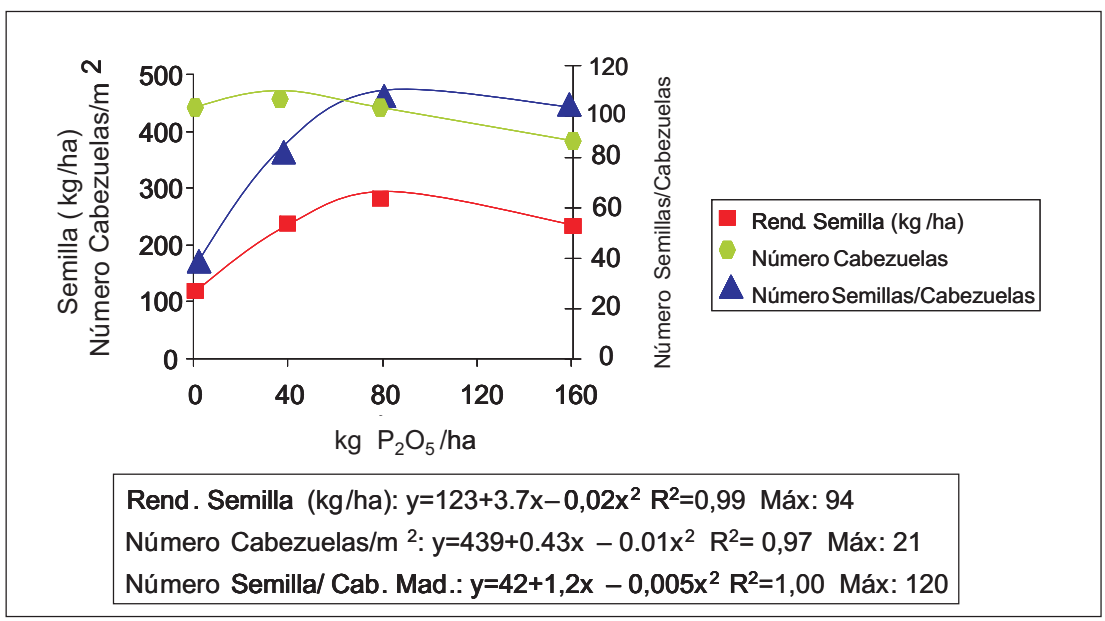


Figura 11. Rendimientos de semilla, número de cabezuelas por m^2 y número de semillas por cabezuela madura, en respuesta a la aplicación de fósforo (superfosfato de calcio, 0-21-23-0) sobre un semillero de trébol blanco Estanzuela Zapicán de primer año.

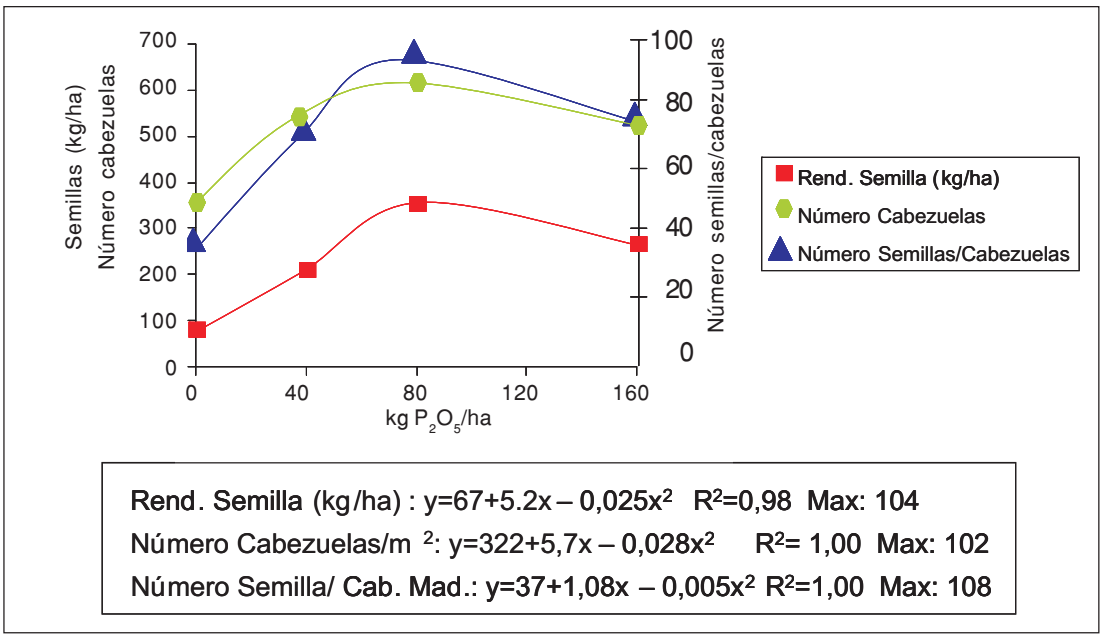


Figura 12. Rendimientos de semilla, número de cabezuelas por m² y número de semillas por cabezuela madura, en respuesta a la aplicación de fósforo (superfosfato de calcio, 0-21-23-0) sobre un semillero de trébol blanco Estanzuela Zapicán de primer año.

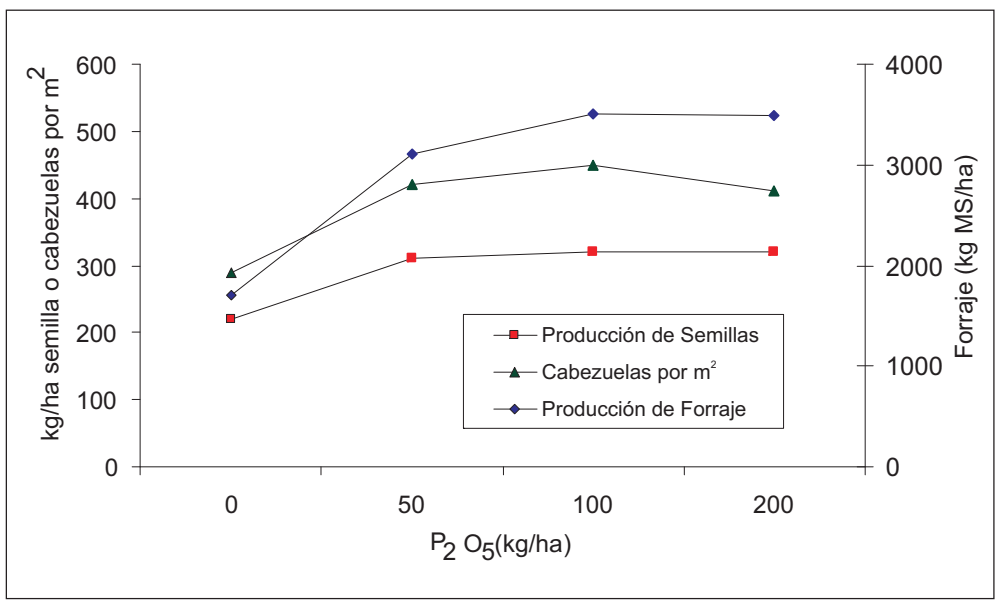


Figura 13. Rendimientos de forraje (kg MS/ha), de semillas (kg/ha) y población de cabezuelas (N/m²) en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de fertilización fosfatada. Información promedio de dos experimentos. (Formoso y Allegri, 1980).

La respuesta al fósforo desde la siembra realizada en la primera semana de marzo hasta el 10 de septiembre, fue muy importante hasta los 100 kg $P_2 0_5$/ha, aumentando la producción de forraje con respecto al testigo en 105%. Los niveles de fósforo requeridos para los máximos rendimientos de semilla y población de cabezuelas fueron inferiores comparativamente con los de máxima producción de forraje. Con 50 kg $P_2 0_5$/ha aumentaron un 47% con relación al control, en tanto, mayores niveles de fósforo aumentaron muy escasamente la producción de semillas (figura 13). Mientras que los rendimientos máximos de semilla se obtuvieron con dosis de 60 kg $P_2 0_5$/ha, los de forraje requirieron un nivel de 100 kg $P_2 0_5$/ha.

Durante el segundo año, a las dosis iniciales mostradas en la figura 13, se les evaluó la respuesta a la refertilización con 40 kg $P_2 0_5$/ha. Se detectó efecto de la refertilización solamente con dosis iniciales de 50 kg $P_2 0_5$/ha. Niveles iniciales de fósforo superiores, no determinaron diferencias en producción de semilla entre los tratamientos fertilizados y sin refertilizar (figura 14).

En el cuadro 27 se resume información referente a respuesta al fósforo en producción de semillas y forraje de trébol blanco Estanzuela Zapicán en el Noreste del país. La información corresponde a semilleros de primer año, localizados en el departamento de Tacuarembó, donde los niveles de fósforo en suelo determinados por Bray 1, se localizaron entre 2,4 y 3,5 ppm. Para los diferentes suelos se muestran los máximos de fósforo para producción de forraje y semillas.

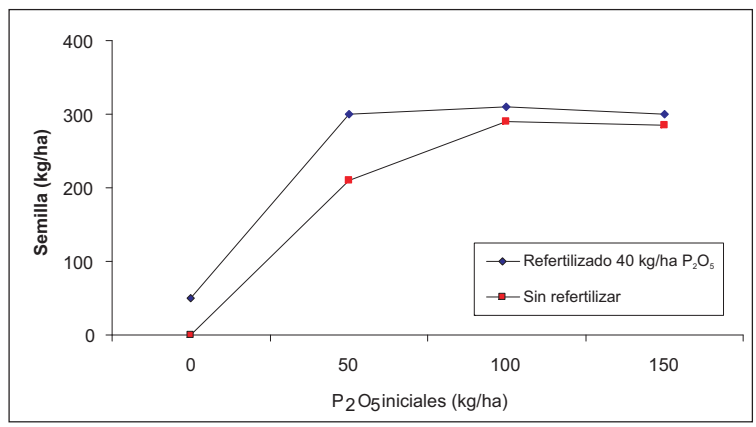


Figura 14. Respuesta a la refertilización con fósforo en trébol blanco Estanzuela Zapicán de segundo año. Información promedio de dos experimentos (Formoso y Allegri, 1980).

Cuadro 27. Valores máximos de kg $P_2 0_5$/ha para producción de forraje y semillas en tres suelos del noreste del país, para dos fuentes de fósforo.

Referencia	Máximo para forraje (kg $P_2 0_5$/ha)	Máximo para semilla (kg $P_2 0_5$/ha)
Vertisol. Yaguarí. Ruta 26	198 (HF) 148 (SF)	115 (HF) 98 (SF)
Planosol Arroyo Sarandí. Ruta 5	161(HF) 145 (SF)	129 (HF) 102 (SF)
Gley Húmico Río Tacuarembó. Ruta 26	178 (HF) 172 (SF)	95 (HF) 84 (SF)

HF= hiperfosfato en polvo. SF= superfosfato granulado (0-21-23-0).

La secuencia de trabajos realizado en variadas zonas del país, muestra consistentemente que los requerimientos de fósforo para producción de semillas son menores que para máxima producción de forraje. Debe tenerse presente, que probablemente bajo condiciones de buen suministro de agua, condición que también el trébol blanco utiliza muy eficientemente en potenciar su crecimiento vegetativo, los requerimientos para máxima producción de semillas sean inferiores a los necesarios en condiciones de disponibilidad normal de agua, aspecto que debería estudiarse con más profundidad.

En el cuadro 28, se resumen respuestas a la aplicación de distintas dosis de fósforo, agregado como superfosfato simple (0-21-23-0), donde se muestran respuestas en rendimientos de semilla, forraje, número de cabezuelas, etc., de distintos experimentos realizados con trébol blanco Estanzuela Zapicán.

En diversas zonas del país, con variaciones importantes entre suelos, en general los máximos para producción de semillas se registran con dosis en torno a los 100 kg P_20_5/ha, en tanto para producción máxima de forraje, se requieren dosis superiores.

4.3 Impacto de la fertilización fosfatada en la composición química de la semilla y posterior capacidad de crecimiento inicial de plántulas

Así como en semilleros de gramíneas, generalmente el uso de dosis mayores de fertilizante nitrogenado, aumenta el nivel de nitrógeno en la semilla y esta característica se traduce luego de la germinación, en tasas de crecimiento inicial de las plántulas superiores, con leguminosas ocurre algo similar.

En la figura 15 A se muestra como el aumento en la dosis de fertilización en dos semilleros de primer año, ubicados en La Estanzuela y en Young, aumentó linealmente los contenidos de fósforo en la semilla.

Posteriormente las semillas con distintos contenidos de fósforo fueron sembradas en forma independiente de acuerdo al tenor interno de fósforo en la semilla y se midió el crecimiento de las plántulas de trébol blanco (figura 15B).

Tal como se muestra, a medida que aumenta el contenido de fósforo en la semilla, el crecimiento de las plántulas se incrementó prácticamente en forma lineal.

Cuadro 28. Respuestas de distintas variables a diferentes dosis de fertilización fosfatada en trébol blanco.

Trébol Blanco E. Zapicán	kg P_20_5/ha (Super simple)				Regresiones	R^2	Max.
	0	40	80	160			
1-F (kg S/ha)	49	164	333	224	$y = -0,026x^2 + 5,45x + 32$	0,92	104
1-F (kg MS/ha)	954	2142	2556	2970	$y = -0,106\ x^2 + 29,18x + 1006$	0,98	137
2-Y (kg S/ha)	140	232	335	191	$y = -0,023\ x^2 + 4,20x + 129$	0,93	91
2-Y (kg MS/ha)	621	1016	1245	1891	$y = -0,003\ x^2 + 8,28x + 639$	0,99	1380
3-Ya (kg S/ha)	75	214	337	251	$y = -0,025\ x^2 + 5,19x + 67$	0,98	103
3-Ya (CM/m^2)	325	504	612	537	$y = -0,027\ x^2 + 5,77x + 322$	0,99	106
3-Ya (CT/m^2)	337	525	687	88	$y = -0,068\ x^2 + 9,53x + 313$	0,96	70
3-Ya (kg MS/ha)	3388	5628	7769	9304	$y = -0,204\ x^2 + 70,32x + 3321$	0,99	172
4- Alf-V-(kg S/ha)	88	224	308	248	$y = -0,021\ x^2 + 4,43x + 86$	0,99	105
4- Alf-V-(kg MS/ha)	2990	7182	8888	10171	$y = -0,398\ x^2 + 107,41x + 3135$	0,99	135
5-Alf-L-(kg S/ha)	121	251	294	228	$y = -0,019\ x^2 + 3,75x + 123$	0,99	98
6-Alf-A-(kg S/ha)	60	125	147	114	$y = -0,009\ x^2 + 1,88x + 61$	0,99	104
8-LE-(kg S/ha)	71	177	310	332	$y = -0,014\ x^2 + 4,04x + 62$	0,97	144

F = Flores, Y = Young, Ya = Yaguarí, Alf-V = Alférez-J.P.Varela, Alf-L = Alférez-Lascano, Alf-A = Alférez-Aiguá, LE = La Estanzuela. Localidades en negro = trébol blanco de primer año, en rojo = segundo año. Max = dosis de P_20_5/ha que se alcanza el valor máximo. S = semilla, MS = materia seca, CM = cabezuelas maduras, CT = cabezuelas totales.

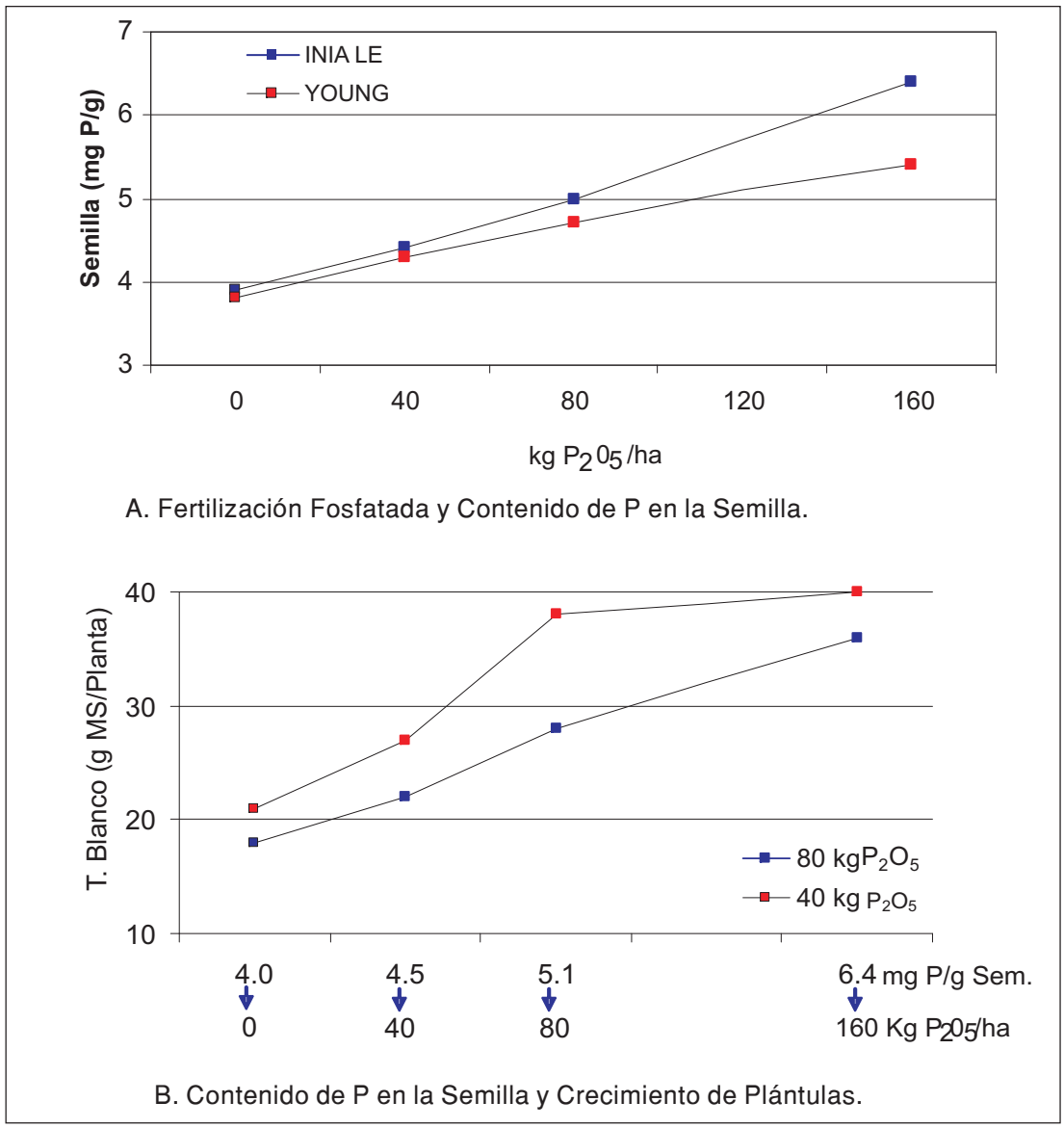


Figura 15. Incidencia de la dosis de fertilización fosfatada aplicada al semillero, sobre los contenidos de fósforo en la semilla y de éstos sobre el crecimiento posterior de plántulas.

5. MANEJO DE CORTES O PASTOREO DURANTE EL PERÍODO VEGETATIVO

5.1 Introducción

Un número importante de productores, (47%), considera que el manejo previo a la fecha de cierre, condiciona en forma importante los rendimientos de semilla (García *et al.*, 1991). Esta percepción se sustenta en que durante otoño e invierno, trébol blanco se pastorea con carga continua, donde frecuentemente ocurren situaciones de sobrepastoreo, consecuencia de las carencias de forraje que se registran generalmente en esas estaciones.

El potencial de producción de semillas en trébol blanco aumenta cuando las plantas entran con buen vigor al período donde recibe los estímulos reproductivos. En esta etapa, un buen nivel de reservas de energía, sumado a la ausencia de deficiencias en el

suministro de agua o nutrientes, potencia la percepción de las señales del ambiente, aspecto que posteriormente se traduce en una mayor cantidad de yemas axilares que pasan al estado reproductivo, por tanto, aumenta la población de cabezuelas.

5.2 Manejo de defoliación y rendimientos estacionales de forraje

Con relación a las exigencias de manejo de defoliación de trébol blanco durante la fase vegetativa, con el objetivo de potenciar el vigor de plantas, se muestra información reportada por Formoso, 2011. En el cuadro 29 se muestran las producciones de forraje obtenidas durante tres años, en cuatro frecuencias de corte aplicadas durante toda la vida de la especie (amarillo), o las producciones obtenidas en cada estación cuando solamente durante la misma se aplican las cuatro frecuencias y en las restantes estaciones del año se corta cada 45 días.

La información corresponde a una siembra del 13 de mayo, sobre un Brunosol del sistema de invernada intensiva de INIA La Estanzuela y da una idea de producciones factibles de obtener sobre cultivos bien establecidos.

A partir de la información del cuadro 29, cuando trébol blanco se somete sistemáticamente a la misma frecuencia de cortes durante toda su vida útil (experimento anual, en amarillo): a) los rendimientos superiores acumulados de los tres años se registraron en las frecuencias de cortes de 30 días, seguida por las de 45 días; b) el intervalo entre cortes de 22 días, determinó una disminución productiva de 12% con respecto al de 30 días; c) el sistema de cortes mas laxo, 60 + 30 días, significó una merma de 21 % con relación al esquema de 30 días, dicha disminución se explica por pérdidas de rendimiento, básicamente de hojas sombreadas, consecuencia de intervalos tan largos entre cortes; d) las mayores producciones en el segundo y tercer invierno se ubicaron con mayor frecuencia en el intervalo de cortes cada 45 días, ocurriendo en el tercer otoño una situación similar.

En el experimento estacional, donde durante tres estaciones del año, trébol blanco se corta cada 45 días, y solamente en una estación de aplican las cuatro frecuencias, se observa que: a) el hecho de cortar cada 22 ó 30 días durante una estación, cuando en las restantes se corta cada 45 días, determina que con las dos mayores frecuencias aplicadas, mayoritariamente se registran los rendimientos estacionales y totales superiores; b) en el segundo y tercer invierno la aplicación de intervalos de 45 días determinó rendimientos superiores de forraje; c) los manejos de cortes cada 22 ó 30 días en la estación previa, no originaron ninguna merma de la producción de forraje en la estación siguiente; d) en trébol blanco, manejos de cortes muy frecuentes en una

Cuadro 29. Rendimientos de forraje (kg MS/ha) de trébol blanco en respuesta a cuatro manejos de cortes aplicadas continuamente durante la vida productiva de la especie (anual), o estacionalmente. (Formoso, 2011).

Cortes	P_1	V_1	1	O_2	I_2	P_2	V_2	2	O_3	I_3	P_3	V_3	3
22	4786	1783	6569	1799	848	2116	980	5743	1421	1639	2757	1243	7060
30	5087	2010	7097	2508	918	2755	501	6682	2292	2025	3119	522	7957
45	4001	1795	5796	2202	1745	2678	428	7054	1933	2227	3367	627	8154
60+30	2791	1572	4363	1311	1745	2314	397	5766	2061	2174	2474	766	7475
MDS 5%	**638**	**212**	**595**	**288**	**194**	**316**	**106**	**653**	**266**	**316**	**254**	**211**	**778**
22	5093	2583	7676	2189	1675	2832	1038	7733	1989	2026	4558	2175	10748
30	5467	2909	8376	2809	1721	3008	610	8149	2519	2085	4458	734	9796
45	3846	2957	6803	2183	2011	2863	441	7498	1805	1706	4575	1576	9663
60+30	2942	2288	5230	1232	1985	2661	489	6367	2083	2157	3949	422	8611
MDS 5%	**516**	**376**	**810**	**526**	**284**	**326**	**98**	**476**	**385**	**288**	**489**	**214**	**1138**

En azul se resalta el rendimiento superior y aquellos que no difieren del mismo P>0,05 dentro de cada estación o total anual. P (primavera), V (verano), O (otoño), I (invierno), 1 - 2 - 3 = primero, segundo y tercer año.

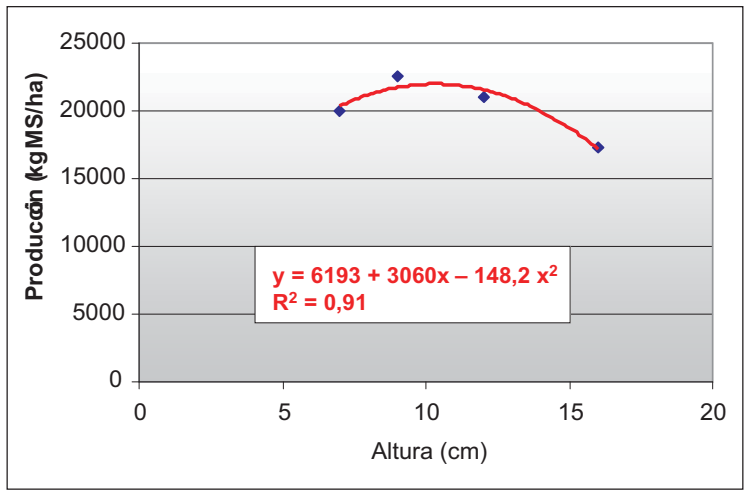


Figura 16. Relaciones entre los rendimientos de forraje acumulados de tres años y las alturas promedio de manejo de cortes.

estación, no deterioraron su capacidad de producción cuando el mismo en las estaciones precedentes a la que se aplican los manejos de cortes de 22 ó 30 días, se corta con intervalos de 45 días

A partir de la información mostrada en el cuadro 29, en la figura 16 se relacionan rendimientos totales con alturas del tapiz. Los rendimientos superiores de forraje se ubicaron con frecuencias de corte entre los 9 a 10 cm de altura. Alturas de 14 cm o mayores deprimieron los rendimientos de forraje.

Sin embargo, el pastoreo durante la fase vegetativa de esta especie, cuando además en primavera se va a destinar el cultivo para producción de semillas, debe considerar que cortes excesivamente frecuentes, cada 22 días, o con alturas de forraje menores a 10 cm, deterioran el diámetro de estolones, que disminuye. Esto indica menor nivel de energía acumulado en los mismos, lo que implica menor vigor. Esta característica se traduce en menor captación de los estímulos reproductivos del ambiente, consecuentemente, esto determinará menor población de cabezuelas y potencial de producción de semillas.

Trébol blanco cv Estanzuela Zapicán acumula los mayores rendimientos anuales con intervalos de 30 días, seguido por los de 45 días. Cuando en estaciones previas se corta cada 45 días, la aplicación de intervalos de 22 días durante una estación, 90 días, posibilita obtener los rendimientos mayores en dicho período, sin que este manejo aplicado en una sola estación, origine efectos negativos en la capacidad de producción de forraje de la siguiente. En otoño, pero especialmente en invierno, trébol blanco acumula los mayores rendimientos con intervalos de 45 días y a veces en el de 60+30 días, especialmente con mayores edades de la pastura. Intervalos superiores a los 45 días en este material en general determinan pérdidas importantes de rendimiento.

Considerando toda la información presentada, en términos prácticos, a nivel de sistemas de producción, trébol blanco debería manejarse con intervalos entre 30 y 45 días, preferenciando en invierno y en cultivos de tercer año la aplicación del intervalo de 45 días. Esta estrategia permite obtener estolones con buen vigor, aspecto importante para estrategias mixtas de pastoreo y producción de semillas.

En los esquemas mixtos de pastoreo y semillas, en invierno del segundo año, trébol blanco aumentó su capacidad de producción invernal cuando se le maneja con intervalos entre cortes más largos, por ejemplo 45 días. Comparativamente en el segundo invierno (I2), se verifica que al pasar a la frecuencia de cortes cada 45 días, si bien se pasa de tres a dos utilizaciones de forraje, la producción invernal aumentó un 90 %, es decir, casi se duplica. Este manejo además aumentó el diámetro de estolones ($P<0,05$) en 29%, por tanto este manejo, mejora los aspectos forrajeros y de producción de semillas.

5.3 Manejo de primavera y efecto residual en otoño invierno del siguiente año

Con relación a la capacidad de producción de esta especie en fase vegetativa, cuando el trébol blanco no se pastorea durante primavera, debido a que se destinó a producción de semillas, lo esperable es que durante el otoño-invierno siguiente, las plantas incrementen su capacidad de producción de forraje por arriba de lo normalmente esperado. Esto se debe a que en ausencia de defoliaciones durante toda la primavera, los niveles de energía almacenados en los estolones se maximizan, atributo que posibilita a las plantas ingresar al otoño con alto vigor, hecho que estimula la producción de forraje (cuadro 30). Este atributo positivo referente al vigor de los estolones, puede anularse si durante el corte hilerado del semillero, las pasteras de tambores, por mala regulación cortan los estolones, aspecto que se comentará cuando se trate el tema cosecha.

El 15 de septiembre se realizó el primer corte y en el manejo para producción de semillas, dicha fecha fue la de último corte. El 27 de diciembre correspondió a la fecha de cosecha.

La producción de cabezuelas a cosecha aumenta en la medida que incrementa el número de cortes realizado en primavera, como resultado de un mayor flujo de radiación roja impactando sobre las yemas axilares de los estolones. Sin embargo, el aumento en el número de cortes determina una disminución marcada en la altura de los pedúnculos florales. Mientras que en el manejo para semillas, la altura de estos fue de 21 cm, con tres cortes en primavera disminuyó a 13 cm y con cuatro cortes alcanzaron solamente 11 cm. Alturas de pedúnculos de 13 y 11 cm determinan muy altas pérdidas de cabezuelas en condiciones comerciales de producción durante el corte y recolección de gavillas.

El manejo para semillas de primavera, determinó las mayores producciones de forraje durante otoño e invierno y el mayor número de estolones por metro lineal de surco en junio. Un número elevado de estolones en junio, período previo al inductivo para floración, en primera instancia posibilita ante situaciones de buen manejo, un número alto de yemas axilares que potencialmente pueden pasar a cabezuelas en fase reproductiva.

El hecho que el manejo para producción de semillas en primavera, potencie la producción de forraje en el siguiente otoño invierno, constituye un atributo que en condiciones comerciales, potencia la capacidad de aumentar el producto animal obtenible en esquemas mixtos de producción de semillas y de carne, sean corderos pesados o recría bovina o engorde de novillos.

5.4 Impactos del manejo de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre distintos aspectos relacionados con la producción de forraje y semillas de trébol blanco, con énfasis en el uso de ovinos

Considerando que actualmente se está generalizando la producción mixta de semillas y carne, sobre semilleros de trébol blanco, deben tenerse presente una serie de aspectos relacionados con el manejo del pastoreo, especialmente con ovinos. Estos tienen alta capacidad de pastorear más abajo

Cuadro 30. Efecto de tres manejos de primavera sobre la producción de forraje durante otoño invierno en trébol blanco Estanzuela Zapicán.

Manejos de cortes	15/9 al 27/12		1/3 al 30/8	Junio
	Kg MS/ha	CM/m^2	Kg MS/ha	E/m
15/9+27/12	Semillas	386	4150=100	23=100
15/9+30/10+27/12	2870	433	3230= 78	16= 69
15/9+15/10+15/11+27/12	1560	624	1410= 34	6= 26

CM = cabezuelas maduras. E = número de estolones por metro lineal de surco.

que los bovinos, sobre el nivel del piso, al extremo que pueden seleccionar y comer puntas de estolones. El manejo de ovinos sobre semilleros de trébol blanco debe evitar especialmente el sobrepastoreo a baja altura, puesto que en esta situación, el potencial de producción de semillas posterior, decae marcadamente.

Con ovinos, se sugiere la aplicación de un manejo rotativo de corta duración, tratando de dejar una altura de rastrojo residual importante, 4 a 6 cm, que básicamente está formado por estolones y pecíolos sin hojas. En la parte basal de los pecíolos, trébol blanco tiene reservas de energía, por lo cual este manejo, acelera por retranslocación de las mismas, el nuevo rebrote y posibilita la llegada de radiación efectiva a los estolones, por lo que también se mejora el aspecto reproductivo.

Cuando se manejan rotativos con altas cargas de ovinos, debe cuidarse continuamente la disponibilidad del trébol blanco, puesto que la demora en los cambios de parcela, en apenas una hora, puede significar un pastoreo muy intenso, a ras de suelo, con desaparición de un porcentaje importante de estolones o parte de los mismos. Este problema de suceder, define en forma irreversible a futuro, un bajo potencial de producción de semillas.

Con relación al pastoreo de semilleros de trébol blanco con ovinos durante la etapa vegetativa, si las defoliaciones se realizan con un esquema de corta duración, por ejemplo cambio diario, con una frecuencia definida por la altura del trébol blanco, en torno a 15 -18 cm, dejando además un rastrojo residual importante (4 a 6 cm), constituye una estrategia que posibilita la llegada de la radiación roja a los estolones, estos conservan su vigor, estimado por el grosor, diámetro de los mismos y se potencia la producción posterior de cabezuelas y de semillas.

El manejo del pastoreo de ovinos en fase vegetativa en semilleros de trébol blanco, bien ejecutado es una excelente herramienta para potenciar rendimientos de semilla, mal realizado, puede determinar muy bajos rendimientos de semilla.

Considerando que el vigor de los estolones es altamente dependiente del manejo de la frecuencia e intensidad de defoliación y que tanto para producción de forraje como de semillas, es fundamental conservar el vigor de los mismos, se muestra información de manejo de defoliación en fase vegetativa con trébol blanco Estanzuela Zapicán.

El concepto de que trébol blanco es de las especies más adaptadas al pastoreo frecuente, debe ser redimensionado en función de la información mostrada por Formoso (2011), siendo especialmente más importante en esquemas que involucran pastoreo y producción de semillas. La frecuencia e intensidad de defoliación, son dos variables que interactúan entre ellas; a medida que se aumenta la frecuencia de cortes, disminuir la intensidad de los mismos, aumentando la altura del rastrojo residual, mejora el vigor de los estolones (cuadro 31). Inversamente, aumentos en la intensidad de defoliación, que implica disminuir la altura del rastrojo residual, mejora el vigor de estolones y consecuentemente la capacidad de producción, en la medida que la frecuencia de cortes disminuye (cuadro 31). El deterioro máximo de la forrajera se logra cuando simultáneamente se aplican altas frecuencias e intensidades de corte, este manejo origina la máxima disminución del vigor de los estolones.

Cuando trébol blanco se defolia dejando alturas de rastrojo de 6 cm, los pecíolos de las hojas tienen sustancias energéticas en el tercio inferior de los mismos, las cuales son retranslocadas internamente, de forma que conservan mayor cantidad de energía interna, lo que potencia la capacidad de crecimiento. A medida que se aumentó la frecuencia de cortes, sobre todo en invierno, el número de cabezuelas maduras aumenta debido a la llegada de mayor radiación inductiva (roja) a las yemas de los estolones. Sin embargo, la depresión del vigor de estolones consecuencia de aplicar mayores frecuencias y/o intensidades de corte, deprime las reservas energéticas internas del estolón, aspecto que se traduce

Cuadro 31. Efecto de la frecuencia e intensidad de cortes durante otoño e invierno (1/3 al 30/8), sobre el vigor de estolones al 15/9, expresado en términos relativos al manejo menos frecuente e intenso tomado como base 100, número de cabezuelas maduras (CM/ m^2) y altura (A cm) en diciembre. Peso relativo de raíces en los 20 cm superiores del perfil (PR).Trébol blanco Estanzuela Zapicán de segundo año.

Frecuencia	Intensidad	Vigor de estolones (%)	CM/m^2	A (cm)	PR
4cortes c/45d	3 cm	93a	363 c	21 a	95
4cortes c/45d	6 cm	100a=128g/m^2	354 c	22 a	100
6cortes c/30d	3 cm	57c	444 b	13 c	47
6cortes c/30d	6 cm	94a	527 ab	17 b	79
8cortes c/22d	3 cm	38d	498 ab	9 d	31
8cortes c/22d	6 cm	82b	564 a	14 c	54

Dentro de cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas al nivel P<0,05. Peso seco de estolones, 128 g/m^2, valor base 100. PR = peso relativo de raíces en los 20 cm superiores del perfil el (15/10) .

en menores longitudes de los pedúnculos florales y por tanto, cabezuelas situadas más próximas a nivel de suelo (cuadro 31). Ya fue comentado que alturas de cabezuelas de 10 a 12 cm o menos implican muy altas pérdidas de cabezuelas y semilla durante los operativos de cosecha.

Aumentos en la frecuencia e intensidad, también deterioran el peso de raíces en los 20 cm superiores del perfil de suelo. Esto fue cuantificado (Formoso, 2007b) y nuevamente se corrobora la susceptibilidad del sistema radicular de esta especie, al manejo de cortes o pastoreo. Se resalta la importancia de este aspecto, puesto que trébol blanco, en fase reproductiva, con su sistema radicular deteriorado y ubicado en posición más superficial, incrementa marcadamente su susceptibilidad ante déficit hídricos, atributo que es grave, por tratarse de una especie muy sensible a limitaciones hídricas. Si además de ocurrir déficit hídrico en primavera, se registran altas temperaturas, disminuirá el número de cabezuelas, flores y semilla por cabezuela, la altura de los pedúnculos y obviamente el potencial de producción de semilla cosechable será probablemente bajo. Estos problemas se pueden agravar si además el cultivo esta localizado en suelos con baja capacidad de almacenaje de agua.

El impacto que tiene la intensidad de defoliación sobre las raíces de esta leguminosa, en lo referente a velocidad de elongación de las mismas, queda claramente de manifiesto en el trabajo de Redrawn y Evans (1973) (figura 17).

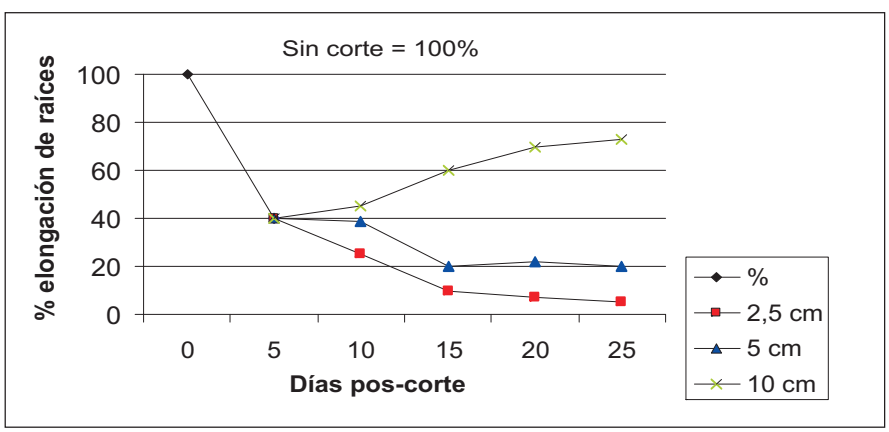


Figura 17. Efecto de la altura de corte sobre la tasa de elongación de raíces. Fuente, Redrawn y Evans (1973).

Se insiste en el tema, puesto que en el país son frecuentes los semilleros que se pastorean con lanares en suelos con bajo almacenaje de agua.

Tal como fue comentado, si se siguen las sugerencias de manejo indicadas, excepto ocurran primaveras muy secas, el pastoreo con lanares bien realizado no constituye un impedimento para obtener altos rendimientos de semilla cosechable.

También debe tenerse presente que el pastoreo con altas cargas de lanares, en períodos húmedos, puede originar compactación del suelo, disminuir la velocidad de infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo, hechos que aumentan el riesgo económico de esta actividad frente a eventuales períodos secos.

5.5 Consideraciones finales

En este ítem se resaltaron diversos aspectos de manejo relacionados con el pastoreo animal, con énfasis en ovinos. El propósito principal radica en que si se siguen las sugerencias planteadas, probablemente la doble actividad, carne y semillas, sea una alternativa rentable para las empresas, con riesgos económicos minimizados, donde el azar queda solamente circunscripto a estreses climáticos. El país necesita incentivar nuevamente la producción de semillas forrajeras a nivel nacional y si simultáneamente, se aumenta la producción de carne en los semilleros y éstos además mejoran la calidad de suelos en las rotaciones agrícola forrajeras, se minimizan riesgos empresariales.

6. FECHAS DE CIERRE, DE ÚLTIMO CORTE O DE PASTOREO

6.1 Introducción

La fecha de cierre es una opción tecnológica mediante la cual se regula la acumulación de forraje progresiva que se produce entre el cierre y la cosecha de semillas. Normalmente se cierra antes que la leguminosa comience a florecer intensamente. Constituye una decisión importante, puesto que si se cierra anticipadamente y se acumula durante la fase reproductiva excesos de forraje, este deprime la capacidad de producción de cabezuelas, puede dificultar la polinización de estas si quedan dentro del tapiz y las inflorescencias pueden disgregarse si persisten mucho tiempo húmedas dentro del follaje. También, si se cierra muy tarde, el cultivo acumula poca masa de forraje durante la etapa reproductiva, los pedúnculos florales se acortan, el tamaño de cabezuelas disminuye y el número de semillas por flor baja. La poca masa de forraje y baja altura de pedúnculos puede dificultar y bajar la eficiencia durante el operativo de corte y recolección de gavillas, pudiéndose perder de levantar muchas cabezuelas y determina muchas veces que se deba optar por la cosecha directa.

La definición del momento óptimo del cierre, debe ubicarse para que las plantas maximicen la captación de los estímulos florales del ambiente, días largos, incidencia de radiación roja sobre los estolones y los traduzcan en la máxima población de inflorescencias posible. Además deben considerarse otros aspectos del cultivo y del ambiente. Frente a semilleros muy vigorosos, que se caracterizan por presentar estolones con buen diámetro, gruesos, indicador de altas cantidades de reservas de carbohidratos almacenadas en los mismos, donde el buen vigor de estos puede haberse originado por un buen manejo del pastoreo en etapa vegetativa, o por disponibilidad alta de fósforo, o agua, en general se debe optar por atrasar algo el momento de cierre, con el objetivo de evitar que se acumulen excesos de forraje. En contraposición, semilleros que no presentan buen vigor de plantas, estolones con bajo diámetro, finos, consecuencia de un mal manejo del pastoreo en etapas previas, o ubicados en suelos con baja capacidad de almacenaje de agua, o con baja disponibilidad de fósforo, en general deben cerrarse antes.

Con relación a la edad de los semilleros, aquellos de tercer año, en general adelantan en una a dos semanas el inicio de floración y la maduración de las cabezuelas, especialmente si están ubicados en suelos con

mediana a baja fertilidad y capacidad de acumulación de agua, comparativamente con los de segundo año, razón por la cual, debe adelantarse el momento de cierre.

En semilleros de trébol blanco que además se pastorean, es frecuente verificar que los cierres para semilla se realizan tarde. La buena capacidad de producción de forraje de esta leguminosa en invierno, período donde normalmente en los establecimientos hay deficiencias de forraje importantes, determinan que en muchas situaciones, el período de pastoreo se extienda hasta fines de octubre.

En el norte y noreste, donde en primavera se registran temperaturas más elevadas que en las restantes zonas del país, la capacidad de crecimiento y desarrollo se acelera porque se cumplen en períodos menores de tiempo los requerimientos de días grado que los distintos procesos necesitan, características que determinan que se deban cerrar con una o dos semanas de antelación los semilleros de trébol blanco, comparativamente a los de zonas que presentan isotermas mas bajas en octubre, noviembre y diciembre.

6.2 Respuesta en producción de semillas a distintas fechas de cierre

Sobre el tema se realizó una secuencia importante de trabajos. En el cuadro 32 se muestra información referente al impacto de distintas fechas de cierre sobre la producción de semillas y características asociadas.

La información mostrada en el cuadro 32 ratifica muchos comentarios realizados cuando se trató el tema de componentes del rendimiento. La información es consistente en indicar que en general los cierres de septiembre determinan los rendimientos de semilla, número de cabezuelas, altura de cabezuelas y número de flores por cabezuela superiores (cuadro 32). También dentro de una misma fecha de cierre (experimentos 1 y 4), a medida que se atrasa el momento de cosecha se pierde potencial de rendimiento de semillas y disminuye en general en forma importante la altura de las cabezuelas.

Un resumen de ocho experimentos sobre fechas de cierre se muestra en el cuadro 33, donde se expresan los rendimientos relativos de semilla obtenidos tomando el cierre de mediados de septiembre como base 100.

Cuando se cierran muy temprano los semilleros, julio, agosto, los rendimientos de semilla disminuyen debido a varias causas, menor número de cabezuelas por unidad de superficie, puesto que la masa foliar no deja impactar la luz roja sobre los estolones. Además, una fracción de las cabezuelas queda dentro de la abundante masa de hojas, consecuencia de los cierres muy tempranos. Este hecho dificulta la polinización, disminuye el número de semillas por cabezuela y una fracción de estas se desintegra por exceso de humedad sobre las mismas por períodos prolongados, ataques de hongos e insectos (cuadro 33).

Los cierres tardíos (noviembre), consistentemente determinan bajos rendimientos de semilla. Estos son determinados por cosecha manual, lo que indica que a nivel comercial, las alturas de los pedúnculos de las cabezuelas maduras son inferiores, determinando que una fracción importante de estas se pierdan. Por tanto, los cierres de noviembre a nivel comercial, determinan mayores depresiones en los rendimientos de semilla, que los mostrados en el cuadro 33.

En general los cierres de mediados de septiembre producen los mayores rendimientos de semilla, donde en algunas situaciones dichos rendimientos no se diferencian ($P>0,05$) de los obtenidos con cierres de mediados de octubre, casos 2 y 3.

Cuando octubre y noviembre presentan buen nivel de precipitaciones, los cierres de mediados de octubre superan en rendimiento de semillas a los de septiembre, casos 6, 7 y 8. Con buena disponibilidad de agua en octubre y noviembre, Trébol blanco responde marcadamente, sobre todo aumentado los rendimientos de forraje y en estas situaciones, en los cierres de septiembre las cabezuelas quedan dentro de la masa de forraje y ocurren todos los problemas relatados para los cierres de julio y agosto.

En el caso 5, donde el cierre de octubre superó en rendimiento de semillas al de sep-

Cuadro 32. Incidencia de distintas fechas de cierre sobre variables relacionadas con producción de semillas en trébol blanco Estanzuela Zapicán.

TB 2°año		30/11	10/12	20/12	30/12
1	1/9	73 (26)	211 (15)	316 (11)	154 (9)
	1/10	111 (23)	153 (20)	204 (13)	187 (6)
	1/11	-	109 (16)	161 (10)	135(5)
	1/9	334 (101)	415 (79)	525 (73)	322 (68)
	1/10	415 (85)	446 (78)	478 (71)	522 (63)
	1/11	-	333 (71)	378 (63)	382 (61)
2	TB 2°año			TB 3er año	
	15/7	139 (402)		18/7	161 (294)
	15/8	288 (436)		14/8	274 (301)
	15/9	324 (557)		19/9	498 (533)
	15/10	237 (444)		17/10	477 (439)
	15/11	133 (274)		14/11	262 (276)
	TB 2°año				
3		Kg/ha	CM/m^2	A CM cm	F/CM
	10/8	267	333	19	74
	16/9	436	521	18	71
	15/10	387	463	16	62
	16/11	196	302	11	58
		TB 2°año			
4		11/12	21/12	30/12	
	1/9	205 (20)	301 (13)	203 (9)	
	1/10	167 (16)	226 (11)	148 (6)	
	1/11	114 (15)	173 (10)	136 (5)	

1. En azul = kg/ha semilla y entre paréntesis (altura promedio en cm de cabezuelas maduras).
1. En rojo = Cabezuelas/m^2 y entre paréntesis (número de flores por cabezuela).
2. En azul = kg/ha semilla. En rojo = número de cabezuelas/m^2.
3. kg/ha = semilla limpia. CM/m^2 = cabezuelas maduras. A CM cm = altura en cm de las cabezuelas maduras. F/CM = número de flores por cabezuela madura.
4. En azul = kg/ha semilla y entre paréntesis (altura promedio en cm de cabezuelas maduras).
Fechas de cierre o último corte se indican en color verde. Fechas de muestreos o cosechas en negro: 30/11, 10/12, 11/12, 20/12, 21/12 y 30/12.

Cuadro 33. Rendimientos relativos de semilla tomando el cierre de septiembre como base 100, de ocho experimentos con trébol blanco Estanzuela Zapicán, conducidos en lugares y años diferentes.

Cierres	Experimentos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Julio	44	42						
Agosto	90	67	71				61	56
Septiembre	100	100	100	100	100	100	100	100
Octubre	79	99	93	83	139	172	153	186
Noviembre	53	55	65	55	92	41	78	91

Los cierres dentro de cada mes se ubican entre el 15±5 días.

tiembre, (cuadro 33), se explica por ser una situación donde el nivel de fósforo en el suelo era de 17 ppm (determinado por Bray 1). La primavera fue normal en términos de precipitaciones, pero las plantas de TB presentaban alto vigor y capacidad de crecimiento, razón por la cual el haber cerrado en septiembre, determinó que gran parte de las cabezuelas estuvieran inmersas en la masa foliar de alta densidad.

6.3 Sugerencias generales

En semilleros de tercer año, o en localidades con mayores temperaturas en primavera, norte y noreste, o en situaciones con plantas con un vigor medio por exceso de pastoreo u otras causas, los cierres de inicios de septiembre pueden generar rendimientos de semilla superiores que los más tardíos.

En cultivos con muy buen vigor de plantas, suelos húmedos, o de alta fertilidad, niveles altos de fósforo en el suelo, es decir, plantas con alta capacidad de crecimiento vegetativo, los cierres de mediados de octubre en general producen los rendimientos de semilla superiores.

En condiciones normales, suelos que no tienen demasiada capacidad de almacenaje de agua, los cierres de mediados de septiembre generalmente determinan los rendimientos mayores de semilla.

Puesto que la decisión de optar por una fecha de cierre determinada, se toma desconociendo como será el nivel de precipitaciones en primavera, probablemente cuando se siembran áreas importantes dentro de una empresa, deba plantearse para disminuir riesgos económicos, dividir las áreas de semilleros en cierres de mediados de septiembre y de octubre. Se ubican los cierres más tempranos en situaciones de ambiente más estresante o con plantas de menor vigor, en tanto, se reservan los cierres de octubre para las mejores condiciones de ambiente y vigor de plantas.

7. POLINIZACIÓN

Las flores de trébol blanco son muy atractivas para las abejas, normalmente a los efectos de lograr una adecuada polinización se sugiere el uso de dos colmenas fuertes por hectárea. La presencia a medio día de dos abejas pecoreando por m^2, se toma como índice de que está desarrollándose una buena polinización.

Las flores de trébol blanco una vez que se produce la fecundación, se repliegan hacia abajo y paulatinamente comienzan a presentar tonalidades marrones, donde la intensidad del color aumenta con el tiempo (figura 18).

Con el objetivo de incrementar los rendimientos de semilla por la vía de registrar un mayor número de semillas por flor, se realizaron trabajos donde se aplicaba Bee-Here, producto que actúa como atrayente y estimulante del pecoreo. Se realizaron cuatro comparaciones, contrastando un tratamiento testigo, contra el que se aplicó el atrayente. Los resultados se muestran en el cuadro 34.

Figura 18. Evolución de la orientación de las flores y color de la corola con el tiempo.

Cuadro 34. Rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol blanco Estanzuela Zapicán en cuatro semilleros con y sin aplicación de atrayente Bee-Here.

Edad del trébol blanco	Semilla (kg/ha)			
	Atrayente	Testigo	Atrayente	Testigo
Segundo año	318	288	248	282
Tercer año	247	259	187	203

Las cuatro comparaciones realizadas produjeron rendimientos similares P>0,05.

8. COSECHA DE SEMILLAS

8.1 Introducción

En el país mayoritariamente se utiliza la cosecha indirecta de trébol blanco, comparativamente con la directa mediante el uso de desecantes. Sobre el tema, algunas decisiones técnicas tomadas antes del inicio de la fase reproductiva, se relacionan con el método de cosecha que se va a utilizar. Así, frecuentemente se cierra anticipadamente el semillero, inicios de septiembre o fines de agosto en cultivos de tercer año, o se aumenta la fertilización fosfatada a niveles de 100 a 120 kg P_20_5/ha, con el propósito de aumentar la masa de forraje al momento de cosecha. El objetivo radica en que ésta opere como "alfombra", a los efectos que se pierdan menos cabezuelas que lleguen al suelo. Esta estrategia, con ocurrencia de primaveras propicias para el crecimiento de trébol blanco, puede determinar que el tapiz acumule forraje en exceso, situación que deprime los rendimientos de semilla por baja eficiencia de polinización (inflorescencias dentro de la masa foliar), formación de menor número de cabezuelas (sombreado excesivo en la zona basal del tapiz a inicio de primavera), o disgregación de flores de las cabezuelas por exceso de humedad, ataque de hongos, insectos.

Ante un clima variable como el nuestro, muchas veces la ocurrencia de condiciones deficitarias en el suministro de agua a las plantas durante primavera, determina que éstas acumulen poco forraje a cosecha, razón por la cual en estas situaciones se opta por la cosecha directa con desecante (Diquat o Paraquat).

Semilleros que acumulen poco forraje a cosecha, también puede ser el resultado de plantas con poco vigor, sea por exceso de pastoreo, alta frecuencia e intensidad de los mismos en el período previo al cierre, o por problemas de carencias nutricionales, bajo nivel de fósforo u otro nutriente, o por el cierre al pastoreo tardío. Este problema es frecuente en el país, el cierre tardío desplaza el pico de floración y la maduración más hacia el verano, donde generalmente el ambiente es más seco y caluroso. En estas condiciones, baja la fertilidad de óvulos, disminuye la masa foliar y la altura de cabezuelas. Debe tenerse presente que el hecho de cerrar el semillero más tarde no implica que el pico de floración se desplace el mismo número de días que la fecha de cierre, puesto que a medida que avanza la primavera, los días grado se elevan, incrementando las velocidades de desarrollo y por tanto, si bien se atrasa el pico de floración, este atraso implica menor número de días, que el corrimiento del cierre.

En la figura 19 se muestra a fines de noviembre (28/11) el estado de un semillero que

Figura 19. Semillero de trébol blanco próximo a cosecha, con poca acumulación de forraje, consecuencia de mal manejo del pastoreo con lanares.

fue pastoreado en forma rotativa durante otoño-invierno, con lanares cada 25 a 30 días, donde además la intensidad de pastoreo fue excesiva, puesto que se dejaba un rastrojo residual de 2 a 3 cm. Un problema adicional que también deprimió el vigor del semillero, consistió en que la duración del pastoreo fue excesiva, 5 días, donde claramente los lanares realizaron pastoreo selectivo, degradando algunas zonas. El manejo del pastoreo determinó un alto nivel de insolación a nivel de suelo, que se tradujo en una buena población de cabezuelas. El mal manejo del pastoreo determinó: a) disminución del peso total de raíces, b) posicionamiento radicular más superficial, mayor riesgo de sequía, c) los estolones con bajo diámetro indicativo de bajo nivel de reservas, d) baja masa foliar y e) pedúnculos excesivamente cortos y cabezuelas próximas al suelo. Esta situación, va a generar bajos rendimientos de semilla (poca acumulación de forraje a cosecha y baja altura de pedúnculos florales) y constituye un caso típico para cosecha directa. Dicho semillero localizado en Lavalleja, (Unidad Alférez), produjo 53 kg/ha de semilla limpia cosechada comercialmente en directa, desecado previamente con 3 litros de paraquat/ha. La evaluación de pérdidas de semilla en chacra fue de 144 kg/ha, explicada principalmente por una alta cantidad de flores dispersas sobre el suelo y cabezuelas sin levantar.

En la figura 20 se muestra un semillero con adecuada masa de forraje, de buen manejo en el período previo al cierre, buen vigor, visualizado porque la altura de las cabezuelas mayoritariamente está posicionada por arriba de las hojas

En dicha figura apreciamos un cultivo que por su arquitectura, si el manejo de la maquinaria durante los operativos de cosecha es correcto, debería tener alta eficiencia de cosecha. Esta situación a nivel de campo ejemplifica una buena condición del semillero, que se encuentra entre 10 y 15 días para iniciación del corte e hilerado.

La situación de la figura 20, corresponde a un semillero ubicado en Mercedes, sobre un Brunosol. El mismo produjo 186 kg/ha de semilla limpia, con pérdidas de cosecha de 59 kg/ha.

El caso que se muestra en la figura 21, corresponde a un semillero de buen vigor y masa de forraje, pero el crecimiento excesivo de éste determinó que gran parte de la población de cabezuelas se encuentre dentro de la masa de forraje.

Figura 20. Arquitectura de un semillero el seis de diciembre, con buena masa vegetativa y predominio de inflorescencias ubicadas arriba de la masa foliar.

Figura 21. Semillero de trébol blanco con abundante forraje acumulado al 29 de noviembre, donde predominan las cabezuelas maduras ubicadas dentro de la masa foliar.

8.2 Métodos de cosecha, aspectos a considerar

Con relación a este tema, el 28% de los productores semilleristas señalaron a los métodos de cosecha y la cosechadora como variables que limitan los rendimientos de semilla, en tanto, un 19% indicó a los recolectores (García *et al.*, 1991). Referente a este tema, puesto que las pérdidas de semillas de leguminosas forrajeras a nivel de campo, resultan difíciles de visualizar, se entiende que en general los productores subestiman este problema. En realidad las pérdidas de cosecha se explican por un uso incorrecto de la maquinaria disponible a tal fin, exceso de velocidad de corte o cosecha, cortes con forraje muy seco y de día, evitando la noche cuando el forraje está humedecido por rocío, uso de recolectores con exceso de orificios, etc.

Normalmente el momento óptimo de cosecha en semilleros que presentaron un pico de floración relativamente concentrado y fue bien polinizado, se ubica entre los 30 y 45 días posteriores al pico de floración. En el país, la variabilidad climática, las diferencias térmicas existentes entre zonas, la amplitud de fechas de cierre, la diversidad de formas de pastoreo en etapa vegetativa, diferencias en la disponibilidad de agua en el suelo, sugieren que deban hacerse visitas frecuentes al semillero, por ejemplo dos por semana, en el período próximo a cosecha, con el objetivo de determinar con precisión el inicio de los operativos de cosecha y de la forma en que se va a cosechar la semilla, directa o indirecta.

Trébol blanco, especialmente bajo tiempo relativamente húmedo, sigue produciendo inflorescencias durante fines de primavera, verano e inicio de otoño. En este contexto, el responsable de tomar las decisiones debe definir cual es la población de cabezuelas maduras que dará los mayores rendimientos de semilla y una vez identificada la misma, se debe ignorar la población de cabezuelas blancas existente. Esta sugerencia es vital, puesto que frecuentemente se espera a que estas maduren pensando en obtener más semilla y normalmente se termina perdiendo un potencial importante de producción, porque las cabezuelas maduras se desintegran o se pierden, durante el período en que las que estaban blancas, maduran. Una vez pronto para cosecha el semillero, esperas innecesarias en la misma, elevan considerablemente el riesgo económico de la inversión realizada, frente a la ocurrencia de problemas climáticos, lluvias excesivas, viento, granizo extemporáneo.

Se destaca que generalmente los semilleros del primero al tercer año, especialmente los de tercero adelantan el pico de floración

y son menos propensos a producir altas cantidades de cabezuelas blancas a fines de primavera y verano, es decir, presentan en general picos de floración más concentrados. Los de segundo año tienen un comportamiento intermedio en este aspecto y los de primer año, sobre todo cuando se siembran tardíamente, mayo, junio, presentan alta predisposición a producir muchas cabezuelas a fines de primavera y verano. En general, cuanto más joven es el semillero, mayor magnitud de indeterminación presentan las plantas. Se hacen estos comentarios porque pueden ocurrir situaciones en semilleros de uno o dos años que tengan la población objetivo de cabezuelas maduras pronta para iniciar operativos de cosecha, pero acompañadas también con alto número de cabezuelas blancas, hecho que puede hacer dudar en la definición de inicio de cosecha. Algo similar sucede cuando se registran condiciones de ambiente poco inductoras de floración, como alto número de días nublados, altos niveles de fósforo en el suelo, elevada disponibilidad de agua.

Otro aspecto a considerar radica en la masa de follaje del semillero, que durante la recolección ayuda a que disminuya la pérdida de cabezuelas maduras. Las hojas de trébol blanco se desecan muy fácilmente, o son atacadas por hongos, atributos que con demoras innecesarias, pueden minimizar dicha masa foliar y consecuentemente, elevar las pérdidas de cosecha, por la vía de cabezuelas no levantadas por el recolector o plataforma de la cosechadora.

Como resumen, para definir inicio de cosecha, se realizan las siguientes sugerencias: a) definir la población de cabezuelas maduras que dan los rendimientos máximos de semilla, b) ignorar las cabezuelas inmaduras, con flores blancas, c) verificar en las inflorescencias objetivo, que la parte superior del pedúnculo pierda el color verde, indicio que se suspendió el flujo de agua de la planta a la cabezuela, (figura 22), d) iniciar el operativo de corte cuando las cabezuelas más maduras se puedan trillar relativamente fácil a mano y no dejar que estas alcancen tonalidades de marrón muy oscuro, indicador que los pedúnculos se tornan quebradizos y parte de las inflorescencias pueden perderse en el suelo durante el corte (figura 22, cabezuela izquierda) y además las flores están más propensas a desprenderse de la cabezuela.

Las dos cabezuelas de la derecha aún están recibiendo flujo de asimilatos desde la planta, pedúnculos totalmente verdes. Las tres siguientes muestran decoloración en la parte superior del pedúnculo, indicando que se cortó el flujo de agua. El corte en esta etapa, presenta riesgos mínimos que a la cabezuela se le disgreguen las flores, ya que aún presenta buen contenido de agua y que el pedúnculo se quiebre en algún sector, acortándolo y aumentando el riesgo de pérdida de la cabezuela en el suelo. Las dos

Figura 22. Evolución de la pérdida de agua en inflorescencias maduras en trébol blanco.

cabezuelas de la izquierda presentan más avanzado el proceso de secado (tonalidad marrón más intensa), aumenta el riesgo de quebrado de los pedúnculos y la disgregación de las flores. De prolongarse excesivamente el secado a campo, comienzan a intensificarse las tonalidades de marrón y a aparecer tintes negruzcos, estado que origina altas pérdidas de semilla o cabezuelas durante los operativos de cosecha.

Una vez definidos los aspectos relativos a las cabezuelas, debe considerarse el volumen acumulado de forraje al momento de iniciar los operativos de cosecha, si es bajo deberá optarse por cosecha directa con desecante, si es alto, cosecha indirecta.

En el cuadro 35 se esquematiza de forma muy general, en función del color de los pedúnculos florales y el volumen acumulado de forraje a cosecha, la elección del método.

La cosecha indirecta implica el corte e hilerado del forraje y posterior cosecha con recolector. Con relación a los implementos de corte, Clifford y McCartin (1985), con trébol blanco, compararon tres tipos de pasteras, la estándar de movimiento alternativo con una barra de 17 secciones por metro, la de dos barras de corte, ambas con 17 secciones por metro y de movimiento reciprocante entre la barra superior e inferior y diferentes tipos de pasteras rotativas. Cuantificaron pérdidas de semilla de 10, 5 y 27%, respectivamente, en cada una de ellas. En nuestro país, las pasteras simples, de una barra de corte con movimiento alternativo dejaron de utilizarse en trébol blanco, debido a la gran cantidad de atoraduras que la leguminosa produce cuando se corta con el forraje revenido. Esta pastera mejora su funcionamiento con forraje seco, pero en estas condiciones las pérdidas de semilla son muy importantes. Una pastera muy interesante para cortar leguminosas es la de doble barra de corte con movimiento reciprocante. Esta no se atora frente a forraje revenido, pero su uso esta restringido por su costo y los mayores requerimientos de mantenimiento que necesita debido a la cantidad de piezas con movimiento que tiene. Fue la que produjo las menores pérdidas de semilla, de acuerdo a la información de Clifford y McCartin (1985).

En trébol blanco debe evitarse el uso de rastrillo para hilerar el forraje luego de cortado, ya que este operativo genera altas pérdidas de semilla. La estrategia más eficiente, radica en cortar e hilerar simultáneamente mediante una pastera provista de tabla hileradora, o una pastera de dos o cuatro tambores, que además de cortar deja el forraje hilerado (figura 23). Si bien esta pastera genera las mayores pérdidas de semilla, en extensiones grandes de semilleros, corta

Cuadro 35. Elección del método de cosecha en función del color de las cabezuelas, del pedúnculo y del volumen de forraje existente. Sugerencias generales.

Color de cabezuelas	Pedúnculos	Alto volumen de forraje	Bajo volumen de forraje
Marrón claro	Todo verde	Cosecha indirecta	-
	50% verde y 50% marrón		-
	100% marrón		Directa con desecante
Marrón oscuro y tintes negruzcos. Riesgo de desintegración de cabezuelas	Muy secos y quebradizos. En general con baja altura	Cosecha directa, con o sin desecante, dependiendo de la cantidad de material verde existente de trébol o malezas. En esta situación generalmente el volumen de forraje disminuye en el tiempo.	

Figura 23. Pastera de cuatro tambores.

perfectamente el forraje humedecido sin atascamientos, cortes que generalmente se realizan de noche, con rocío. En el uso de estas pasteras se deben tener en cuenta algunos detalles. El primero es que sus cuchillas deben cortar en base al filo de las mismas y no por golpe. Trabajos realizados en INIA La Estanzuela, (Formoso, sin publicar) mostraron que comparativamente entre dos pasteras iguales (PZ de dos tambores), aquella donde las cuchillas se afilaban cada cuatro horas de trabajo, comparativamente contra otra sin afilar (corte por golpe), produjo un 23% menos ($P<0,05$) de pérdida de semilla en el campo, evaluadas mediante aspiración de la semilla en el suelo, en cuadros de 50 por 50 cm. En el mismo trabajo se cuantificó además las pérdidas de semilla diferenciales que se producen cuando la pastera se usa con los tambores en posición horizontal o inclinada hacia delante. La posición horizontal produjo un 17% menos de pérdidas de semilla ($P<0,05$) comparativamente con la posición inclinada hacia delante. Muchos productores semilleristas de trébol blanco tratan de cortar lo más abajo posible, contra el suelo, con el objetivo de perder menos semilla.

Dicho objetivo generalmente no se logra, sino que además, muy frecuentemente se aumentan las pérdidas de semilla. El hecho de inclinar hacia adelante el bastidor en una pastera de tambores, automáticamente determina que las cuchillas rotan en posición más alta en la parte de atrás del tambor. Esto origina que mucho forraje, incluyendo las cabezuelas, es golpeado con alta velocidad de rotación, en la parte trasera de la pastera, por las cuchillas, simulando un cilindro de cosechadora, donde muchas cabezuelas secas se desintegran, consecuentemente las pérdidas de semilla aumentan (Formoso, sin publicar). Otro problema del corte con pastera de tambores inclinada hacia delante, radica en la mayor contaminación con tierra que presenta la gavilla, tierra que levanta la cuchilla impactando el suelo, bajando la pureza de la semilla. Adicionalmente, muchos estolones son cortados por la cuchilla previo al período seco de verano, donde el semillero pos cosecha queda con los estolones muy expuestos a la radiación solar directa. Muchos de ellos mueren por desecación, problema que debería evitarse, o ingresan a otoño con muy bajo vigor.

Con pasteras de tambores, frecuentemente la parte superior del plato por donde se desliza el forraje, adquiere rugosidad por rocío, savia del trébol, donde la tierra u otras partículas se pegan. Esto opera como una lija aumentando pérdidas de semilla por disgregación de cabezuelas por rozamiento. Una solución a este problema, además de limpiar la parte superior del tambor cada vez que sea necesario, consiste en tenerlo bien pintado con esmalte sintético que promueva un deslizamiento fácil del material sobre el tambor.

En semilleros con muy alto volumen de forraje de trébol blanco, o de este más malezas, se pueden utilizar pasteras de platos (figura 24), provistas de tabla hileradora. Cuando hay alto volumen, este tipo de pasteras forma una gavilla más ancha que la de tambores, con menor espesor de la gavilla, atributos que mejoran la velocidad

Figura 24. Pastera de seis platos.

de secado. En este tipo de situaciones, muchas veces se procede a recoger el forraje cortado, directamente con la cosechadora, regulando el molinete, que debe estar provisto de dedos de alambre y que oficia como recolector. Esta opción es eficiente en situaciones de alto volumen de forraje, con semilleros con medio a alto contenido de gramíneas y sobre suelo bien nivelado.

Cuando se recoge el forraje de un semillero con el molinete de la cosechadora deberá tenerse especial precaución que el terreno no presente microrelieve y esté bien nivelado, de lo contrario las pérdidas de semilla serán altas. Este problema se agrava cuanto mayor es el ancho de la plataforma.

En semilleros de trébol blanco no se aconseja el uso de hileradoras para corte e hilerado (figura 25) que tengan barra de corte de movimiento alternativo, o provistas de platos. El exceso de material en la gavilla dificulta el secado entre la parte superior e inferior de la misma, insumiendo más tiempo y mayores riesgos. En general, además, estas máquinas no cortan tan bajo como una pastera de tambores o platos.

En situaciones de bajo volumen de forraje acumulado a cosecha, o que por diversos motivos las cabezuelas presentan un avanzado estado de maduración, susceptibles a quebrase sus pedúnculos o desintegrarse la cabezuela, se aconseja la cosecha directa. En estos casos, si además el semillero presenta material verde, malezas, la aplicación de desecante mejorará la cosecha. Dependiendo de la velocidad de secado que se quiera obtener, el paraquat se aplica entre 1,5 y 3 litros por hectárea, preferentemente

Figura 25. Corta hileradora automotriz con barra de corte de movimiento alternativo.

luego de que el sol se oculte, ya que en estas condiciones se logra un mayor secado.

En semilleros de trébol blanco con abundante masa verde de trébol, se desaconseja el uso de desecantes para realizar cosecha directa. En general la suculencia de la leguminosa es excesiva y no se logra un secado suficiente para trilla. Cuando en estas condiciones se aplica el desecante y sobreviene rocío o lluvia, el material verde de la leguminosa toma una consistencia "pastosa", demorando excesivamente el tiempo para que pueda ser cosechado en forma eficiente.

Con semilleros excesivamente maduros, que generalmente presentan poco forraje acumulado, puesto que gran parte del mismo, hojas, se desprendió por excesivo secado, una opción de cosecha directa consiste en utilizar recolectores tipo Murphy, preferentemente provisto de dedos de goma que de cadenas.

En la figura 26 se muestra, para un semillero de primer año, sembrado a comienzos de junio, que floreció desde mediados de noviembre y durante verano, las evoluciones temporales de los rendimientos de semilla, número de cabezuelas, altura de las mismas, porcentaje de cabezuelas maduras, marrones, hasta el 10 de enero y excesivamente maduras posteriormente.

La cosecha indirecta del semillero se realizó mediante corte hilerado utilizándose una pastera PZ de dos tambores y posterior recolección con cosechadora provista de recolector. El 10 y 27 de enero, simultáneamente se cosechó con Murphy.

Cuando el semillero, de floración muy extendida, presentaba 59% de cabezuelas marrones, mediante cosecha indirecta se obtuvieron 251 kg/ha de semilla limpia. Se dejó seguir avanzando la maduración de cabezuelas, paralelamente la masa foliar disminuyó marcadamente, y cuando el 10 de enero presentaba 83% de cabezuelas maduras, los rendimientos de cosecha indirecta disminuyeron (P<0,05) a 149 kg/ha, mientras que con Murphy en directa se recogieron 189 kg/ha (P< 0,09). La mejor performance de la cosecha directa se explica por el exceso de madurez de las cabezuelas y la baja masa de forraje existente. Con el avance en la madurez del semillero, el 27 de enero, la cosecha indirecta apenas produjo 68 kg/ha, en tanto la directa con Murphy registró casi el doble de semilla (P<0,05), 131 kg/ha.

El 28 de enero se produjeron abundantes precipitaciones, disminuyendo abruptamente el número de cabezuelas maduras y los rendimientos de semilla, o sea, se perdió la cosecha.

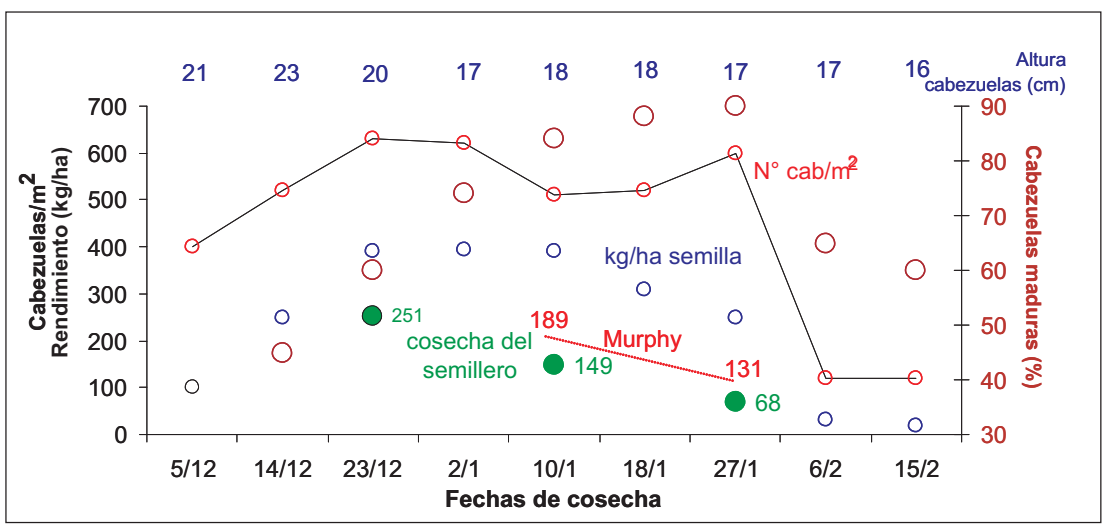


Figura 26. Rendimientos de semilla (kg/ha) de un semillero de trébol blanco Estanzuela Zapicán de primer año, cosechado mediante corte-hilerado en tres momentos (en verde) y en dos con Murphy (en rojo) provisto de dedos de goma. (Círculos marrones, cabezuelas maduras en %).

El ejemplo comentado ilustra como con el avance de madurez de las cabezuelas y la pérdida de forraje acumulado, se pasa de la cosecha indirecta como opción más productiva, a la directa con Murphy.

Con relación a los recolectores utilizados en trébol blanco, se deben priorizar aquellos que presenten el menor número de orificios y/o ranuras, que provocan pérdidas de semilla. La velocidad de rotación del recolector debe estar regulada armónicamente con la velocidad de avance de la cosechadora, de forma tal que no empuje hacia adelante la hilera, ni arrastre la misma hacia la plataforma, por exceso de rotación. En ambos casos las pérdidas de semilla, aumentan.

En situaciones que sobre las gavillas de trébol blanco, se registren precipitaciones y la leguminosa rebrota entre la gavilla, los recolectores provistos de dedos de alambre posibilitan una mejor recolección.

8.3. Pérdidas de semilla durante la cosecha

8.3.1 Introducción

Parte de la semilla producida se pierde de diferentes formas. El ambiente, ocurrencia de viento, lluvia, granizo, puede originar quebrado de pedúnculos florales, desintegración de flores de la cabezuela, dehiscencia, germinado de la semilla en la cabezuela. Durante el corte y recolección se producen pérdidas y la magnitud de éstas dependen del manejo eficiente de las máquinas agrícolas en armonía con el estado del semillero, especialmente el volumen de forraje del mismo al momento de corte, la madurez de las cabezuelas, puesto que con inflorescencias excesivamente maduras, las pérdidas de flores y semillas aumentan, o cuando el semillero tiene exceso de forraje y las cabezuelas permanecieron húmedas por períodos relativamente prolongados dentro del forraje. En estas condiciones tienen alta predisposición a desintegrarse al momento de corte, durante el hilerado, o previo al corte. En semilleros de trébol blanco, Clifford y McCartin, (1985), en Nueva Zelanda midieron pérdidas que se ubicaban entre 12 y 39%, lo que implicó una media de 200 kg/ha de semilla.

8.3.2 Evaluación de diferentes métodos de cosecha

En el cuadro 36 se resume información de dos años, donde se compararon diferentes métodos de cosecha, mostrándose las diferencias en rendimientos de semilla obtenidas entre los mismos, aspecto que permite visualizar la dimensión de las pérdidas de semilla que se producen durante estos operativos. Este trabajo se realizó en INIA La Estanzuela.

El rendimiento potencial, corresponde a la cantidad de semilla que tenía el semillero, el día previo a la cosecha. Se evaluó en 30 cuadros de un metro cuadrado. Se realizó cosecha directa sin aplicación de desecante, o con la aplicación de dos litros por hectárea de paraquat (Paraquat al 27,5%) cuatro días antes de la cosecha, aplicado de noche con 150 litros de agua por hectárea más un litro de Agral 90/ha. La cosecha indirecta, se realizó mediante corte con pastera de dos tambores marca PZ y posterior recolección de la gavilla; otro tratamiento consistió en cosecha indirecta donde se cortaba con pastera de dos tambores PZ, pero cada tres pasadas de pastera, mediante rastrillo de 5 soles se formaba una sola gavilla, el mismo procedimiento que el descrito precedentemente, pero utilizando una pastera de platos (Vicon), y cosecha indirecta utilizando una hileradora (J. Deere) con barra de corte de movimiento alternativo y posterior cosecha con recolector .

El corte con pastera de tambores o platos se realizó de noche con forraje revenido y cuando se juntaban gavillas con rastrillo de soles se hacía enseguida del corte, también de noche. Con la hileradora automotriz se cortó a primera hora de la tarde, debido a que con forraje humedecido se atascaba. La cosechadora utilizada fue New Holland 1430 provista de recolector con bandas de goma y dedos de alambre. En el semillero de tercer año se midió la concentración de materia seca que ingresaba a la plataforma de la cosechadora.

Cuadro 36. Evaluación de métodos de cosecha en trébol blanco Estanzuela Zapicán de segundo y tercer año.

Tratamientos	Semillero de segundo año		Semillero de tercer año		
	kg/ha	Ef (%)	kg/ha	% MS	Ef (%)
Rendimiento potencial	497 a	100	260 a	31	100
CD	125 d	25	122 cd	30	47
Paraquat + CD	199 c	40	148 bc	51	57
PZ 3 + RS + CI	99 de	20	94 de	81	36
PZ + CI	266 b	53	177 b	83	68
Vicon 3 + RS + CI	75 e	15	72 e	84	28
Hileradora	36 f	7	47 f	84	18

CD = cosecha directa. PZ 3 = 3 pasadas de pastera de tambores. RS = rastrillo de 5 soles. CI = cosecha indirecta con recolector de bandas de goma y dedos de alambre. Vicon 3 = 3 pasadas de pastera de platos. Ef = eficiencia de cosecha en porcentaje del rendimiento potencial. En cada columna de rendimiento de semilla (kg/ha), letras diferentes indican diferencias significativas al nivel de P<0,05.

La información indica la dimensión de las pérdidas de semilla que se producen durante los operativos de cosecha, cuadro 36. En ambos años, el corte con pastera de tambores y posterior cosecha indirecta determinaron los rendimientos mayores. Le sigue la cosecha directa con desecante, realizada con muy poca masa verde y días muy cálidos. La cosecha directa sin desecante, a pesar que el ambiente fue seco y el semillero tenía poca masa verde, constituye una opción no aconsejable y muy ineficiente en lo que a pérdidas de semilla se refiere. La cosecha indirecta, realizada sobre el semillero cortado con pastera de tambores o platos, donde mediante rastrillo de soles se juntaron tres gavillas en una, pese a que este operativo se hizo enseguida del corte, de noche, con forraje revenido, desintegró una alta proporción de cabezuelas maduras, cuyas flores individuales quedaron sobre el suelo, integrando las pérdidas de cosecha. El movimiento de gavillas con rastrillo de soles puede ser asimilado a un cilindro de cosechadora a baja rotación, donde el cóncavo es el suelo. Este operativo generalmente desintegra, a las cabezuelas muy maduras.

Los rendimientos bajos obtenidos con la hileradora automotriz se explican porque el corte se realizó con forraje seco a primera hora de la tarde; la plataforma al no estar la chacra nivelada cortaba las cabezuelas excesivamente altas (de 4 a 8 cm) originando que gran parte de estas quedaran en la misma durante la recolección.

Con relación al ingreso de material a la cosechadora, evidentemente la concentración de materia seca aumenta sustancialmente cuando se corta e hilera, atributo que mejora en forma notable el funcionamiento y capacidad de trilla con relación al ingreso de forraje más húmedo. En este sentido se destaca que la cosecha con desecante originó frecuentes atascamientos en la cámara de trilla de la cosechadora.

Considerando el tamaño de los semilleros de trébol blanco y la inestabilidad climática existente en el país, se sugiere para semilleros de esta leguminosa que tengan adecuada masa de forraje y sus cabezuelas no estén excesivamente maduras, la cosecha indirecta mediante corte e hilerado con pastera de tambores. Con el objetivo de acelerar la recolección de gavillas, se debería evitar el uso de rastrillos de cualquier tipo y utilizar recolectores con mayor ancho de trabajo, que recojan dos a tres hileras simultáneamente.

Durante el período 1990 a 1992 se evaluaron a nivel de campo, pérdidas de semilla y eficiencias de cosecha en 36 semilleros de trébol blanco ubicados en el litoral agrícola, Lavalleja, Durazno, Flores, Treinta y Tres y Rocha. Un resumen de la información obtenida se muestra en el cuadro 37.

Para el total de los predios, se cosechó en promedio un 40% de la semilla que presentaban los semilleros. Las mayores pérdidas de semilla correspondieron al corte-hilerado simultáneo (pastera de tambores) y

Cuadro 37. Resumen de pérdidas de cosecha en trébol blanco Estanzuela Zapicán.

Pérdidas	Promedio (kg/ha)	%	Registros máximos	Registros mínimos
Desgrane natural	27	13,1	63	11
Corte-hilerado #	46	22,4	81	13##
Bajo gavillas	31	15,1	51	8
Recolector	8	3,9	27	2
Sacapaja + zarandas	11	5,3	19	4
Total pérdidas	123	60,0	-	-
Rendimiento cosechado	82	40,0	249	28
Rendimiento precosecha	205	100,0	497	116
Eficiencia de cosecha %	40,0		67	26

96 % de las situaciones pastera de tambores. ## pastera de movimiento alternativo de doble barra de movimiento reciprocante. Registros máximos y mínimos en kg/ha de semilla.

bajo las gavillas. En orden de importancia le sigue el desgrane natural. Cuando se visitaban los cultivos para cuantificar pérdidas de cosecha, uno de los problemas que se detectaban era la predominancia de situaciones donde los operativos de cosecha comenzaban con semilleros donde las cabezuelas de trébol blanco se encontraban en un nivel de madurez exagerado. Esto, inexorablemente implica cabezuelas con pedúnculos muy quebradizos y con alta predisposición a desintegración de las flores, atributos que explican que el corte-hilerado y debajo de las gavillas, las pérdidas de semilla sumaron un 37,5%. Otro aspecto que interesa remarcar radica que también predominaban las pasteras de tambores, con cuchillas con poco filo, donde el corte se produce mayoritariamente por impacto y no por filo, atributo que también promueve fuertemente la desintegración de las cabezuelas muy maduras.

Cuando se muestran las pérdidas máximas y mínimas de semilla, se observa amplia variabilidad en los valores cuantificados. Se destaca que a nivel comercial, es mínimo el número de situaciones donde en los distintos operativos que implica la cosecha, se minimizan las pérdidas en la mayoría de ellos. Lo más frecuente fue detectar que dentro de una misma empresa, algunas tareas se hacían en forma muy eficiente en términos de pérdidas de semillas y otras eran extremadamente ineficientes. Cuando se toma en conjunto todo el proceso de cosecha, en promedio se deja en la chacra más semilla que la que se cosecha. Un panorama similar fue reportado por Formoso (2010), para la cosecha de semillas de festuca.

Los registros mínimos de pérdidas de semilla, muestran que es factible reducir las mismas en valores muy importantes. En este sentido las menores pérdidas de semilla durante el corte-hilerado correspondieron a un semillero donde se inició el operativo de cosecha con un estado de madurez de cabezuelas adecuado y además se utilizó una pastera de movimiento alternativo reciprocante de doble barra. En la misma situación se inició la recolección de gavillas sin dejar secar en exceso la gavilla y determinó también las menores pérdidas de semilla durante este operativo, 8 kg/ha (cuadro 37).

8.3.3 Sugerencias operativas

La información recabada permite sugerir que los operativos de inicio de cosecha deban anticiparse, no esperar a que las cabezuelas marrones estén excesivamente secas, para lo cual se sugiere se sigan los pasos indicados en el numeral 8.2.

Las cuchillas de las pasteras deberían estar bien afiladas durante el operativo de corte y las pasteras de tambores estar reguladas en posición horizontal, sin inclinaciones hacia la parte delantera.

9. CONTROL DE MALEZAS

Normalmente el control de malezas se realiza entre fines de otoño e invierno, tratando que las mismas tengan poco desarrollo. Un resumen de los tratamientos sugeridos se presenta en los cuadros 38 y 39.

Con relación al control de raigrás, se aconseja rotar los graminicidas mediante el uso de diferentes ingredientes activos, a efectos de no generar resistencia en esta gramínea con aplicaciones repetidas de un mismo herbicida.

Cuadro 38. Recomendaciones de control de malezas latifoliadas en semilleros de trébol blanco. Fuente: Ríos, 2007.

Herbicida	Dosis kg ia/ha	Consideraciones	Sintomatología de daño en trébol blanco*
2.4-D	0,48 a 0,72	Mayor dosis con malezas desarrolladas como crucíferas protegiendo a la leguminosa.	R
2.4-DB ester	1,0 a 1,3	Buena espectro de control, especialmente *Carduus spp, Circium vulgare, Rumex spp., Polygonum aviculare, Polygonum convolvulus* No controla cruciferas.	R
Flumetsulam	0,03 a 0,072	*Echium plantagineum, Rumex spp, Circium vulgare, Carduus spp, Silene gallica, Brassica spp., Raphanus spp, Rapistrum spp., Ammi spp., Anthemis cotula, Stellaria media, Stachys arvensis* Aún con la dosis mayor puede ser limitado el control de crucífera de mayor tamaño Tiene efecto residual.	D
Flumetsulam + 2.4-DB ester	0,03 + 1,0 a 0,072 + 1,3	Sumatoria del control de los dos activos, no controla *Anthemis cotula.* Tiene efecto residual.	D + R
Clorimuron	0,005 a 0,0075	Espectro amplio de control, malezas con poco tamaño	D + C
Imazetapir	0,05 a 0,07	Control de gramíneas y latifoliadas que no superen las tres a cuatro hojas, efecto residual.	D

Cuadro 39. Algunas alternativas de graminicidas para el control de gramíneas anuales, selectivos para las leguminosas. Fuente: Ríos, 2007.

Herbicida	Dosis ia/ha
Clethodim	0,1 a 0,175
Diclofop metilo	0,568 a 1,136
Fenoxaprop-p-etil	0,88 a 1,54
Fluazifop-p-butil	0,14 a 0,21
Haloxifop metil	0,07 a 0,9
Propaquizafop	0,8-1,0
Setoxidim	0,18 a 0,23

10. DAÑOS DE INSECTOS

Sobre el tema se harán comentarios breves extractados de la publicación "Daños por insectos en la producción de semillas de leguminosas forrajeras" (Alzugaray, 2004).

10.1 *Apion simples* Beg - Billec

Es un gorgojo cuyas hembras depositan los huevos en la parte basal de las flores, de unos 2 mm de longitud. Las larvas de color blanco, se alimentan de la semilla en formación, trasladándose de una flor a otra hasta completar su desarrollo. Posteriormente pupan en una cámara que forman con las envolturas florales. Los adultos también se alimentan de pétalos y sépalos. Es un insecto que preferencia marcadamente las flores de trébol blanco comparativamente con otras leguminosas (Alzugaray, 2004). Sacudiendo las cabezuelas, los adultos pueden recogerse con la mano.

En la figura 27 se muestra la fluctuación de adultos de Apion por cabezuela de trébol blanco en chacras de INIA La Estanzuela durante varios años, en tanto en la figura 28, se muestran daños de gorgojos adultos de Apion en inflorescencias.

10.2 *Halticus pigmaeus* (Berg)

Es un mírido, hospedero de trébol blanco (figura 29), en que las hembras depositan los huevos en perforaciones de hojas y pecíolos. Ninfas y adultos tienen aparato bucal pico suctor, se alimentan del follaje, perforando los tejidos y succionando la savia, no daña flores ni semilla. Los daños de este insecto se visualizan en la figura 29 (Alzugaray, 2004).

En la figura 30, se muestra la evolución de poblaciones en distintos años, entre ellos la primavera-verano del 2000/2001, muy secas.

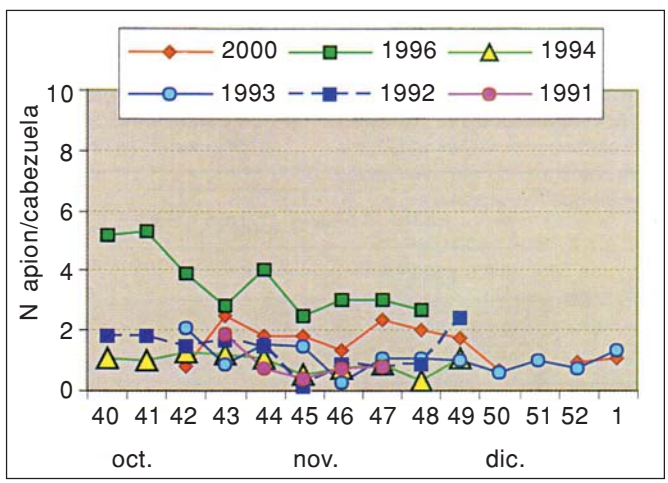


Figura 27. Adultos de Apion por cabezuela de trébol blanco. Muestreos en chacra. (Alzugaray, 2004).

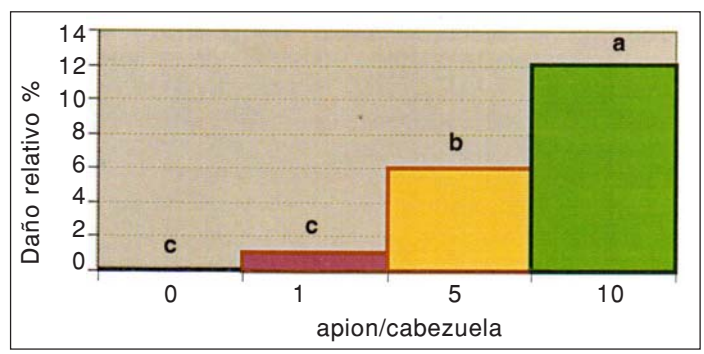


Figura 28. Daños de gorgojos adultos de Apion por cabezuela de trébol blanco. Daño = flores dañadas/flores totales.
(Alzugaray, 2004).

Figura 29. Daño causado e individuo adulto de *Halticus pigmaeus* en hoja de trébol blanco (Alzugaray, 2004).

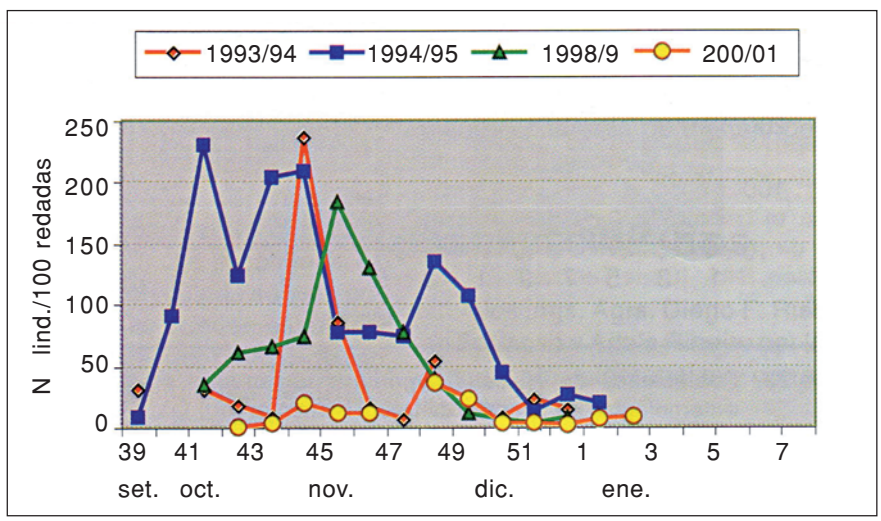


Figura 30. Poblaciones de míridos en trébol blanco, muestreos semanales con red entomológica. Los datos se expresan como número de míridos adultos (*Halticus pigmaeus*) cada 100 golpes de red (Alzugaray, 2004).

En la zona este del país, frecuentemente se requiere de aplicaciones en semilleros de trébol blanco para controlar míridos.

10.3 Lagartas

Normalmente se presentan cuando ocurren condiciones de ambiente templadas y húmedas. Actualmente se cuenta con productos que no dañan a los polinizadores.

10.4 Pulgones

El seguimiento de las poblaciones de pulgón para su rápido control es un elemento importante a tener en cuenta, por la frecuencia de infecciones virósicas existentes.

11. ENFERMEDADES

Información reportada por Altier (1987), muestra el impacto de enfermedades foliares en la producción de forraje (cuadro 40) y semilla, cuadro 41.

Este tipo de trabajos, realizados en INIA La Estanzuela, tiene por objetivo mostrar la magnitud de los impactos productivos que tienen enfermedades y plagas en deprimir los rendimientos de forraje y de semillas en

Cuadro 40. Incidencia de enfermedades y plagas en la producción de forraje de trébol blanco (Altier 1987).

Tratamientos	Producción de forraje (kg MS/ha)			
	1984	1985	1986	Total
Testigo	100	100	100	100
Fungicidas	132	139	206	144
Insecticida - Nematicida	122	153	148	142
Fung.+Insect.+Nemat.	139	188	200	173
MDS 5%	8	33	99	29
Base 100 (kg MS/ha)	2726	4698	905	8329

Cuadro 41. Incidencia de enfermedades y plagas en la producción de semilla de trébol blanco (Altier 1987).

Tratamientos	Producción de Semilla (kg/ha)			
	1984	1985	1986	Total
Testigo	100	100	100	100
Fungicidas	142	135	114	132
Insecticida - Nematicida	124	160	150	142
Fung.+Insect.+Nemat.	138	181	105	140
MDS 5%	27	55	NS	--
Base 100 (kg Semilla /ha)	236	170	176	582

trébol blanco. La información muestra aumentos en la producción de semillas por el uso de fungicidas, insecticidas y nematicidas entre 32 y 42% y de forraje entre 42 y 73% (Altier, 1987).

Con el mismo objetivo, se realizaron dos trabajos similares dentro de semilleros fundación de trébol blanco Estanzuela Zapicán en la zona Este del país, sobre la unidad de suelos Alférez (Formoso, informe interno).

Tanto en producción de forraje como de semilla, la aplicación de fungicidas y/o insecticidas, repetidamente originaron incrementos productivos muy importantes, de alta repercusión económica, (cuadros 40 - 41 y 42), respuestas que sugieren que debería intensificarse la realización de trabajos en el tema.

Cuadro 42. Producción de semilla (kg/ha) de trébol blanco Estanzuela Zapicán. Respuesta a aplicación de fungicidas e insecticidas. Zona Este. (Formoso, informe interno).

Tratamientos	Treinta y Tres	Rocha
Testigo	177	214
Fungicidas	178	194
Insecticida	228	307
Fungicida + Insecticida	227	333
MDS 5%	258	41

Cuadro 43. Enfermedades detectadas en chacras de trébol blanco, Zona Este (Altier, 1999).

	Manchas foliares	Mildiu	Virosis
Prevalencia (%)	100	80	92
Incidencia (%)	72	10	27
Rango	41 a 97	0 a 45	0 a 65
Severidad	2,9		El 90% de las virosis dieron positivo para AMV
Rango	1,6 a 5,0		

Prevalencia = N° de chacras con presencia de la enfermedad sobre el total de chacras.
Incidencia = dentro de cada chacra, n° de muestras con síntomas, sobre el total de muestras.
Severidad = para cada chacra, área de tejido enfermo (escala 0 a 10).
La severidad de 2,9 implica 1/3 del área foliar enferma, sin embargo el rango fue amplio, donde los valores superiores implican 50% del área foliar enferma. AMV = virus del mosaico de alfalfa.

En septiembre de 1998, se realizó un relevamiento de enfermedades en semilleros de trébol blanco localizados en la zona este del país, (Altier 1999). Las enfermedades detectadas fueron manchas foliares (MF) mildiú y virosis (cuadro 43).

Los organismos causantes de manchas foliares fueron: *Leptosphaerulina* (mancha pimienta), *Cymadothea, Colletotrichum* (antracnosis), *Phoma* (tallo negro) y *Uromyces* (roya), siendo las prevalencias de: 78, 38, 25, 23 y 5% respectivamente, (Altier, 1999).

Las manchas foliares aumentaron con la biomasa, fueron menores en los cultivos pastoreados comparativamente a los sin pastoreo, el establecimiento en directa presentó mayor severidad que los sembrados con laboreo convencional de suelo, en tanto el aumento en la edad del cultivo, incrementó la presencia de Leptosphaerulina y Colletotrichum (Altier, 1999).

Con relación a las enfermedades virósicas, aumentaron de 7 a 47% del primer al tercer año, donde el 90% correspondió al virus del mosaico de alfalfa. Este se trasmite por semilla y pulgones En promedio, un tercio de las plantas presentaron infecciones virósicas sistémicas, que pueden afectar la producción de forraje y la fijación biológica de nitrógeno. En este tema, Altier, 1999, resalta la necesidad de un seguimiento periódico de la población de pulgones, principalmente en otoño y primavera. Los cultivos sin pastoreo presentaron menor incidencia de virosis (15%), comparativamente con los pastoreados (34%).

Altier (1999), destaca que hongos como *Cercóspora* (mancha ocular), *Pseudopeziza* (viruela), *Stemphylium* (mancha foliar anillada) y *Uromyces* (roya) no se detectaron por la época que se realizó el relevamiento, siendo la presencia de estos más frecuente en verano-otoño. Tampoco se detectó la presencia de Sclerotinia (podredumbre del trébol) que ocurre en julio-agosto con ambiente húmedo, fresco y nublado.

12. RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

12.1 Introducción

Trébol blanco morfofisiológicamente presenta una serie de características que se traducen en una deficiente regulación interna del estado hídrico de la planta. Su escaso control de la tasa transpiratoria a nivel estomático, su enraizamiento superficial, sus hojas planófilas, son atributos que determinan variaciones drásticas de las tasas de producción y desarrollo frente a la disponibilidad de agua. En situaciones limitantes baja rápidamente su capacidad de crecimiento, con alta disponibilidad responde marcadamente, incrementando sus tasas de crecimiento. Por ser una planta indeterminada, muy buenas condiciones de ambiente promueven el crecimiento vegetativo sobre el reproductivo, aspecto que para producción de semillas constituye un obstáculo. Las respuestas rápidas a excesos o déficits hídricos, determinan que para producción de semillas, el control de la disponibilidad de agua en esta leguminosa requiere de un régimen muy ajustado. Varios autores resaltan que para potenciar la producción de semillas, trébol blanco requiere de un estrés

hídrico moderado, donde si este se intensifica, puede traducirse en reducciones drásticas del potencial de rendimiento de semillas, (Zaleski 1966; Clifford 1986; Bullita *et al.* 1988; Oliva *et al.* 1994). En este sentido Thomas (1981) y Clifford (1986), señalan que la ocurrencia de altas temperaturas y deficiencias hídricas pueden reducir el número de óvulos por carpelo.

13.2 Trabajos sobre riego

Los factores enumerados previamente remarcan la necesidad del control del estado hídrico de la planta para mejorar la producción de semillas, aspecto que en nuestro país, con la baja predecibilidad de las precipitaciones, complica la toma de decisiones técnicas, por la inseguridad que se tiene sobre el tema.

El riego por superficie debería descartarse en la producción de semillas, puesto que resulta difícil de regular uniformemente a nivel de chacra, los umbrales de riego requeridos para disponer de semilleros parejos en estados de desarrollo, biomasa, maduración de cabezuelas, altura de las mismas, por tanto, como opción queda solamente el método de aspersión.

En el capítulo 3, (cuadro 7), se mostraron ejemplos donde una vez regados cultivos de trébol blanco para producción de semillas, los rendimientos disminuyeron consecuencia de precipitaciones ocurridas posteriores al riego, que promovieron abundante desarrollo vegetativo. Las disminuciones de los rendimientos de semilla originadas por el riego más precipitaciones con respecto al secano fueron respectivamente: 45, 41, 22 y 60% para cada uno de los cuatro experimentos. En el otro extremo, un caso donde se registró un período seco importante, el riego posibilitó producir semilla (187 kg/ha), comparativamente con el secano que rindió 38 kg/ha, es decir, el riego en esta situación extrema, determinó un aumento de 392%.

Con relación al impacto del riego en trébol blanco para producción de semillas, Oliva *et al.* (1994), en Oregon (USA), muestran la respuesta de distintos niveles de déficit hídrico sobre la producción de semillas (figura 31).

Los máximos rendimientos de semilla (100%) se registraron cuando el consumo de agua del trébol blanco deprimió el contenido del suelo en un 68% (D68) y posteriormente por riego se repone agua hasta capacidad de campo (F100). Disminuciones del agua disponible en el suelo menores, manejos D12 F100, D25F100, D46F100, hecho que implica menor nivel de estrés hídrico, determinaron menores rendimientos relativos de semilla. En el otro extremo, estreses hídricos potentes, D83 y D84 y reposición de agua a capacidad de campo, F100, deprimieron drásticamente los rendimientos de semilla (figura 31).

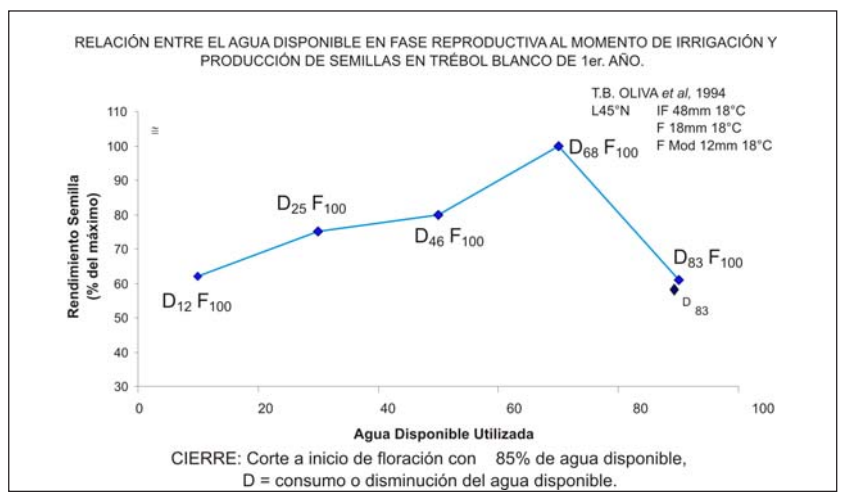


Figura 31. Incidencia de la disponibilidad de agua en los rendimientos de semilla de trébol blanco.

En trébol blanco Estanzuela Zapicán, con fechas de cierre del 21 de septiembre y 19 de octubre aumentaron los rendimientos de semilla un 13% (P>0,05) para la primer fecha de cierre y un 22% (P<0,05) para la segunda. Cuando se comparan los rendimientos de semilla cosechados manualmente, en la segunda cosecha, cierre del 26 de diciembre, el secano produjo 28 kg/ha y el tratamiento regado 70 kg/ha (P<0,01) (García *et al*., 2000).

El trébol blanco tipo Zapicán, florece durante primavera, verano y parte de otoño, las mayores temperaturas de fines de primavera y verano, determinan bajo número de semillas por carpelo y baja altura de cabezuelas, atributos que a escala comercial determinan que las posibilidades de obtener una segunda cosecha con rendimientos aceptables sea muy baja.

Si bien el riego es una alternativa, el volumen de forraje acumulado en verano, el impacto de altas temperaturas sobre el número de semillas y las bajas alturas de los pedúnculos, siguen operando en materiales de este tipo y a pesar del riego, las cosechas mecánicas registran bajos rendimientos de semilla.

Con materiales de tipo ladino (LE 88-77), que presentan el pico de floración más tardío que Zapicán (García *et al*., 2000), con fechas de cierre del 19 de octubre, 11 de noviembre y 26 de diciembre (segunda cosecha) registró rendimientos de semilla para secano y riego de: 324 y 367 (NS), 194 y 318 (P<0,01) y 65 versus 268 (P<0,01) respectivamente. Datos promedio de dos años para el material ladino, comparando secano versus riego, aumentaron en la primer y segunda cosecha, los rendimientos de semilla en 23 y 101%, el número de cabezuelas/m2 un 18 y 43%, los pesos de semilla en miligramos por cabezuela en 16 y 50%, la biomasa en 88 y 105% y la altura del tapiz en centímetros en 44 y 6%, respectivamente. Dichos autores concluyen que: el impacto del riego aumenta en materiales de floración tardía, de verano, y que mientras en cierres tempranos el riego no diferenció (P>0,05) los rendimientos de semilla, en los tardíos los aumentó significativamente, siendo una opción muy importante para la segunda cosecha.

García *et al.* (2000), sugieren como estrategia de riego: a) realizar riegos de bajo volumen, que no sobrepasen los 20mm, b) adoptar como umbral de riego 30% de agua disponible, dejando que esta se agote hasta el 70%, y c) con riego cerrar más tardíamente el cultivo.

13. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ALTIER, N. 1987. Uso de curasemillas en leguminosas forrajeras. CIAAB, Est. Exp. La Estanzuela (Uruguay). Día de Campo pasturas, carne, leche, lana; 30 de octubre, 1987.

ALTIER, N. 1996. Enfermedades de leguminosas forrajeras: diagnóstico, epidemiología y control. In: M. Díaz (ed.). Manejo de enfermedades en cereales de invierno y pasturas. Montevideo. INIA. Serie Técnica N°74. p 87-104.

ALTIER, N. 1999. Relevamiento de enfermedades en trébol blanco. En: INIA La Estanzuela. Jornada de trébol blanco. Actividades de difusión N° 200. p 15-23

ALZUGARAY, R. 1991. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. INIA La Estanzuela. Boletín de divulgación N° 10. 1-17.

ALZUGARAY, R. 2004. Daños por insectos en la producción de semillas de leguminosas forrajeras. INIA La Estanzuela. Serie Técnica N° 141. 24p.

ALZUGARAY, R.; RIBEIRO, A.; ZERBINO, M.S.; MORELLI, E.; CASTIGLIONI, E. 1998. Situación de los insectos del suelo en Uruguay. En: Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. Ed. Morón, M.A y Aragón, A. 1998. BUAP y Soc. Mex. de Entomología, A.C. Puebla, México. pp 151-164.

ARANA, C.; PIÑEIRO, G.; GARCÍA, J.; SANTIÑAQUE, F. 2000. Riego y manejo de la productividad de pasturas de trébol blanco. Serie Actividades de difusión N° 241. INIA La Estanzuela. pp 5-18.

ASKARIAN, M.; HAMPTON, J.G., HARRINGTON, K.C. 1993. Control of Weeds, and Particulary White Clover (*Trifolium repens* L.). in Lucerne (*Medicago sativa* L.) Grown for Seed Reproduction. Journal of Applied Seed Production, volume 11. 51-55.

BARÚ, N.; VERNAZZA, R. 1998. Efecto de variables de manejo en la producción de semillas de trébol blanco. Tesis de Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. 73p.

BOELT, B.; NORDESTGAARD, A. 1993. Growth Regulation in White Clover (*Trifolium repens* L.) Grown for Seed Production. Journal of Applied Seed Production, volume 11. 1-5.

BRITTEN, E.J. 1961. The influence of genotype and temperature on flowering in *Trifolium repens.* Agron. J., 53, 11-14.

BROCK, J.L.; CARADUS, J.R.; HAY, M.J.M. 1989. Fifty years of white clover research in New Zealand. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 50, 25-39.

BUDHIANTO, B.; HAMPTON, J.G.; HILL, M.J. 1994. Effect of Plant Growth Regulators on a White Clover (*Trifolium repens* L.) Seed Crop. II Seed Yield Components and Seed Yield. Journal of Applied Seed Production, volume 12. 53-58.

BULLITTA, P.; BULLITA, S.; ROGGERO, P.P. 1988. Water management for white clover seed production in a Mediterranean environment. Agricultura Mediterránea 118, 354-360.

Carámbula, M. (1981). Algunas particularidades de las principales leguminosas en producción de semillas de plantas forrajeras. Ed. Hemisferio Sur. p. 463-498.

CARLSON, G.E. 1966b. Growth of white clover leaves, after leaf removal. Proceedings of Xth International Grassland Congress 134-136.

CHEN, C-C.; GIBSON, P.B. 1973. Effect of temperature on pollen-tube growth in *Trifolium repens* after cross-and self-pollination. Crop Science 13, 563-566.

CLIFFORD, P.T.P. 1977. Cultural methods for "Grasslands Pitau", white clover seed crops. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 5, 147-149.

CLIFFORD, P.T.P. 1979. Effect of closing date on potential seed yields from 'Grasslands Pitau' white clovers. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 7, 303-306.

CLIFFORD, P.T.P. 1980. Research in white clover seed production. In: Lancashire, J.A. (ed.) Herbage Seed Production. Grassland Research and Practice Series No. 1. New Zealand Grassland Association, Palmerston North, pp. 64-67.

CLIFFORD, P.T.P. 1985. Effect of leaf area on white clover seed production. In: Hare, M.D. and Brock, J.L. (eds) Producing Herbage Seeds. Grassland Research and Practice Series No. 2. New Zealand Grassland Association, Palmerston North, pp. 25-31.

CLIFFORD, P.T.P.; MCCARTINS, S.J.M. 1985. Effects of pre-harvest treatment and mower and header types on seed loss and hard seed content at mowing, recovery and separation when harvesting a white clover seed crop. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 13, 307-316.

CLIFFORD, P.T.P. 1986 a. Effect of closing date and irrigation on seed yield and some seed yield components of 'Grasslands Kopu' white clover. New Zealand Journal of Experimental Agriculture, 14, 271-277.

CLIFFORD, P.T.P. 1986 b. Interaction between leaf and seed production in White Clover (*Trifolium repens* L.). Journal of Applied Seed Production, volume IV. 37-43.

CLIFFORD, P.T.P.; WHITE, S.D. 1986. A sulphur response: white clover seed production. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 14, 97-99.

CLIFFORD, P.T.P. 1987. Producing high seed yields form high forage producing white clover cultivars. Journal of Applied Seed Production 5, 1-9.

CLIFFORD, P.T.P.; ROLSTON, M.P. 1990. Mineral nutrient requirements for white clover seed production. Journal of Applied Seed Production 8, 54-58.

CLIFFORD, P.T.P.; BAIRD, I.J. 1993. Seed yield potential of white clover: characteristics, components and

compromise. Proceedings of the XVII International Grassland Congress, pp. 1678-1679.

COMFORTH, I.S. 1984. Plant Analysis. In: Conforth, I.S., Sinclair, A.G., compiled. Fertilizer and lime recommendations for pastures and crops in New Zealand. Minister of Agriculture and Fisheries. Second Revised Edition. P.40-42

DANYACH-DESCHAMPS, M.; WERY, J. 1988. Effects of drought stress and mineral nitrogen supply on growth and seed yield of white clover in Mediterranean conditions. Journal of Applied Seed Production 6, 14-19.

EDMEADES, D.C., SINCLAIR, A.G., WATKINSON, J.H., LEDGARD, S.F., GHANI, A., THORROLD, B.S., BOSELL, C.C., BRAITHWAITE, A.C., BROWN, M.W. 1994. Some recent developments en Sulphur research in New Zealand Agricultura. Sulphur in Agriculture, 18, p 3-8.

ESTEFANELL, N. 1979. Efecto de densidades de siembra en el primer año de Trébol blanco. 2da Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía. 27-29 noviembre. 1979. Montevideo Uruguay. p18.

EVANS, D.R.; WILLIAMS, T.A.; DAVIES, W.E. 1986. Potential seed yield of white clover varieties. Grass and Forage Science 41, 221-227.

FORMOSO, F.; ALLEGRI, M. 1980 a. II. Producción de forraje y semillas de trébol blanco en suelos pesados y bajos. En Leguminosas en la Región Noreste. CIAAB "Alberto Boerger". Estación Experimental del Norte. Tacuarembó. Miscelánea 21. 9-14.

FORMOSO, F.; ALLEGRI, M. 1980 b. III. Producción de semillas de trébol blanco en rastrojos de arroz. En Leguminosas en la Región Noreste. CIAAB, Estación Experimental del Norte. Miscelánea 21. p 15-19.

FORMOSO, F. 1984. Efectos de curasemillas en la implantación de especies forrajeras. Investigaciones Agronómicas No.5:14-17.

FORMOSO, F. 1990. Efecto de la densidad y época de siembra en la producción de semillas de trébol blanco y rojo. En Jornada Ganadera, 3 de octubre de 1990. INIA La Estanzuela. p 4.

FORMOSO, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de Pasturas. INIA Tacuarembó, Serie Técnica N° 80. 1-19.

FORMOSO, F. 1996. Producción de semilla de especies forrajeras. INIA Tacuarembó, Serie Técnica N° 80. 85-92.

FORMOSO, F. 2000.Presente y Futuro de la Producción de Semillas de Trébol Blanco en Uruguay. Serie Actividades de difusión N° 241. INIA La Estanzuela. pp 19-28.

FORMOSO, F.; SAWCHICK, J. 2000. Producción de semillas de leguminosas forrajeras con riego. INIA La Estanzuela. Actividades de difusión N° 227, pp 27-46.

FORMOSO, F. 2007 a. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada de instalación y manejo de pasturas. INIA, Colonia. Serie de Actividades de difusión 483. p 19-40.

FORMOSO, F. 2007 b. V. Incidencia de la compactación del suelo en el período húmedo y de la calidad de la semilla sobre la implantación de distintas especies sembradas en directa. 2. Efectos de la calidad de la semilla sobre los porcentajes de implantación. En: Avances en la Siembra Directa de Pasturas. Serie Técnica N° 161.p. 83-93.

FORMOSO, F. 2008. Instalación de Pasturas. Revista del Plan Agropecuario, v. 125, p. 52-56.

FORMOSO, F. 2010. Festuca arundinácea: variables agronómicas relacionadas con la producción de forraje y semillas. INIA La Estanzuela. ST182, 2010.

FORMOSO, F. 2011. Manejo de mezclas forrajeras, leguminosas puras y gramilla, producción y calidad del forraje. INIA La Estanzuela. ST188, 2011.

GARCÍA, J.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F.; ASTOR, D. 1991. Producción de semillas forrajeras. Tecnologías en uso. INIA La Estanzuela.p 1-40.

GARCÍA, J.; BERNAZA, R.; BARÚ, N. 2000. Riego y producción de semilla de trébol blanco. En: Jornada de trébol blanco. INIA La Estanzuela. 1-16.

GIBSON, P.B.; COPE, W.A. 1985. White clover. In: Taylor, N.L. (ed) Clover Science and Technology. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 471-490.

HAGGAR, R.J.; HOLMES, W. 1963. Wild white clover seed production. 2. A survey on wild white clover seed production in Kent. 1961. Journal of the British Grassland Society 18, 197-203.

HAGGAR, R.J.; HOLMES, W.; BELL, R.D. 1966. Some new techniques for increasing yields of wild white clover seed. Proceedings of the IX International Grassland Congress, Brazil, 543-545.

HAMPTON, J.G.; CLIFFORD, P.T.P.; ROLSTON, M.P. 1987. Quality Factors in White Clover Seed Production. Journal of Applied Seed Production, volume 5. 32-40.

HAMPTON, J.G.; FAIREY, D.T. 1997. Components of seed yield in grasses and Legumes. In Forage Seed Production. Edit Fairey, D.TB International. p45-69.

HARVEY, H.J. 1970. Patterns of assimilate translocation in *Trifolium repens*. In: White Clover Research. Ed. J. Lowe. Occasional Symposium No. 6. British Grassland Society pp. 181-186.

HIDES, H.H.; LEWIS, J.; MARSHALL, A. 1984. Prospects for white clover seed production in the United Kingdom. In: Thompson, D.J. (ed). Forage Legumes, Occasional Symposium No. 16. British Grassland Society, UK, pp. 36-39.

HOPKINSON, J.M.; CLIFFORD, P.T.P. 1993. Mechanical harvesting and processing of temperate zone and tropical pasture seed. Proceedings of the XVII Int.Grassl.Congr. 1815-1822.

HUXLEY, D.M.; BRINK, V.C.; EATON, G.W. 1979. Seed yield components in white clover. Canadian Journal of Plant Science 59, 713-715.

HYDE, E.O.C. 1950. Studies on the development of white clover seed. Proceedings, 12th Conference of the New Zealand Grassland Association 101-107.

HYDE, E.O.C.; MCLEAVEY, M.A.; HARRIS, G.S. 1959. Seed development in ryegrass and red and white clover. N.Z.J. of Agr. Res. 2, 947-952.

KHRBEET, H.K.; MARSHALL, A.H.; HIDES, D.H. 1993. Effect of Inflorescence and Floret Number on Floret Site Utilisation of White Clover. Journal of Applied Seed Production, volume 11. 80-86.

LAY, J.K. 1980. White clover seed production with irrigation. In: Herbage Seed Production. Bulletin, New Zealand Grassland Association pp. 64-67.

LORENZETTI, F. 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions. 17th International Grassl. Congr.1621-1628

MARSHALL, A.H.; JAMES, I.R.; HIDES, D.H. 1986. The Effect of Spring Application of Grass-Suppressing Herbicides on the Clover Content and Seed Yield Components of White Clover in Grass/White Clover Swards. Journal of Applied Seed Production, volume IV. 1-4.

MARSHALL, A.H.; HIDES, D.H. 1987. Modification of Stolon Growth and Development of White Clover (*Trifolium repens* L.) by Growth Regulators and its Influence on Flower Production. Journal of Applied Seed Production, volume 5. 18-24.

MARSHALL, A.H.; JAMES, I.R. 1988. Effect of plant density on stolon growth and development of contrasting white clover (*Trifolium repens* L.) varieties and its influence on the components of seed yield. Grass and Forage Science 43, 313-318.

MCCARTIN, J. 1985. Alternative establishment strategies for white clover seed production. In: Hare, M.D. and Brock, J.L. (eds). Producing Herbage Seeds, Grassland Research and Practice Series Nº 2. New Zealand Grassland Association, Palmerston North, pp. 33-35.

MCNAUGHT, K.J. 1970. Diagnosis of mineral deficiencies in grass-legume pastures by plant analysis. In: Proceeding XI International Grassland Congress. Australia. P 334-338.

MORÓN, A. 1999. Relevamiento del estado nutricional y la fertilidad del suelo en cultivos de trébol blanco. In: INIA La Estanzuela. Jornada de trébol blanco. Actividades de difusión N 200. p 1-14.

OLIVA, R.N.; STEINER, J.J.; YOUNG III, W.C. 1994c. White clover seed production. II. Soil and plant water status on yield and yield components. Crop Science 34, 768-774.

OLMOS, F. 1997 a. La productividad de pasturas en relación a los principales parámetros del clima. In Efectos climáticos sobre la productividad de pasturas en la región noreste. INIA Tacuarembó, Uruguay. Boletín Divulgación Nº 64, pp. 1-12.

OLMOS, F. 1997 b. Efecto del estrés hídrico estival en la composición botánica de pasturas convencionales. In Efectos climáticos sobre la productividad de pasturas en la región noreste. INIA Tacuarembó, Uruguay. Boletín Divulgación Nº 64, pp. 13-20.

OLMOS, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Montevideo, INIA. Serie Técnica Nº145. 248 p.

OLMOS, F. 2004. Impacto del estrés hídrico en plantas de trébol blanco. INIA Tacuarembó. Serie de Actividades de Difusión no. 364. 46p.

OLMOS, F.; FRANCO, J.; SOSA, M. 2002. Variación en la estructura de plantas de *Trifolium repens* L. por efecto del riego y la competencia del campo natural. In: XI Reunión Latinoamericana de Fisiología Vegetal. Maldonado, Uruguay.

PASUMARTY, S. V.; MATSUMURA, T.; HIGUCHI, S.; YAMADA, T. 1993. Ovule fertility-a tool for selecting high-fertility populations of white clover. Proceedings of the XVII Internacional Grassland Congress, pp. 1648-1649.

PASUMARTY, S.V.; HIGUCHI, S.; MURATA, T. 1995. Environmental Influences on Seed Yield Components of White Clover. Journal of Applied Seed Production, volume 13. 25-31.

PASUMARTY, S.V.; THOMAS, R.G. 1997. Limitations to Seed Set in White Clover (*Trifolium repens* L.). III. The Effect of Inflorescence Shading on Fertility and Subsequent Seed Formation. Journal of Applied Seed Production, volume 15. 29-36.

PRITSCH, O.; ROSELL, C. 1973. Producción de semillas de plantas forrajeras M.G.A. La Estanzuela. Pasturas III. p 12-27.

RÍOS, A. 2007. Manejo de malezas en pasturas. INIA La Estanzuela. Actividades de difusión N 483. 50p.

ROBERTS, H.M. 1967. Isolation requirements in white clover seed crops. Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1966 pp. 103-105.

RODRIGUEZ, M.; SINCLAIR, A.; MORTON, J.; MORRISON, J.; SMITH, C.; DODDS, K.G. 1998. Nutrient ratios in herbage as indicators of balanced and adequate nutrition for white clover. In: Proceedings XVI World Congress of Soil Science. Francia. CD ROM. Symposium 14, p 1-9.

SHEPHERD, W. 1964. Paths and mechanisms of moisture movement in detached leaves of white clover (*Trifolium repens* L.). I. Losses of petiole moisture direct from petioles and via laminae. Annals of Botany 28, 207-220.

SINCLAIR, A.G.; SMITH, L.C.; MORRISON, J.D.; DODDS, K.G. 1996 a. Effects and interactions of phosphorus and sulphur on a white clover/ryegrass sward. 1. Herbage dry matter production and balanced nutrition. New Zealand Journal of Agricultural Research, 39, 421-433.

SINCLAIR, A.G.; SMITH, L.C.; MORRISON, J.D.; DODDS, K.G. 1996 b. Effects and interactions of phosphorus and sulphur on a mown white clover/ryegrass sward. 2. Concentrations and ratios of phosphorus, sulphur, and nitrogen in clover herbage in relation to balanced plant nutrition. New Zealand Journal of Agricultural Research, 39, 435-445.

SINCLAIR, A.G.; SMITH, L.C.; MORRISON, J.D.; DODDS, K.G. 1997. Effects and interactions of phosphorus and sulphur on a mown white clover/ryegrass sward. 3. Indices of nutrient adequacy. New Zealand Journal of Agricultural Research, 40, 435-445.

THOMAS, R.G. 1961. The influence of environment on seed production capacity in white clover (*Trifolium repens* L.). I. Controlled environment studies. Australian Journal of Agricultural Research 12, 227-238.

THOMAS, R.G. 1962. The initiation and growth of axillary bud primordia in relation to flowering in *Trifolium repens* L. Annals of Botany, N.S. 26, 329.344.

THOMAS, R.G. 1981 a. Studies on inflorescence initiation in *Trifolium repens* L. The short-long day reaction. New Zealand Journal of Botany 19, 361-369.

THOMAS, R.G. 1979. Inflorescence initiation in *Trifolium repens* L. Influence of natural photoperiods and temperatures. New Zealand Journal of Botany 17, 287-299.

THOMAS, R.G. 1980. Growth of the white clover plant in relation to seed production. In: Herbage Seed Production. Grassland Research and Practice Series Nº 1. New Zealand Grassland Association, Plamerston North, New Zealand, pp. 56-63.

THOMAS, R.G. 1981 b. The influence of environment on seed production capacity in white clover (*Trifolium repens* L.). II. Responses to the natural environment. New Zealand Journal of Agricultural Research 24, 359-364.

THOMAS, R.G. 1987 a. Reproductive development. In: Baker, M.J. and Williams, W.M. (eds) White Clover. CAB International, Wallingford, UK, pp. 63-123.

THOMAS, R.G. 1987 b. Reproductive development. In: Baker, M.J. and Williams, W.M. (eds) White clover. CAB International, Wallingford, UK, pp. 63-123.

THOMAS, R.G. 1996. Limitations to Seed Set in White Clover (*Trifolium repens* L.). I. Preliminary Observations. Journal of Applied Seed Production, volume 14. 59-66.

Thomas, R.G.; Pasumarty, S.V. 1996. Limitations to Seed Set in White Clover (*Trifolium repens* L.). II. The Influence of Light Intensity on Floral Development. Journal of Applied Seed Production, volume 14. 67-72.

ZALESKI, A. 1961. White clover investigations. I Effect of seed rates and cutting treatments on flower formation and seed yield. Journal of Agricultural Science, UK 57, 199-212.

ZALESKI, A. 1964 a. Effect of density of plant population, photoperiod, temperature and light intensity on inflorescence formation in white clover. Journal of the British Grassland Society 19, 237-247.

ZALESKI, A. 1964 b. Survey of methods used for white clover seed production. Journal of the National Institute for Agricultural Botany 10, 110-115.

ZALESKI, A. 1966. White clover investigations. III. Effect of irrigation in seed production. J.Agr.Sci. 67, 249-253.

ZALESKI, A. 1970. White clover seed production. In: White Clover Research Ed. J. Lowe. Occasional Symposium, British Grassland Society, No.6, 147-154.

II. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE TRÉBOL ROJO

TRÉBOL ROJO

1. INTRODUCCIÓN

Las principales limitantes de la producción de semillas de esta leguminosa, de acuerdo con la percepción de los productores semilleristas expresada en la encuesta realizada por García *et al.* (1991), se muestra en el cuadro 1.

De acuerdo con la percepción de los productores, el manejo previo, el número de colmenas y la fecha de cierre, surgen como los principales factores limitantes de la producción de semilla. En dicha encuesta, el rendimiento de semillas promedio de trébol rojo fue de 119 kg/ha, con una variación importante entre productores, desde un mínimo de 45 a un máximo de 225 kg/ha.

Los semilleristas de trébol rojo predominan en el departamento de Colonia, mayoritariamente tienen predios agrícola ganaderos y lecheros, lo siembran en forma pura (45 %) y asociada (55 %) y obtienen rendimientos de 145 y 115 kg/ha respectivamente. Las siembras asociadas se realizan generalmente con trigo, aunque en predios lecheros, lo más frecuente es sembrarlo con avena. Se siembra en otoño (45 %) y obtienen rendimientos de semilla de 124 kg/ha, en tanto los restantes siembran en otoño-invierno indiferentemente (25 %), y un 25 % siembran en invierno, cosechando 105 kg/ha.

Las fechas de cierre presentan gran amplitud, desde agosto a diciembre. En cultivos de primer año predominan los cierres de octubre (58 %) y primera quincena de noviembre (15%), en tanto en los de segundo año, los cierres de septiembre, octubre y noviembre comprenden el 21, 54 y 19 % respectivamente

Un 24 % de los productores no utiliza colmenas, mientras que los que usan, colocan en promedio 3,1 colmenas/ha.

El tamaño de los semilleros se ubica entre 20 y 60 hectáreas para el 96 % de los productores. El 53 % cosecha en directa y obtiene 113 kg/ha, un 8 % hace cosecha directa aplicando desecante y recoge 111 kg/ha y el 38 % hace cosecha indirecta utilizando diferentes tipos de recolectores (de lona, 10%, Murphy, 3 % y de dedos de alambre, 25 %, cosechando 121 kg/ha de semilla.

Lorenzetti (1993) estima los rendimientos potenciales y actuales para trébol rojo. Considera 750 cabezuelas/m^2, provistas de 110 flores cada una, con dos óvulos por flor, con un 25 % de óvulos convertidos en semilla, pesando éstas 1,6 g cada 1000 semillas. El rendimiento potencial estimado asciende a 2600 kg/ha, en tanto el agrícolamente realizable es de 600 kg, valor que implica el 23 % del rendimiento potencial realizado. En el cuadro 2 se muestran datos máximos obtenidos experimentalmente (Formoso, 2008, informe interno).

El máximo experimental dista mucho del rendimiento promedio nacional de 120 kg/ha, mostrando la magnitud de las limitaciones que operan comercialmente, disminuyendo los rendimientos. En esta publicación se tratarán diversos temas con el objetivo de me-

Cuadro 1. Limitantes del rendimiento de semilla en trébol rojo. Porcentaje de los productores que marcaron cada factor como muy importante, referido al total de registros de cada factor (García *et al.,* 1991).

Factor	%	Factor	%
Manejo previo	46	Malezas	28
N° de colmenas	44	Método de cosecha	11
Fecha de cierre	39	Cosechadora	11
Fertilización fosfatada	31	Recolector	4

Cuadro 2. Valores promedio máximos registrados experimentalmente.

C/m^2 (N°)	F/C (N°)	O/F	O/ m^2 (N°)	PMS (g)	kgS/ha	S/m^2 (N°)	OCS (%)
700	83,2	2	116592	1,8	650	36111	30,9

C= cabezuelas, N°F= número de flores, O=óvulos, PMS= peso de 1000 semillas, S= semillas, OCS= óvulos convertidos en semilla.

jorar los rendimientos de semilla que se registran a nivel de campo.

2. ASPECTOS AGRONÓMICOS RELACIONADOS CON EL ESTABLECIMIENTO DE TRÉBOL ROJO

2.1 Elección de la chacra

De forma semejante a lo comentado con trébol blanco, en las chacras a seleccionar para producción de semillas de trébol rojo debe priorizarse la limpieza de malezas, especialmente las prohibidas o de difícil control. Trébol rojo por ser la leguminosa de mayor crecimiento inicial, cubre rápidamente el suelo cuando se siembra tecnológicamente en forma adecuada, atributo que ayuda en forma importante a partir con semilleros más limpios, sin embargo a pesar de esto, debe evitarse la siembra en chacras que presentan malezas de difícil control.

Debe evitarse la instalación de semilleros en chacras que provienen de campo natural, puesto que probablemente muchas de las especies componentes del tapiz natural aparezcan a partir de la primer primavera-verano. Previo a la siembra del semillero, es conveniente que la chacra tenga por lo menos un ciclo de verdeo de invierno seguido por uno de verano. Si se dispone de chacras con historia agrícola previa, de dos o más años, trigo y/o soja, se tiene la ventaja que las especies de campo natural seguramente no infestarán nuevamente el semillero. Estas opciones permiten ahorrar costos de aplicación de herbicidas, especialmente graminicidas.

2.2. Suelos

Trébol rojo produce bien en suelos de ph 5 a 7, fértiles, bien drenados, preferentemente de texturas pesadas y con buena capacidad de almacenaje de agua. Si bien los períodos secos durante floración mejoran la polinización, trébol rojo para producir altos rendimientos de semilla necesita condiciones de buena disponibilidad de agua, principalmente en plantas de segundo año, siendo esencial en cultivos que tienen problemas radiculares por ataques de Fusarium sp. En Francia, sobre suelos fértiles con buena capacidad de almacenaje de agua, limitando el crecimiento de trébol rojo después de la fecha de cierre, con condiciones secas que mejoran la polinización y suficiente agua en el suelo durante floración se registran entre 700 y hasta 1000 kg/ha de semilla (Bouet y Sicard, 1997).

2.3 Efecto de densidades y métodos de siembra en la producción de forraje, semillas y presencia de malezas

En trébol rojo, los semilleros sembrados puros, mayoritariamente se siembran en otoño, abril, mientras que los que se instalan asociados, generalmente con trigo, se siembran en invierno, junio y julio. También se siembra con avena, especialmente en tambos, cerrándose para semillas en octubre. Cuando se siembra asociado, en el primer año normalmente da una sola cosecha. Las siembras tempranas de otoño, producen entre 10 y 20 % más de semilla. En trébol rojo hay una gran amplitud de uso de densidades de siembra, que varían entre 4 y 24 kg/ha, siendo la densidad promedio mas usada de 9 kg/ha. El 80 % de los semilleros se siembra al voleo y en un tercio de éstos se usa una centrífuga (García *et al.,* 1991).

Trébol rojo presenta alta capacidad morfológica mediante la cual es capaz de adaptar y compensar productivamente dife-

rencias muy importantes, tanto en densidades de siembra, como espaciamientos entre líneas.

Siembras al voleo o en líneas a 0,15 m, a 10 kg/ha, producen rendimientos anuales de forraje similares a siembras en surcos a 0,30 m a 5 kg/ha (cuadro 3).

La utilización de menores densidades de siembra 3,3 o 2,5 kg/ha, o mayores espaciamientos entre surcos 0,45 a 0,60 m, producen cantidades de forraje semejantes entre ellos, pero determinan disminuciones (P<0,01) en los rendimientos anuales de forraje con respecto a las opciones de mayores densidades 5 o 10 kg/ha y menores espaciamientos 0,30 o 0,15 m y voleo (cuadro 3). Estas mermas productivas a pesar de ser significativas (P<0,05) son del orden del 20 %, en comparación con la disminución en la densidad de siembra de un 75 %, resultado de pasar de 10 a 2,5 kg/ha.

La producción total de malezas resultante de sumar el contenido de las mismas en los distintos cortes realizados durante los primeros doce meses, aumentó en forma significativa en las siembras con espaciamientos de 0,45 m o más, en las dos situaciones cuantificadas (cuadro 3). En las siembras en líneas se utilizó una densidad constante de 67 semillas por metro lineal, equivalente a 0,15 g/m, razón por la cual, al aumentar los espaciamientos disminuyen las densidades de siembra. La plasticidad de trébol rojo queda de manifiesto cuando se expresan para las siembras en líneas las producciones de forraje o de semilla por metro lineal de surco (figura 1).

Los rendimientos de forraje o de semilla por metro lineal aumentaron sostenidamente a medida que disminuye la competencia intraespecífica, como consecuencia de los mayores espaciamientos entre surcos y me-

Cuadro 3. Efectos de la densidad y método de siembra en la producción anual de forraje y contenido de malezas en dos cultivos de primer año de trébol rojo.

	TR-1		TR-2	
Densidades y métodos de siembra	**Forraje**	**Malezas**	**Forraje**	**Malezas**
	kg MS/ha	**kg MS/ha**	**kg MS/ha**	**kg MS/ha**
Voleo 10 kg/ha	8700 a	540 c	10900 a	682 b
L 0,15 m, 10 kg/ha	9100 a	320 c	11500 a	453 b
L 0,30 m, 5 kg/ha	8800 a	470 c	10900 a	621 b
L 0,45 m, 3,3 kg/ha	7300 b	990 b	9200 b	1277 a
L 0,60 m, 2,5 kg/ha	7200 b	1395 a	9200 b	1469 a
MDS (P<0,05)	0,7	334	1,2	445

L= siembra en la línea.

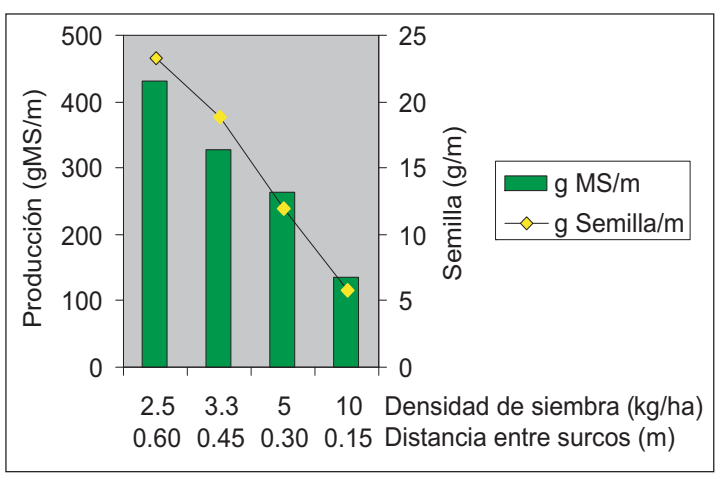


Figura 1. Rendimiento de forraje (gMS) y semilla (g) por metro lineal de surco, con diferentes distancias entre líneas y una densidad de siembra constante de 0,15 g/m de surco.

nores densidades de siembra, hechos que determinan un mayor vigor de plantas y superior número de tallos. Esta respuesta determina que las producciones por unidad de superficie varíen en menor escala o no sean modificadas.

En el exterior para la producción de semillas de trébol rojo normalmente se recomiendan densidades de siembra que varían entre 1 y 6 kg/ha, con espaciamientos entre surcos de 0,45 a 0,60 m. La utilización de bajas densidades y mayores espaciamientos, obviamente requiere de buenas preparaciones de suelos y camas de siembra y tiene por objetivo posibilitar que las plantas, como consecuencia de una menor competencia intraespecífica inicial, presenten mayor vigor desde el comienzo. Esto asegura un mayor desarrollo y potencial reproductivo que normalmente se traduce en mayores rendimientos de semilla.

Espaciamientos de 0, 45 m o más, y/o densidades de 5 kg/ha o menos, pueden determinar menores rendimientos de semilla (cuadro 4) y contenidos de malezas superiores (ver cuadro 3).

En dos de las situaciones, casos 1 y 2, las variaciones en densidades de siembra y distancias entre hileras no determinaron diferencias en los rendimientos de semilla, aspecto que muestra una amplia capacidad de compensación frente a diferentes situaciones de competencia. Además permite confirmar que con densidades tan bajas como 2,5 kg/ha sembrados en surcos a 0,60 m, es factible de obtener rendimientos de semilla similares a los producidos con densidades de 10 kg/ha sembrados en líneas a 0,15 m.

En la primera situación los números de cabezuelas y rendimientos de semilla en 100 tallos no se diferenciaron (P>0,05) entre los distintos tratamientos. Estos presentaron además números de flores por cabezuela y pesos de mil semillas similares (P>0,05) entre los mismos, con valores medios para ambas variables de 109 y 2,11 g, respectivamente. Estos resultados determinan que a medida que las densidades de siembra disminuyen, trébol rojo aumentó el número de cabezuelas por metro lineal en función de un mayor número de tallos por metro de surco. Estos aumentos compensaron las disminuciones en densidad, manteniendo por tanto, los números de cabezuelas/m y rendimientos de semilla/ha, sin diferenciarse entre las diferentes densidades utilizadas, cuadro 4, primera columna.

Resultados similares se muestran en el cuadro 5, que resume los rendimientos de semilla y poblaciones de cabezuelas obtenidos durante dos años, donde en cada uno se evaluaron dos momentos de siembra (marzo y junio) y cuatro densidades en siembras realizadas al voleo.

En ninguna de las situaciones evaluadas las densidades de siembra utilizadas lograron diferenciar los rendimientos de semilla y poblaciones de cabezuelas dentro de cada año y mes de siembra. Cuando se comparan los rendimientos de semilla y poblaciones de cabezuelas a cosecha, dentro de una misma densidad de siembra, entre la siembra de marzo y de junio de un mismo año, en general, en la mayoría de las situaciones, las siembras de marzo aventajan (P<0,05) a las de junio. En condiciones comerciales de producción, las diferencias de rendimientos de semillas entre siembras de otoño e invierno se sitúan entre 10 y 20 % a favor de las tempranas. En el cuadro 6 se

Cuadro 4. Efectos de la densidad y método de siembra en los rendimientos de semilla de tres cultivos de trébol rojo de primer año, sembrados a fines de marzo.

Tratamientos	1. Semilla (kg/ha)	2. Semilla (kg/ha)	3. Semilla (kg/ha)
Voleo 10 kg/ha	409	146	188 a
L 0,15 m 10 kg/ha	390	105	177 a
L 0,30 m 5 kg/ha	401	114	191 a
L 0,45 m 3,3 kg/ha	419	98	130 b
L 0,60 m 2,5 kg/ha	389	98	102 b
MDS (P<0,05)	NS	NS	41

L= siembra en la línea.

Cuadro 5. Rendimientos de semilla (kg/ha) y poblaciones de cabezuelas (N C/m²) a cosecha de trébol rojo sembrado al voleo, en cuatro densidades y dos momentos de siembra por año, durante dos años.

Densidad	Año 1				Año 2			
	marzo	marzo	Junio	Junio	marzo	marzo	Junio	Junio
kg/ha	kg/ha	C/m²	kg/ha	C/m²	kg/ha	C/m²	kg/ha	C/m²
5	276	700	258	470	342	970	222	830
8	272	780	211	530	308	970	244	860
11	228	820	185	570	294	980	182	750
15	292	740	219	560	386	1050	208	780
P<0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Cuadro 6. Rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol rojo Estanzuela 116 de primer año, en tres momentos de siembra, utilizándose una densidad de 8 kg/ha. Información de tres experimentos.

Siembras	1	2	3
15 de abril	255 a	67 a	334 a
15 de mayo	247 a	54 a	221 b
10 de julio	159 b	38 a	164 c

Letras diferentes en una misma columna indica que los rendimientos difieren al nivel P<0.05.

muestran para el primer año las producciones de semilla de trébol rojo sembrado en forma pura en abril, mayo y julio.

Las situaciones uno y dos, se evaluaron en INIA La Estanzuela, explicándose los bajos rendimientos del segundo caso, por muy baja presencia de polinizadores, consecuencia de un cultivo de trébol blanco en floración cercano, que atrajo a los polinizadores. La situación tres corresponde a un semillero ubicado sobre un suelo bajo de Treinta y Tres, con alta población de abejas y polinizadores naturales, provenientes de un monte lindero a la chacra, sobre el Río Olimar.

A partir de la información mostrada, surge que: a) trébol rojo presenta alta capacidad de adaptación morfológica, capaz de compensar diferencias importantes de población y distribución, generadas por el uso de densidades desde 2,5 a 10 kg/ha y/o distancias entre surcos de 0,15 a 0,60 m, b) siembras entre 5 y 15 kg/ha, al voleo, no generaron diferencias en rendimientos de semilla y poblaciones de cabezuelas, c) en general, densidades de siembra menores a 3,3 kg/ha y/o distancias entre surcos de 0,45 m o superiores, determinan menores producciones de forraje, mayores contenidos de malezas y frecuentemente menores rendimientos de semilla, que en cultivos sembrados a mayores densidades y/o menores espaciamientos, d) con preparación convencional de suelo, a igualdad de densidad de siembra, el método de voleo o en líneas no generó diferencias productivas, e) los rendimientos de semilla superiores se registran generalmente con siembras de abril.

En condiciones comerciales, considerando la variabilidad climática durante la implantación y la heterogeneidad en calidades de camas de siembra que normalmente ocurren dentro de una misma chacra, probablemente el uso de densidades en el entorno de 0,15 g de semilla por metro de surco y espaciamientos entre surcos de 0,30 m, determinen mayores probabilidades de éxito en el establecimiento y aseguren mayores rendimientos de forraje y/o semilla y menores problemas de malezas.

2.4. Factores relacionados con el establecimiento de trébol rojo

Puesto que para producción de semillas, las siembras tempranas de otoño generalmente determinan mayores rendimientos de semilla, en el cuadro 7, se muestran resultados de siembras de trébol rojo Estanzuela 116, en distintos años, donde en algunos se

Cuadro 7. Efecto de altas temperaturas durante el establecimiento de trébol rojo en siembras de otoño, colocando la semilla en el surco, en directa (SD) y con preparación convencional del suelo (LC).

Siembra	22 de febrero		14 de marzo		11 de marzo		16 de abril	
Tipo de siembra	SD	LC	SD	LC	SD	LC	SD	LC
AC (%)	37 b	63 a	23 b	62 a	59 b	72 a	58 b	84 a

Área cubierta (AC %) de la especie sembrada entre 60 y 90 días pos siembra. Dentro de cada experimento, letras diferentes, indica que las medias difieren al nivel de P<0,05.

Cuadro 8. Incidencia de la cobertura del suelo y la profundidad de siembra (mm) sobre el % de establecimiento de trébol rojo.

Suelo desnudo				Suelo con rastrojo			
0#	6	12	25	0#	6	12	25
40	45	39	25	74	85	86	70

#= profundidad de siembra en mm 0=siembra en cobertura.

registraron durante varios días temperaturas superiores a los 30 °C, determinando el desecamiento y muerte de proporciones importantes de plántulas. Se comparó la implantación con una densidad de siembra de 10 kg/ha, en dos formas de siembra, con preparación convencional de suelo y en siembra directa. En ambas situaciones se usó una sembradora de directa provista de tren de siembra monodisco angulado.

De los cuatro experimentos mostrados (cuadro 7), las siembras del 22 de febrero y 14 de marzo, presentaron raleo de plántulas de trébol rojo originadas por desecación por temperaturas altas. Se observa que los efectos son de mayor magnitud en situaciones de SD que con preparación convencional del suelo. Las diferencias existentes entre SD y LC para las siembras del 11 de marzo y 16 de abril, en el área cubierta por TR, se explican por la mayor capacidad de crecimiento que se produce en la situación de LC comparativamente con la SD.

La profundidad de siembra es un factor de suma importancia en determinar el número de plántulas a obtener, razón por la cual, es importante disponer de sembradoras que aseguren manejar correctamente esta variable. Sembrando a profundidades de siembra adecuadas, se garantiza un mejor flujo continuo de agua a la semilla. En el cuadro 8, se muestran los efectos de distintas profundidades de siembra en condiciones de SD, realizada con sembradora provista de tren de siembra monodisco angulado, en suelo desnudo y con rastrojo de trigo.

Las siembras en directa en suelo con rastrojo, independientemente de la profundidad de colocación de la semilla en los rangos evaluados, asegura un suministro continuo de agua a la semilla, mejorando los porcentajes de implantación, inclusive cuando se siembra al voleo (0 mm), sobre el suelo. En suelo con rastrojo, profundidades de siembra de 6 a 12 mm presentaron similares porcentajes de establecimiento. En condiciones de suelo desnudo, la mejor opción fue de 6 mm. Cuando el suelo está cubierto con rastrojo, los porcentajes de plantas prácticamente se duplican con relación al suelo desnudo.

En leguminosas la compactación del suelo deprime la capacidad de crecimiento de las mismas, evaluada en dos experimentos mediante el área cubierta por la especie en el surco de siembra (cuadro 9).

El término compactación genéricamente puede implicar grados muy diferentes de la

Cuadro 9. Área cubierta por la especie sembrada en porcentaje (%) sobre el surco de siembra en directa, sobre suelo compactado (C) y sin compactar (SC).

Siembra	29 mayo 2001		7 junio 2003	
Nº días	70		97	
	C	SC	C	SC
Trébol rojo	*83*	*94*	*65*	*99*

misma, aspecto que se visualiza en el 2003, donde la depresión del área cubierta fue sensiblemente superior al 2001. Ambos experimentos fueron sembrados en directa y la compactación se originó por la pisada previa de la cubierta del tractor sobre el surco de siembra.

El grado de compactación del suelo por la cubierta del tractor durante la siembra directa esta relacionado con el contenido de humedad del suelo. Así, Formoso (2007) muestra que la compactación de la rueda del tractor en SD con suelo húmedo, produjo 17 cm de surco sin plantas de trébol rojo, comparativamente con 6 cm, en surcos no compactados. Cuando se repitió el mismo procedimiento, pero con suelo seco, los resultados se invirtieron. Los surcos compactados por la cubierta tenían 58 cm de surco sin plantas, en tanto los sin compactar, presentaban 85 cm de surco sin plantas. Con suelo seco, la compactación mejora el contacto semilla suelo y el flujo de agua a la semilla, consecuentemente se obtienen más plantas (Formoso, 2007).

Con relación a las siembras, existe información (Formoso, 1984, Altier, 1987) referente a la protección de la semilla con fungicidas. En el cuadro 10 se muestran datos de tres experimentos.

La información muestra variabilidad de resultados, situaciones donde los números de plantas son similares al testigo, hasta aumentos de 46 % en la cantidad de plantas obtenido, como resultado de la protección con fungicida. También se muestra que dentro de una misma chacra, la variación en momentos de siembra puede determinar efectos muy diferentes, así para la siembra de marzo-abril en el experimento 3, el fungicida no se diferenció del testigo, en cambio cuando se sembró en mayo-junio, la aplicación del curasemilla aumentó notoriamente el número de plantas obtenido.

La siembra de trébol rojo sobre distintos rastrojos fue evaluada en cuatro experimentos (cuadro 11), (Formoso, 2007).

El rastrojo de raigrás y de maíz mejoró (P<0,05) la producción de forraje comparativamente con el de sorgo, mientras que el de *Digitaria* sp. y soja, deprimió (P<0,05) la producción de la leguminosa, en una situación cada uno. En general, los rastrojos infestados de pasto blanco (*Digitaria* sp.), determinan un nivel de interferencia sobre las leguminosas que disminuyen la capacidad de producción de forraje de las mismas.

Con relación a la interferencia producida por especies estivales, la gramilla (*Cynodon dactylon*) afecta marcadamente la produc-

Cuadro 10. Efecto del curasemilla Metalaxil 35 SC aplicado a 1 cc/kg de semilla de trébol rojo Estanzuela 116, sobre en número de plantas por metro de surco, expresado en términos relativos al testigo base 100, sin curasemilla.

Marzo y abril	Mayo y junio	Julio y agosto	Experimentos
100 a	107 a	105 a	1
111 b	115 b	128 b	2
101 b	146 a		3

Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 11. Rendimientos relativos de forraje en el primer año de trébol rojo Estanzuela 116 sembrado sobre seis rastrojos, tomando como base 100 el rendimiento sobre rastrojo de sorgo granífero. Datos de cuatro experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Girasol	Soja
T rojo 1	115					
T rojo 2			113		102	83
T rojo 3		89	99	116	95	108
T rojo 4		63	112	103	100	110
Media	**115**	**76**	**108**	**109**	**99**	**100**

Números en rojo difieren (P<0.05) del de sorgo tomado como base 100.

Cuadro 12. Producción de forraje (kg MS/ha) al 15 de octubre, número de plantas por metro lineal de surco y rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol rojo, en su primer año, sembrado en directa, en tres situaciones de engramillamiento.

Casos	1			2			3		
	N°P	kgMS	kgS	N°P	kgMS	kgS	N°P	kgMS	kgS
SSG	55a	1260a	189 a	86 a	1785 a	103 a	49 a	1425 a	149 a
SCG+Gl	11b	775 b	44 b	19 b	666 b	32 b	8 b	445 b	27 b
SCG+Gl+F	63 a	1098a	176 a	74 a	1654 a	111 a	53 a	1354 a	122 a

SSG= suelo sin gramilla. SCG+Gl= suelo con gramilla seca por glifosato. SCG+Gl+F= suelo con gramilla seca por glifosato y quemada con fuego. N°P= número de plantas por metro lineal de surco. kg MS= kg MS/ha de forraje. kgS= kilos/ha de semilla limpia. Letras diferentes en cada columna indican diferencias al nivel (P<0,05).

ción de forraje y semillas de todas las leguminosas forrajeras incluido trébol rojo. En el cuadro 12 se muestran tres experimentos, donde en cada uno se cuantificaron tres situaciones a saber: suelo sin gramilla (SSG), suelo con gramilla seca por glifosato SCG+Gl) y suelo con gramilla seca por glifosato y además quemada con fuego (SCG+Gl+F). La dosis de glifosato fue de 6 l/ha.

La presencia de gramilla deprimió marcadamente el número de plantas establecidas, los rendimientos de forraje al momento de cierre y los rendimientos de semilla. Cuando la gramilla seca por glifosato, además se quema con fuego, los registros son similares para las tres variables evaluadas al testigo sin gramilla. A pesar que la gramilla esté seca por el herbicida, evidentemente origina un grado de interferencia importante sobre el trébol rojo, que con la quema disminuye o se elimina. Se resalta que las situaciones de gramilla con una aplicación de glifosato, con o sin quema, en el segundo otoño presentaban entre 30 y 48 % de área cubierta por gramilla.

Los rastrojos de sorgo, en general también generan problemas sobre las especies que se siembran sobre ellos. En el cuadro 13, se muestran resultados de área cubierta por trébol rojo, sobre rastrojos altos (RA) de sorgo granífero, resultado de haber realizado silo de grano húmedo, rastrojos bajos de sorgo (RB), consecuencia de hacer silo de planta entera, el rastrojo alto de sorgo desecado y quemado con fuego (RAQ), situación que en realidad, lo que se queman son las láminas. El rastrojo alto de sorgo, picado con rotativa (RAR) y la gavilla dejada por la cosechadora al cosechar el grano húmedo.

El trébol rojo presentó los mejores establecimientos en la situación del RAQ y en el RA. El rotativado del rastrojo y las gavillas constituyen las dos situaciones con menores áreas cubiertas por trébol rojo en el surco de siembra, consecuencia que el abresurco trabaja mal debido a los excesos de material vegetal.

Los rendimientos de semilla registrados sobre distintos rastrojos de verano se muestran en el cuadro 14, donde se verifica que

Cuadro 13. Área cubierta (%) por la especie en el surco de siembra, entre 90 y 130 días pos siembra, en respuesta a diferentes tratamientos aplicados sobre rastrojos de sorgo granífero. Siembra en directa (John Deere mod. 750).

Tipos de rastrojos	Año 2003				Año 2004			
	RA	RB	RAQ	RAR	RA	RAQ	RAR	Gavilla
Trébol rojo	46b	38c	64a	36c	68a	77a	44b	36b

RA: rastrojo alto, RB: rastrojo bajo, RAQ: rastrojo quemado, RAR: rastrojo rotativado. Gavilla: implantación sobre la gavilla de paja y casullo dejado por la cosechadora.

Cuadro14. Efecto de diferentes rastrojos sobre los rendimientos relativos (%) de semilla con relación a los obtenidos sobre rastrojo de sorgo granífero (kg/ha, tomado como base 100%), de diferentes especies sembradas en directa.

	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja	MDS
T. rojo	77	105	111	231	97	109	17

La columna correspondiente a sorgo reporta los rendimientos de semilla (kg/ha) tomados como base 100%. MDS: mínima diferencia significativa en % al nivel P=0.05%.

Cuadro 15. Producción de semillas (kg/ha) de trébol rojo sembrado en directa (SD) y con preparación convencional de suelo (LC) sobre rastrojos de sorgo y en una situación, rastrojo de raigrás. Siembras en 2001-02 y 03.

	Año 2001		Año 2002			Año 2003	
Rastrojo	Sorgo		Sorgo		Titan	Sorgo	
Siembra	LC	SD	LC	SD	SD	LC	SD
Trébol rojo	110	107	375	357	398	535	494

Información promedio de rastrojos altos y bajos de sorgo, que no se diferenciaron (P>0.05).

el rastrojo de *Digitaria* sp. originó disminución significativa (P<0,05) en el rendimiento de semilla con relación a los otros cultivos de verano.

La siembra de trébol rojo sobre RA y RB de sorgo granífero no generó diferencias (P>0,05) en rendimientos de semilla, así como tampoco la forma de siembra, en directa o con laboreo convencional de suelo. En el año que se compararon los rendimientos de semilla de trébol rojo sembrado sobre rastrojos de sorgo, comparativamente con el rastrojo de raigrás INIA Titán, se obtuvieron rendimientos similares (P>0,05), cuadro 15.

Si bien trébol rojo es de las leguminosas con mayor velocidad de crecimiento inicial y que cubre más rápido el suelo, en una secuencia de experimentos importante, las siembras de trébol rojo con preparación convencional del suelo presentaron un 13 % de malezas, en tanto, las siembras en directa realizadas en condiciones estrictamente comparativas, solamente tenían un 7 % de malezas (Formoso, 2007).

2.5 Superficie del semillero y rendimientos de semilla

Lo menor atracción para las abejas que tienen las flores de trébol rojo comparativamente con otras especies, lotus, trébol blanco, girasol, determina que la presencia abundante de éstas flores, situadas próximas a los semilleros, origine probablemente bajos números de semilla por cabezuela, independientemente que el semillero tenga colocadas colmenas fuertes y sanas para polinizar

Cuando se comparan a nivel comercial rendimientos de semilla de trébol rojo en función de los tamaños de los semilleros, en condiciones que no existan próximas al trébol rojo, flores competitivas por polinizadores, frecuentemente se verifica que semilleros pequeños, del orden de 10 ha, generalmente producen más semilla que los de 20 o más ha. Aquellos semilleros, con 50 o más hectáreas, difícilmente superan los 40 a 50 kg/ha de semilla. Sobre el tema, Clifford, (1980), en Nueva Zelanda, sugiere tamaños de semilleros de trébol rojo para los cultivares Hamua (diploide de floración temprana) y Turoa (diploide de floración tardía) de 4 a 6 ha, con el objetivo de mejorar la polinización. Comparando semilleros con menos y más de 5 ha, con el cultivar Hamua pasa de 642 a 188 kg/ha de semilla y con el Turoa de 391 a 242 kg/ha. Estas diferencias en rendimientos muestran claramente la importancia de una buena polinización en trébol rojo y como la variable, superficie del semillero y cultivar utilizado, puede incidir sobre el resultado económico en la producción de semilla de esta leguminosa.

3. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

3.1 Introducción

Las plantas de trébol rojo pueden considerarse indeterminadas, en tanto sus tallos son determinados, puesto que el ápice de los mismos en condiciones de ambiente inductivas de floración, pasa a etapa reproductiva y desarrolla una inflorescencia. Trébol rojo no requiere de vernalización para florecer, pero tanto la elongación de tallos como la floración requieren de días largos. Normalmente la longitud del día crítica para elongación de tallos, es menor que para inducir floración. Según Bowley *et al.* (1987), la combinación de días largos, con tallos de gran longitud y mayor número de tallos por

planta, puede resultar en la obtención de altos rendimientos de semilla.

Los componentes del rendimiento representan la medida del aparato reproductivo y entre ellos se pueden enumerar: el número de plantas por unidad de área, número de tallos fértiles (con inflorescencias) por planta y por unidad de área, número de inflorescencias por unidad de área, número de flores por inflorescencia, número de óvulos por flor, número de semillas por flor y por unidad de superficie.

3.2 Tallos fértiles por unidad de área

Esta variable se relaciona con las densidades de siembra empleadas y los porcentajes de establecimiento obtenidos. Ya fue comentado en el tema establecimiento de trébol rojo, la gran plasticidad morfológica que esta especie presenta. Es capaz de compensar un muy bajo número de plantas/m^2, originado por el empleo de bajas densidades de siembra y/o amplios espaciamientos entre líneas, que determinan bajo nivel de competencia intraespecífica, factor que las plantas de trébol rojo responden, aumentando marcadamente el número de tallos por planta. En el otro extremo, la utilización de altas densidades de siembra y/o espaciamientos entre surcos estrechos, crea condiciones de alto nivel de competencia intraespecífico, cada planta disminuye su tamaño y genera menor número de tallos por planta.

La plasticidad morfológica de trébol rojo queda de manifiesto cuando se comparan siembras en líneas a 0,15 m con densidades de 10 kg/ha, con distancias entre surcos de 0,60 m y densidades de siembra de 2,5 kg/ha y los rendimientos de semilla obtenidos fueron similares (P>0,05) entre ambos tratamientos.

3.3 Inflorescencias por unidad de área

Las inflorescencias de trébol rojo son cabezuelas globulares que se ubican en el ápice de un pedúnculo corto (figura 2). Las mismas se ubican en posición terminal, en el ápice de los tallos y en los brotes axilares, laterales de los tallos. En los tallos principales, las cabezuelas se ubican desde el ápice hasta el cuarto entrenudo, primero se desarrolla la cabezuela terminal, luego aparecen las del tercer o cuarto entrenudo y finalmente le sigue la del segundo o tercer entrenudo. En los tallos laterales, primero se desarrolla la cabezuela terminal, luego las

Figura 2. Cabezuelas receptivas de trébol rojo Estanzuela 116.

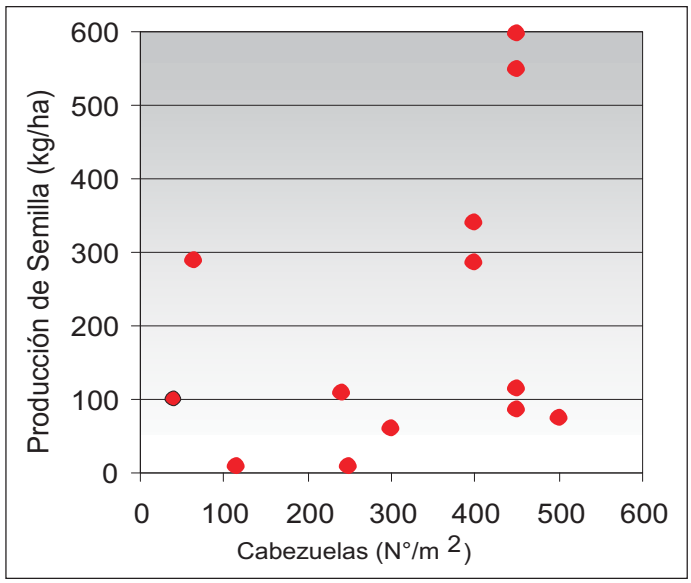


Figura 3. Relación entre el número de cabezuelas/m² y los rendimientos de semilla (kg/ha).

otras ubicadas en entrenudos más abajo del tallo lateral.

Si bien el número de inflorescencias/m² es el componente principal del rendimiento de semilla en gramíneas y leguminosas, en trébol rojo, por las dificultades de polinización entomófila que presenta y lo poco atractivas que resultan las flores para los polinizadores, especialmente las abejas, frecuentemente ocurre que semilleros con muy alto número de cabezuelas pueden llegar a tener rendimientos de semilla menores que otros con bajo número de cabezuelas, pero bien polinizados. Un ejemplo de esta situación se muestra en la figura 3.

La información muestra que en trébol rojo, no hay relación entre la población de cabezuelas y los rendimientos de semilla que se obtienen. Densidades de cabezuelas de 50/m², bien polinizadas, pueden generar rendimientos de 290 kg/ha, en tanto poblaciones de 500 cabezuelas/m², produjeron solamente 75 kg/ha de semilla (figura 3). Si se pretenden obtener elevados rendimientos de semilla, se debe contar con un adecuado tamaño del sistema reproductivo, es decir, alta población de cabezuelas por unidad de superficie, sin embargo para concretar dicho objetivo, se requiere asegurar una buena polinización, puesto que las flores de trébol rojo son casi 100 % autoestériles. Con 460 cabezuelas/m² bien polinizadas se obtuvieron 550 y 600 kg/ha de semilla (figura 3).

La presencia cercana de flores de trébol blanco, lotus, girasol, etc., a semilleros en floración de trébol rojo, generalmente determina que los polinizadores sean atraídos por las otras especies antes que por trébol rojo. Experimentos desarrollados en Young con trébol rojo, permitieron detectar en las trampas de polen colocadas en las piqueras de las colmenas, presencia mayoritaria de granos de polen de girasol, ubicado a 1750 m del semillero de trébol rojo. Estos problemas indican que el tema polinización en trébol rojo debe ser encarado como variable prioritaria para obtener rendimientos altos de semilla. Se destaca que las abejas recolectoras de polen, que son las imprescindibles para polinizar trébol rojo, no presentan ningún inconveniente en realizar la recolección de polen, ubicado en las anteras en la parte superior de la flor. El problema radica en que frecuentemente éstas prefieren otras fuentes de polen, distintas al trébol rojo.

De forma semejante a trébol blanco, trébol rojo en la medida que progresa la primavera y el verano, pierde capacidad de producción de cabezuelas. En la figura 4, se muestra para un conjunto de 5 experimentos, la depresión promedio, a medida que se atrasa la fecha de cierre al pastoreo o último corte, en la capacidad de formación de cabezuelas, disminuyendo también el tamaño de las mismas, consecuencia de menor número de flores por cabezuela. Considerando ambas variables, el potencial de producción de semillas de trébol rojo disminuye hacia fines de primavera y con el avance del verano. Trébol rojo es una leguminosa que con cierta frecuencia, posibilita la realización de una segunda cosecha, ésta tiene menor potencial de producción de semillas que la primera floración de primavera.

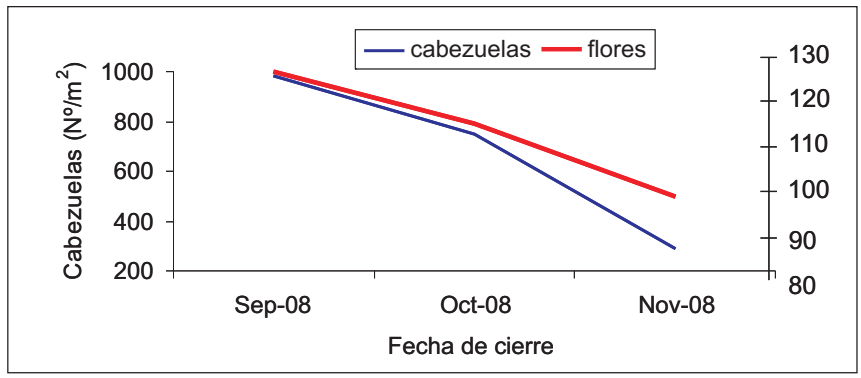


Figura 4. Disminución en el número de inflorescencias/m² y flores por cabezuela, a medida que progresa la primavera y/o verano.

Con baja frecuencia, puede ocurrir que las condiciones de ambiente pueden cambiar o disminuir las tendencias presentadas en la figura 4. Frente a primaveras secas y veranos con mayor disponibilidad de agua, se pueden verificar poblaciones de cabezuelas semejantes o superiores en verano con relación a primavera. A partir de información de un número elevado de experimentos, se visualiza que los atrasos en las fechas de cierre deprimen la población de cabezuelas (figura 5).

Las fechas de cierre ordenadas por décadas muestran la disminución en el número de cabezuelas con el progreso de la primavera y verano. Existen poblaciones muy bajas que se relacionan con períodos muy secos y un cierre de diciembre con casi 600 cabezuelas/m², resultado de buena disponibilidad de agua en el suelo (figura 5).

3.4 Flores por cabezuela

Tal como se muestra en la figura 4, esta variable disminuye con el avance de la primavera y verano. Según Puri y Laidlaw (1984) el número de flores por cabezuela en trébol rojo aumenta levemente desde los

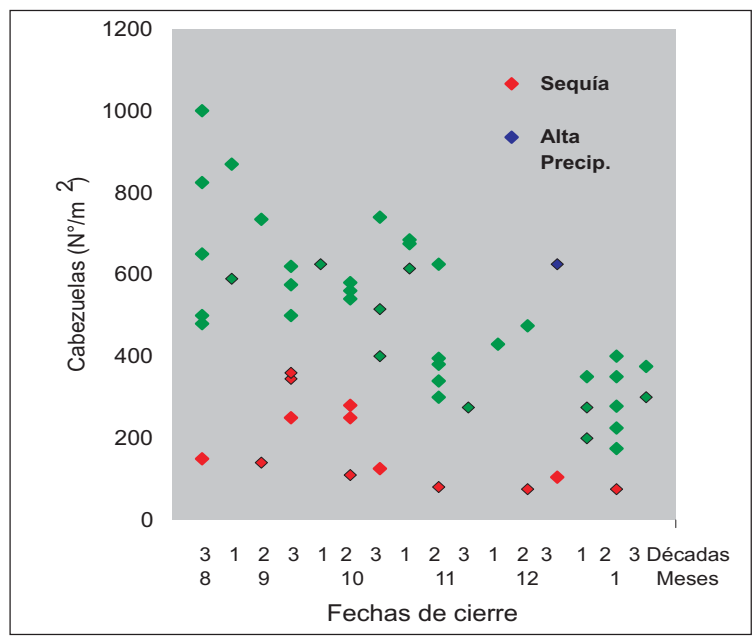


Figura 5. Relación entre fechas de cierre y número de cabezuelas por m² en trébol rojo Estanzuela 116. Información de 18 experimentos.

12 °C hasta los 20 °C, aunque existen variaciones entre cultivares. Los trabajos realizados con trébol rojo en secano, muestran que el número de flores por cabezuela disminuye en la medida que se atrasan las fechas de cierre y consecuentemente, los picos de floración se ubican en períodos con mayores temperaturas medias. Otros factores que también deprimen el número de flores por cabezuela son: días con alta humedad relativa, muy húmedos, bajas temperaturas y el estrés hídrico, éste último, también baja el número de cabezuelas.

En trébol rojo, tanto para la población de cabezuelas, como de flores por cabezuela, la edad de la planta puede llegar a incidir en forma importante, especialmente si tiene problemas radiculares por ataques de hongos, especialmente del complejo de *Fusarium* sp. Estos problemas que se visualizan frecuentemente, generalmente se intensifican en el segundo año de los cultivos de trébol rojo, disminuyendo la capacidad de producción de semillas.

La bibliografía internacional reporta una gran amplitud entre el número de flores por cabezuela, abarcando valores desde 35 a 170 flores por cabezuela. En el país, considerando la información experimental obtenida, en general los cierres del semillero muy tempranos (julio, agosto) determinan un número de flores por cabezuela inferior, mientras que los de septiembre y octubre producen entre 100 y 120 flores por cabezuela en el pico de floración. Los cierres más tardíos de primavera y en los de verano, el número de flores disminuye (figura 4), principalmente en los de verano a valores inferiores a 80. En la primera floración de trébol rojo Estanzuela 116, Mandl (1972), determina un promedio de 98 flores por cabezuela. En la figura 6 se muestra para una secuencia de experimentos importante, la frecuencia del tamaño de las cabezuelas de trébol rojo Estanzuela 116, en función del número de flores que contiene.

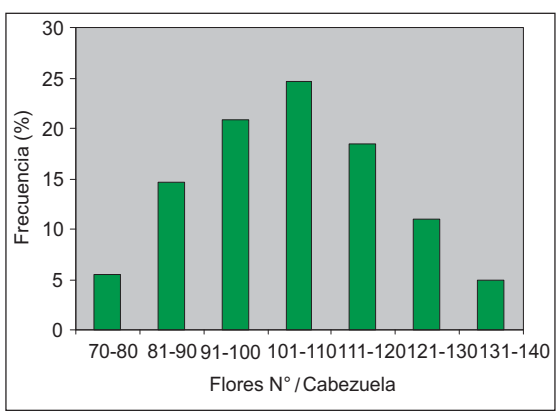


Figura 6. Frecuencia del número de flores por cabezuela en trébol rojo Estanzuela 116.

En las flores de trébol rojo, una vez que se encuentran plenamente abiertas, el estigma permanece receptivo por dos semanas si la flor no fue visitada por abejas (Walton, 1983, citado por Fairey *et al.,* 1997), ocurriendo la fecundación entre ocho y veinticuatro horas luego de la polinización. A partir de los tres a seis días luego de la fecundación, las flores comienzan a tomar tonalidades marrones (figura 7).

La floración de TR comienza por flores ubicadas en los meristemos axilares y finaliza dentro de cada tallo en la flor ubicada en el meristemo apical del tallo.

3.5 Número de semillas por flor

Cada una de las flores de trébol rojo tiene dos óvulos y generalmente se desarrolla uno en semilla. Puede suceder que bajo determinadas condiciones favorables de ambiente, se desarrollen dos semillas por flor, en un porcentaje bajo del total de flores, sin embargo, esto no implica mayores rendimien-

Figura 7. Cabezuelas marrones de posición axilar, ya polinizadas y ubicadas dentro del tapiz, y cabezuelas de posición terminal en los tallos, en su mayoría receptivas.

tos de semilla por unidad de superficie. Condiciones de temperaturas altas y déficit hídrico, determinan fracasos importantes en la conversión de óvulos en semilla. Sobre el tema, Luzardo y Parodi (1998), determinaron para diferentes poblaciones de trébol rojo, que en la medida que disminuye la precocidad de floración, es decir, que los picos de floración se atrasan, los rendimientos de semilla por cabezuela y por unidad de superficie disminuyen. Por esta razón los materiales de floración tardía producen menos semilla. Sobre el tema, Mandl, (1972), determina para trébol rojo Estanzuela 116, rendimientos de semilla para la primera y segunda cosecha de 297 y 184 kg/ha. Comparando siete materiales de trébol rojo, dicho autor concluye que trébol rojo Estanzuela 116 fue el que presentó los mayores rendimientos de semilla, explicado por un mayor número de semillas por cabezuela y mayor peso de 1000 semillas.

Comparando las producciones de semilla de trébol rojo Estanzuela 116 de floración temprana y trébol rojo INIA Mizar, de floración tardía, en el cuadro 16 se resumen los resultados de varios experimentos (Formoso, 2000, informe interno). En la primera cosecha, Mizar logra el 100% de floración entre el siete y catorce de diciembre y Estanzuela 116 en la tercera semana de noviembre.

La información muestra el mayor potencial de producción de semillas del trébol rojo de floración temprana, Estanzuela 116, comparativamente con el de floración tardía, INIA Mizar. Trébol rojo Estanzuela 116, presentó mayor número de semillas por cabezuela.

En otra secuencia de experimentos, se corrobora nuevamente el mayor potencial de producción de semilla de trébol rojo Estanzuela 116, que produjo un 43 % más de rendimiento, presentando un 31 % más de semillas cada 100 cabezuelas, que trébol rojo INIA Mizar, (Formoso, informes internos).

3.6 Porcentaje de formación de semilla y número de semillas por cabezuela

El rendimiento por unidad de superficie de semillas de trébol rojo está altamente relacionado con el número de semillas por cabezuela. Correlacionando diversas variables en varios cultivares de trébol rojo, Mandl (1972) determinó correlaciones significativas entre número de semillas/cabezuela y rendimiento total de semilla (0,84*), porcentaje de formación de semilla y número de semillas por cabezuela (0,98**), en tanto el número de polinizadores/m^2 no tuvo relación con el número de semillas por cabezuela (-0,16 NS) y con el porcentaje de formación de semilla (0,03 NS).

Diversos autores, Hawkins, 1965; Mandl, 1972; Clifford y Anderson, 1980; resaltan que el número de semillas por cabezuela, es el componente del rendimiento mejor asociado con los rendimientos de semilla en chacras.

Cuadro 16. Rendimientos de semilla (kg/ha) y variables relacionadas de trébol rojo Estanzuela 116 (floración temprana) e INIA Mizar (floración tardía).

	S/100 C (g)	S/C (N°)	kg S/ha	kg MS/ha		
Mizar	11,8	57,6	111		Primer cosecha, primer año	
E 116	14,9	73,3	232			
MDS	**	**	**			
Mizar		9	61	2884	Segunda cosecha, Primer año	
E 116		15	68	2741		
MDS		**	NS	NS		
	kg S/ha	kg S/ha	kg S/ha	kg S/ha	kg S/ha	kg S/ha
Mizar	148 (1)	92 (2)	72 (1)	157 (2)	106 (1)	98 (2)
E 116	251	164	132	261	188	199
MDS	**	**	**	**	**	**

S=semilla, C=cabezuela, kgS/ha=kilos de semilla/ha. (1)=primer cosecha.
(2)=segunda cosecha. NS=no significativo. **=diferencia significativa P<0,01.

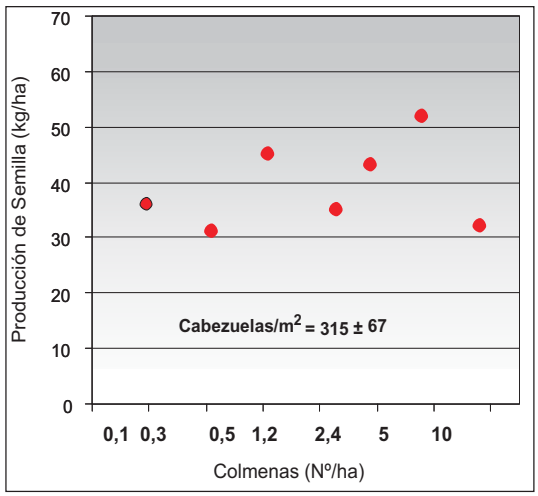


Figura 9. Relación entre el número de colmenas fuertes por hectárea y los rendimientos de semilla de trébol rojo Estanzuela 116.

Si uno de los factores limitantes para que trébol rojo aumente el número de semillas por cabezuela, es disponer de abundante número de polinizadores, en la figura 9, se presenta información que muestra que con esta leguminosa, no basta con colocar colmenas fuertes en el semillero, sino que además, las abejas tienen que polinizar eficientemente al trébol rojo.

La colocación dentro del semillero que presentaba 315 ± 67 inflorescencias/m², desde 1 colmena cada 10 hectáreas, hasta 10 colmenas por hectárea, no determinó variaciones en los rendimientos de semilla. Para todo el rango de colmenas utilizado, los rendimientos de semilla de trébol rojo variaron entre 30 y 54 kg/ha. Este trabajo se realizó en INIA La Estanzuela, con abundante oferta de flores de especies próximas al semillero de trébol rojo, razón por la cual, las abejas trabajaron escasamente dentro del mismo. Análisis botánicos del polen colectado, indicaron presencia de polen de varias malezas latifoliadas, de trébol blanco, lotus y especies arbustivas.

Considerando que una cabezuela, en promedio tiene un número aproximado de 100 flores y que cada una desarrolla una semilla, se puede estimar la eficiencia de la polinización a partir de contar en número de semillas formadas por cabezuela. Se asume que éstas podrían llegar a tener teóricamente 100 semillas, esta variable es lo que se denomina, porcentaje de formación de semillas. La misma se calcula contando el número de semillas por cabezuela, refiriéndola porcentualmente al número de flores que presenta cada cabezuela, o asumiendo arbitrariamente que estas tienen 100 flores.

En la figura 10 se resume información promedio cuantificada de tres experimentos, con trébol rojo Estanzuela 116, en que se contó el número promedio de semillas en 100 cabezuelas muestreadas al azar y ubicadas en parcelas de 10 m², donde además se contó el número promedio de recolectoras de polen durante 10 minutos entre las 14 y 14 horas y 10 minutos. Las poblaciones diferenciales de abejas, se definieron en función de la distancia de las colmenas. Posteriormente se relacionaron ambas variables con los rendimientos de semilla por parcela, expresados en kg/ha.

La información muestra que en la medida que aumenta el número de abejas colectoras de polen sobre las flores de las cabezuelas, aumenta el porcentaje de formación de semilla por cabezuela y consecuentemente se incrementan en forma lineal los rendimientos de semilla por unidad de superficie (figura 10).

Por tanto, para tener altos rendimientos de semilla de trébol rojo, a) se debe disponer de un buen tamaño del aparato repro-

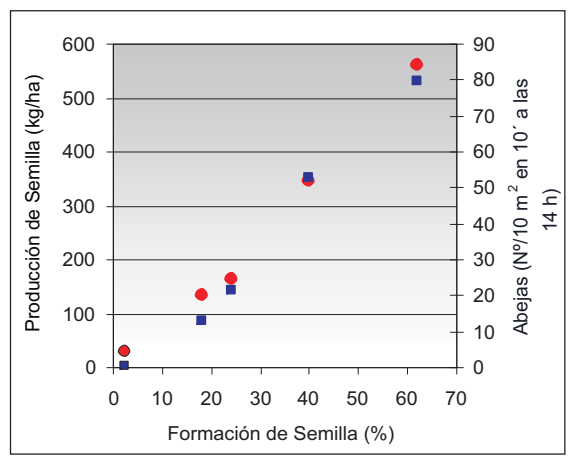


Figura 10. Relación entre los porcentajes de formación de semillas, el número de abejas colectoras de polen en 10 m² durante 10 minutos a las 14 horas y rendimientos de semilla.

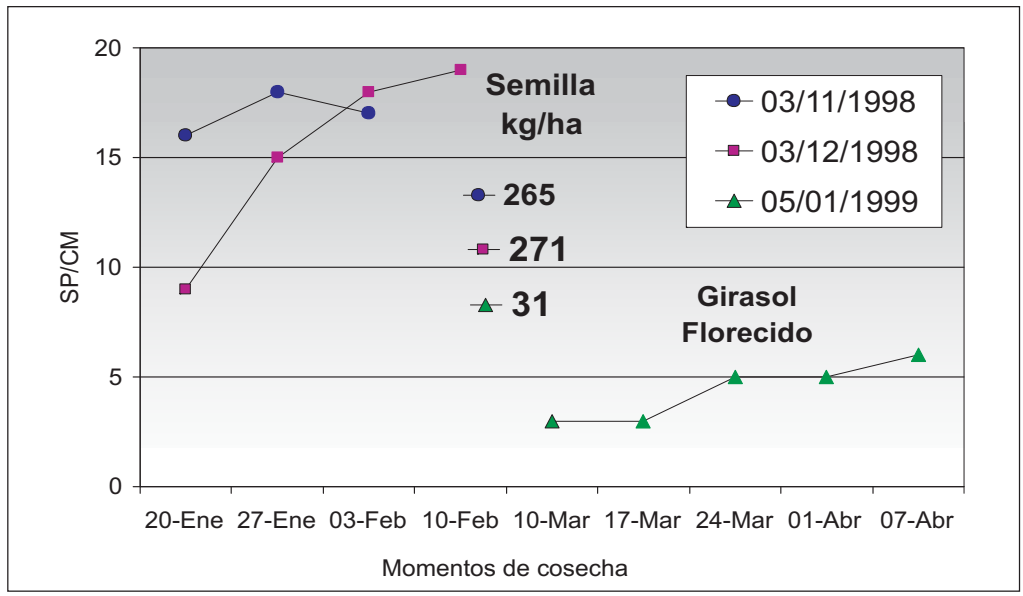


Figura 11. Número de semillas promedio por cabezuela madura (N SP/CM), en tres fechas de último corte, en trébol rojo Estanzuela 116, (Batto y Coll, 1999).

ductivo, es decir, adecuada población de cabezuelas, b) se deben manejar los polinizadores, las abejas colectoras de polen, para que realicen un trabajo efectivo sobre las flores de trébol rojo, aspecto que se comprueba con los porcentajes de formación de semilla obtenidos.

En la figura 11 se muestra el impacto que tiene sobre un semillero de trébol rojo, el porcentaje de formación de semillas, cuando las abejas disponen de fuentes alternativas de polen, como fue un girasol ubicado próximo al semillero, donde coincidieron las floraciones del girasol con la del trébol rojo en la tercer fecha de cierre.

Para las dos primeras fechas de cierre se registraron 265 kg/ha de semilla con 650 cabezuelas maduras/m^2 y 272 kg/ha de semilla con 610 cabezuelas maduras/m^2, donde cada cabezuela madura en promedio tenía entre 15 y 20 semillas por cabezuela. En la última fecha de cierre, donde la floración de trébol rojo coincidió con la de un cultivo de girasol situado a unos 650 m, el rendimiento de semilla cayó a 31 kg/ha con 410 cabezuelas maduras/m^2, explicado porque las cabezuelas maduras apenas tenían entre 3 y 6 semillas por cabezuela. Evidentemente, las abejas prefirieron polinizar el girasol sobre el trébol rojo. Las diferencias en los rendimientos de semilla obtenidos, muestran la importancia que se le debe dar a la variable polinización. Con flores competitivas próximas a los semilleros de trébol rojo, en que las curvas de floración coincidan, probablemente la mejor opción sea destinar el trébol rojo a producción de forraje.

La información presentada, advierte que para polinizar eficientemente trébol rojo, no se trata solamente de colocar abundante número de colmenas fuertes dentro del semillero (ver figura 9), sino que además deben conocerse las flores competitivas por polinizadores que eventualmente puedan estar durante la floración de la leguminosa.

4. NUTRICIÓN MINERAL, EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA

4.1. Introducción

El suministro adecuado de fósforo es un factor vital tanto para producción de forraje como de semillas, siendo un macroelemento indispensable para el metabolismo de la energía. En leguminosas de crecimiento indeterminado, dosis altas de fósforo pueden originar aumentos en la relación crecimiento

vegetativo/reproductivo, deprimiendo el potencial de producción de semillas, aspectos comentados cuando se mostraron resultados en trébol blanco. Cuando el hábito de crecimiento es determinado, como en el caso de trébol rojo, no necesariamente es esperable que se registren incrementos en dicha relación, es más, lo esperable radica en que la misma disminuya. Como se comentará mas adelante, los conceptos aplicados a leguminosas indeterminadas pueden variar mucho en especies de hábito de crecimiento determinado.

Debe tenerse en cuenta que si bien los tallos de trébol rojo son determinados, con flor terminal en el ápice del mismo, la planta en su conjunto se comporta como indeterminada. Cuando el tapiz de trébol rojo alcanza determinada altura, en etapas ubicadas entre el índice de área foliar óptimo y tope, con individuos vigorosos, bien nutridos, con aparato foliar sano, coincide con alta acumulación de reservas de carbohidratos en raíz. Las plantas internamente captan estas "señales" y las traducen, promoviendo la brotación de yemas basales desde la corona, originando nuevo crecimiento, nuevos tallos, "atributo indeterminado". De estos procesos, surge el concepto de considerar a la planta como indeterminada. Los eventos descriptos son de mayor magnitud en plantas de primer año, comparativamente con las de segundo, excepto que éstas tengan sano, especialmente su sistema radicular. Plantas de segundo año, con enfermedades de raíz originadas por *Fusarium* sp. y otros hongos, tienen su sistema vascular alterado, o sea presentan un estrés interno importante, que frecuentemente determina un debilitamiento de las mismas, baja cantidad de reservas almacenadas, pudiendo perder parcial o totalmente el atributo de "planta de comportamiento indeterminado", es decir, emitir brotes de la corona en baja cantidad, o directamente no emitirlos, por muerte de las yemas generadoras de los mismos. Si a los problemas vasculares originados por el *Fusarium* sp., se le suman altas temperaturas y estrés hídrico, las plantas frecuentemente mueren, por calentamiento foliar excesivo, falta de refrigeración, balance negativo de energía entre fotosíntesis y respiración y agotamiento de reservas.

La escasa información internacional, sumada a la carencia de información nacional referente al tema, motivó la realización de estudios sobre respuesta al fósforo.

4.2 Respuesta a la aplicación de fósforo

Se evaluó durante el primer y segundo año respuestas al fósforo en producción de forraje, semillas y otras variables asociadas, en trébol rojo cv Estanzuela 116 e INIA Mizar. Estas sirven como guía primaria para la toma de decisiones, hasta tanto no se estudie con más profundidad el tema y se disponga de mayor cantidad de información nacional.

Los cultivos fueron sembrados sobre suelo preparado en forma convencional, al voleo, a 12 kg/ha, entre fines de marzo y mediados de abril, en años diferentes. Los suelos correspondieron a Brunosoles eútricos, con un contenido de fósforo en el suelo de 3,8 a 4,5 ppm (Bray 1). Se evaluaron cuatro dosis de fósforo, 0 - 40 - 80 y 160, o, 0 - 50 - 100 y 150 kg $P_2 0_5$/ha agregado como superfosfato de calcio (0-21-23-0) al voleo, unos días antes de la siembra. En marzo del segundo año se refertilizaba al voleo cada parcela con la misma fuente y dosis inicial. Para ajustar las regresiones correspondientes al primer y segundo año se tomaron como valores las dosis de 0 - 40 - 80 y 160, ó, 0 - 50 - 100 y 150, es decir, las aplicadas en cada año, mientras que para la producción total de forraje en los dos años se utilizó la dosis total aplicada. Información resumida de las principales variables estudiadas para trébol rojo Estanzuela 116 se muestran en el cuadro 17.

Las producciones obtenidas cuando el trébol rojo fue manejado para producir forraje fueron relativamente similares entre el primer (a.1) y segundo (a.2) año en las cuatro tasas de fertilización estudiadas (cuadro 17). Mientras que para el primer año la producción máxima de forraje (185 kg $P_2 0_5$/ha) no se alcanzó con la mayor dosis aplicada, en el segundo año, el máximo se localizó en 130 kg $P_2 0_5$/ha. Para la producción total de forraje en los dos años (a.1+2), el máximo

Cuadro 17. Respuesta al fósforo de diferentes variables relacionadas con la producción de forraje y semilla, para el primer y segundo año, en trébol rojo Estanzuela 116. INIA La Estanzuela.

	Variable	kg $P_2$05/ha	Respuesta	R2	Max
a.1	kg MS/ha	0 a 160	Y=-0,14x2+51,8x+4599	0,99	185
a.2	kg MS/ha	0 a 160	Y=-0,26x2+67,8x+4547	0,99	130
a.1+2	kg MS/ha	0 a 320	Y=-0,10x2+59,7x+9147	1,00	298
b.1	kg MS/ha	0 a 160	Y=-0,069x2+29,0x+2777	0,96	210
b.2	precierre	0 a 160	Y=-0,19x2+48,1x+2130	0,95	126
c.1	kg MS/ha	0 a 160	Y=-0,13x2+44,2x+3559	0,99	170
c.2	a cosecha	0 a 160	Y=-0,25x2+76,1x+5770	0,99	152
d.1	C/m^2	0 a 160	Y= 2,83x+200	0,99	-
d.2			Y= 3,95x+134	0,97	-
e.1	kg S/ha	0 a 160	Y= 2,01x+61,8	0,99	-
e.2			Y=-0,02x2+5,1x+12	0,96	128
f.1	kg MS y	-	Y=0,12x - 268	0,92	-
f.2	C/m^2	-	Y=0,10x - 543	0,93	-
g.1	mg P/gMS y	2,0 a 3,2	Y=2876x-1835	0,94	-
g.2	kg MS cierre	2,3 a 3,5	Y=4846x-5563	0,98	-
h.1	mg P/gMS	2,0 a 3,2	Y=372x-551	0,99	-
h.2	y C/m^2	2,3 a 3,5	Y=503x-1098	0,87	-
i.1	kg $P_2$0$_5$/ha y valor	0 a 160	Y=0,058x+4,22	0,98	-
i.2	Bray 1 al cierre		Y=0,108+0,92	0,92	-

a.1, 2 y 1+2: Producción de forraje en el primer, segundo y primer + segundo año. b.1 y 2: Producción de forraje precierre, primer año, (14/4 a19/10) y segundo año, (1/2 a 27/9). c.1 y 2: Producción de forraje, cierre a cosecha, primer año, (19/10 a 26/1) y segundo año, (27/9 a 27/12). d.1 y 2: número de cabezuelas/m^2 maduras a cosecha, primer y segundo año. e.1 y 2: kg de semilla limpia/ha en el primer y segundo año. f.1 y 2: Relación entre la acumulación de forraje entre cierre y cosecha (x) con el número de C/m^2 (Y) para el primer y segundo año. g. 1 y 2: Relación entre los mg P/gMS en planta entera de trébol rojo y acumulación de forraje al cierre, primer y segundo año. h. 1 y 2: Relación entre los mg P/gMS en planta entera de trébol rojo y número de C/ m^2. i. 1 y 2: nivel de fertilización en otoño y valor de Bray al cierre en los 15 cm superiores del perfil de suelo.

se ubicó en 298 kg $P_2$0$_5$/ha. Trébol rojo es la leguminosa que en rotaciones cortas tiene generalmente los mayores potenciales de producción de forraje (Formoso, 2011), en este trabajo, en dos años produjo 17900 kg MS/ha. En el cuadro 18 se muestran las conversiones reales de fosfato en forraje.

En b.1 y b.2, cuadro 17, se muestran las regresiones ajustadas para el primer año, período entre siembra y cierre para semillas, y en el segundo año, que abarca desde el rebrote posterior a la primera cosecha hasta el cierre para la segunda. En el cuadro 18 se muestran las conversiones de kg $P_2$0$_5$ en forraje. En c.1 y c.2, con el mismo criterio que para el período precierre, se muestran las producciones de forraje que se

Cuadro 18. Respuesta en producción de forraje (kg MS/kg $P_2$0$_5$) para: el primer (a.1), segundo (a.2) año, y total (a.1+2), para los períodos precierre para semilla (b.1 y b.2) y para el lapso entre cierre y cosecha (c.1 y c.2) del primer y segundo año, en las distintas dosis de $P_2$0$_5$ aplicadas.

Variables	$P_2$0$_5$ (kg/ha)		
	40	80	160
a.1	46,2	40,6	29,4
a.2	57,4	47,0	26,2
a.1+2	51,7	43,7	27,7
b.1	15,0	25,0	16,8
b.2	52,5	31,2	18,7
c.1	35,0	33,7	21,8
c.2	72,5	55,0	36,2

acumulan a cosecha para las distintas dosis de P_20_5 aplicadas y en el cuadro 18 las conversiones en forraje. Se resalta que con trébol rojo bien fertilizado, se puede llegar a cosecha con acumulaciones entre 5 y 10 toneladas de materia seca por hectárea. Si bien estos volúmenes complican y enlentecen los operativos de cosecha, cuando la polinización fue eficiente, posibilita la obtención de altos rendimientos de semilla, puesto que teóricamente debería haber alto número de cabezuelas.

Todos los períodos considerados en producción de forraje, ajustaron regresiones cuadráticas, resaltándose que los máximos de P_20_5 para registrar cantidades máximas de forraje en cosecha, se ubicaron entre 170 y 152 kg P_20_5/ha, valores altos, pero acordes con la capacidad de crecimiento de trébol rojo en primavera. Las producciones de forraje y las respuestas a la aplicación de fósforo para los distintos períodos, sirven de guía para planificar pastoreos, u otras alternativas de uso, de acuerdo a la disponibilidad de forraje.

La eficiencia de uso del fósforo disminuye con el aumento en la dosis de fertilización aplicada, hecho que se repite para cualquier nutriente.

El número de cabezuelas por m^2 aumentó en forma lineal en el primer y segundo año, con aumentos en la dosis de fertilización fosfatada, respuesta que difiere, de las registradas con leguminosas de crecimiento indeterminado, trébol blanco, lotus, alfalfa.

En la medida que se aumenta la dosis de fertilización fosfatada aplicada, las concentraciones de fósforo de la planta entera aumentan (planta entera corresponde a toda la planta cosechada por arriba de los 4 cm de altura de corte), tal como se ilustra en la figura 12.

En la medida que la concentración de fósforo interna en la planta aumenta, también incrementa el nivel de nitrógeno en la misma (figura 13).

Así como el fósforo es importante entre otras cosas para un desarrollo normal del metabolismo energético de las plantas, el nitrógeno es esencial para la síntesis de nuevos tejidos y estructuras, tales como las que se forman en etapa reproductiva.

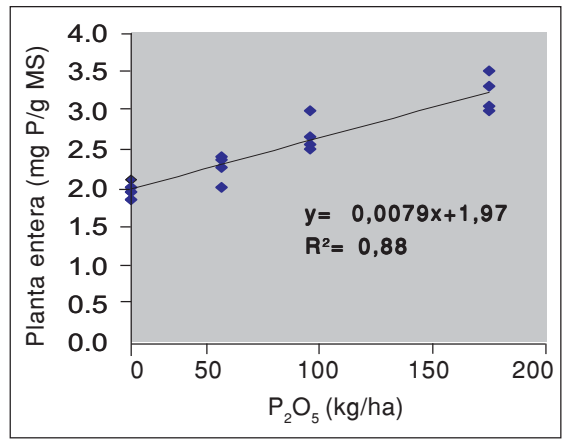


Figura 12. Relación entre la dosis de fertilización fosfatada y la concentración de fósforo en planta entera (mgP/gMS). Trébol rojo INIA Mizar.

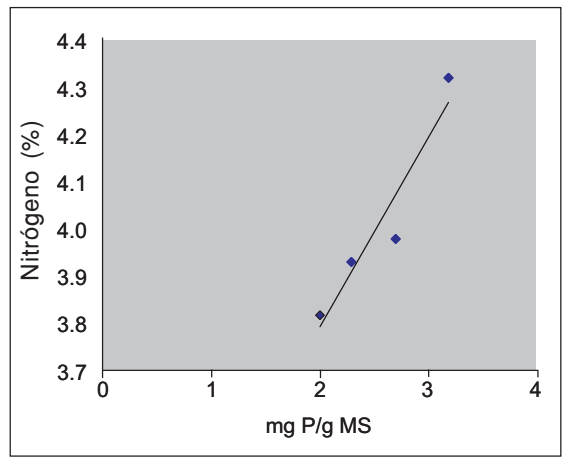


Figura 13. Relación entre la concentración interna de fósforo y la de nitrógeno. Trébol rojo Estanzuela 116.

En la medida que aumenta la concentración de fósforo en la planta, incrementa el potencial de acumulación de forraje en todo el año y también entre el cierre y la cosecha, aspecto que se muestra en la figura 14, poniendo como ejemplo la variedad INIA Mizar.

La mayor acumulación de forraje en fase reproductiva implica, entre otros aspectos, tallos más largos, con mayor número de nudos y de meristemos axilares. Estos darán origen a tallos secundarios y sobre las yemas axilares y terminales de éstos, se producirá un número de cabezuelas potencialmente mayor, (figura 15).

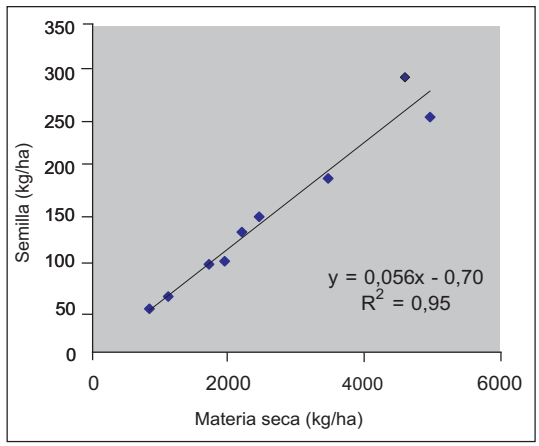


Figura 14. Relación entre la acumulación de materia seca a cosecha (kg/ha) y rendimiento de semilla en trébol rojo cv INIA Mizar.

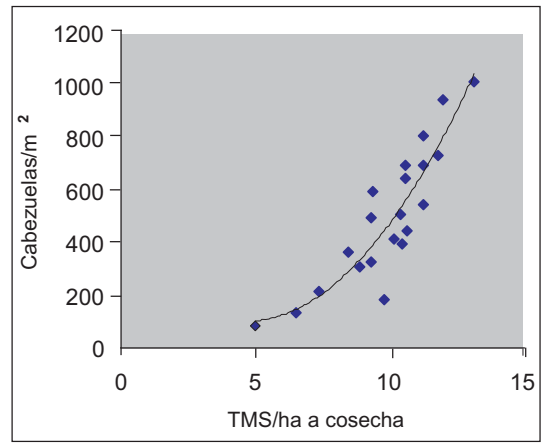


Figura 15. Relación entre las toneladas de forraje acumuladas entre el cierre y la cosecha y el número de cabezuelas maduras/m².Trébol rojo INIA Mizar.

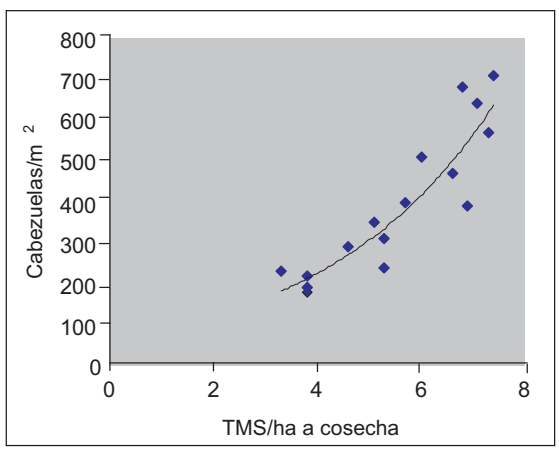


Figura 16. Relación entre las toneladas de forraje acumuladas entre el cierre y la cosecha en Trébol rojo Estanzuela 116 de segundo año.

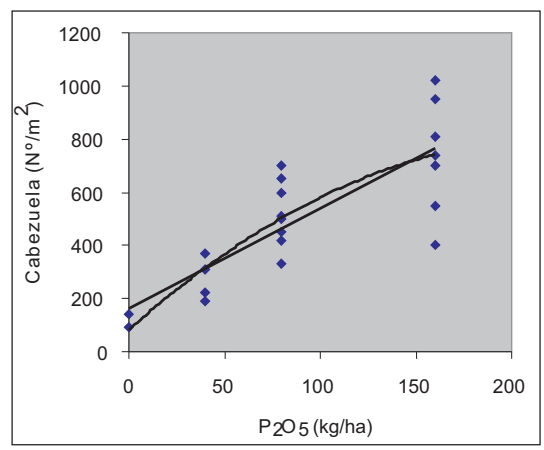


Figura 17. Relación entre la dosis de fertilización fosfatada y el número de cabezuelas/m². Trébol rojo INIA Mizar de primer y segundo año.

Con trébol rojo Estanzuela 116 se muestra un efecto similar, a mayor acumulación de forraje a cosecha, mayor número de sitios potenciales para formar cabezuelas y superior número de estas (figura 16).

En la medida que aumenta la dosis de fertilización fosfatada, aumenta la materia seca producida, el número de meristemos axilares y por tanto el número de cabezuelas por unidad de superficie (figura 17).

También puede relacionarse la concentración de fósforo de la planta entera (mgP/gMS) al momento de cierre para producir semilla, con el número de cabezuelas producido a cosecha. Trébol rojo Estanzuela 116 de primer y segundo año (figura 18).

Una de las dificultades que genera el uso de la concentración de fósforo en planta entera, radica en que variaciones de 2 a 4 mg P/g MS determinan cambios muy importantes en el número de cabezuelas. A pesar de dicha dificultad, son valores que posibilitan predecir anticipadamente el potencial de producción de cabezuelas del trébol rojo y ajustar dosis de fertilización.

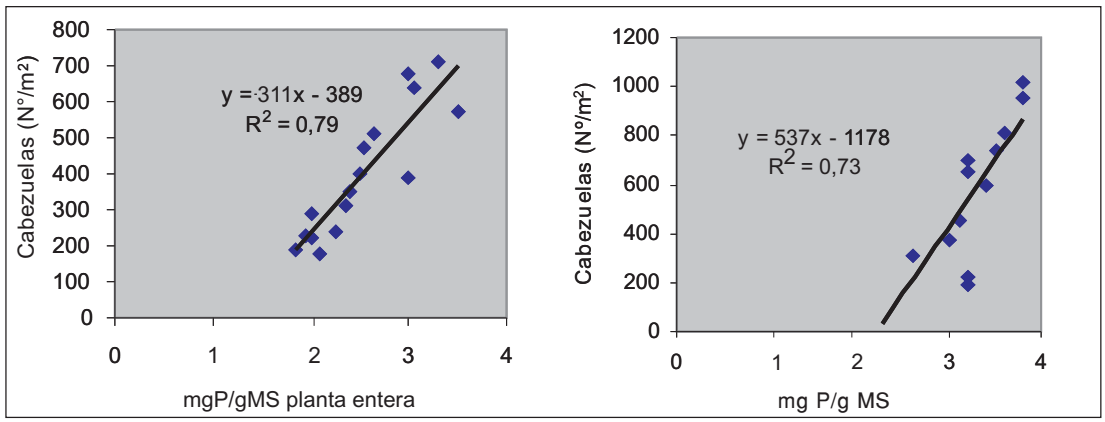


Figura 18. Relación entre la concentración de fósforo en planta entera (mg P/gMS) al cierre para semillas y número de cabezuelas maduras a cosecha, en trébol rojo Estanzuela 116 de primer y segundo año.

Cuadro19. Dosis de fertilización fosfatada, concentración de fósforo en planta entera (mgP/gMS) y nivel de fósforo en suelo, Bray 1 a 15 cm de profundidad.

Variable	kg $P_2 0_5$/ha primer año				kg $P_2 0_5$/ha Primer + segundo año			
	0	40	80	160	0	40+40	80+80	160+160
Bray 1	4,5	6,7	8,1	13,9	3,0	6,1	9,1	19,7
mg P/gMS	2,0	2,3	2,7	3,2	2,3	3,0	3,2	3,5
Fosforapid	30	48	81	112	15	71	86	131

Fosforapid = método rápido de determinación de fósforo en planta. Morón, 1993.

La relación entre la dosis de fertilización, la concentración de fósforo en planta entera y el nivel de fósforo en suelo (Bray 1) determinado a 15 cm de profundidad se muestran en el cuadro 19.

Hasta que no se disponga de más información sobre el tema, los valores del cuadro 19 sirven de guía, para la toma de decisiones.

Finalmente, en la medida que se aumenta el tamaño del aparato reproductivo, número de cabezuelas por metro cuadrado, si la polinización es eficiente, se pueden lograr altos rendimientos de semilla, tal como se muestra en las figuras 19 para trébol rojo Estanzuela 116 de primer año y figura 20, de segundo año.

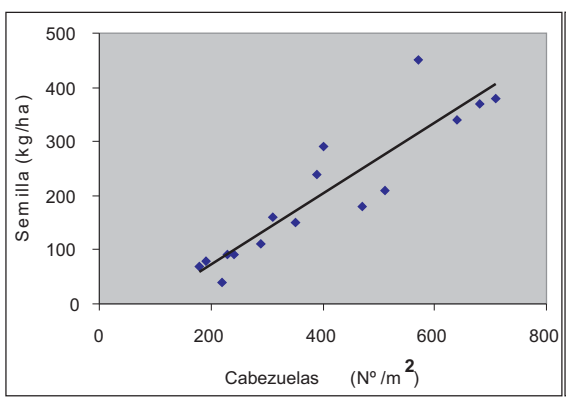


Figura 19. Relación entre el número de cabezuelas/m² con los rendimientos de semilla de trébol rojo Estanzuela 116 de primer año, en situaciones de polinización eficiente.

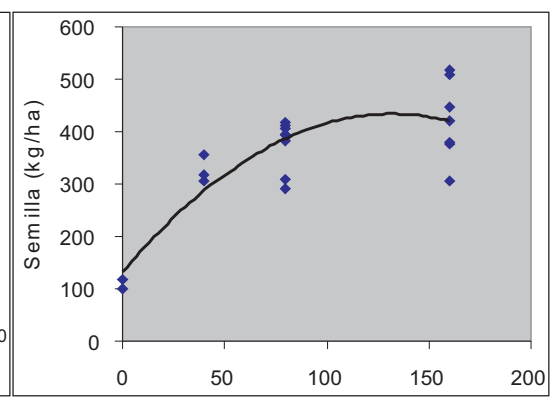


Figura 20. Relación entre la dosis de fosfato aplicada y los rendimientos de semilla en trébol rojo Estanzuela 116 de segundo año.

Los rendimientos de semilla se pueden relacionar con las dosis de fertilización fosfatada aplicada, (figuras 19 y 20) donde se muestra una respuesta lineal, trébol rojo de primer año y otra cuadrática, en un semillero de segundo año.

Las respuestas mostradas, figuras 19 y 20, dependen totalmente de la eficiencia en la polinización lograda, puesto que existen situaciones de sequía, o de flores competitivas por polinizadores, donde no hay relación entre dosis de fertilización fosfatada y producción de semilla.

Los rendimientos de semilla de tres experimentos, ubicados en semilleros fundación de trébol rojo Estanzuela 116, evaluados durante el primer y segundo año en distintas localidades, se muestran en el cuadro 20. Estos fueron sembrados entre 8 y 10 kg/ha, con laboreo convencional de suelo, al voleo, excepto el ubicado en Caraguatá, que fue sembrado en líneas a 30 cm. Todos los semilleros dispusieron de tres colmenas, excepto en Aiguá que había seis colmenas fuertes por hectárea.

En Rocha, al primer año, la ocurrencia de una primavera seca y calurosa, especialmente noviembre y diciembre, determinó que los rendimientos de semilla fueran relativamente bajos y no se diferenciaran entre las distintas dosis de fósforo aplicadas (superfosfato 0-21-23-0). La otra situación en que también se registraron rendimientos bajos de semilla fue en Aiguá, primer año, consecuencia de la coincidencia en períodos de floración de un semillero de trébol blanco de tercer año y el de trébol rojo. Pese a la mayor cantidad de colmenas colocadas, las abejas preferenciaron netamente el trébol blanco sobre el rojo. Es frecuente en el país la existencia simultánea de semilleros de trébol rojo y blanco, relativamente cercanos. En esas situaciones, por más que se aumente el nivel de fertilización fosfatada, la limitante principal será ausencia de polinizadores en el trébol rojo.

Excepto en el trébol rojo de segundo año en Rocha, que la respuesta fue cuadrática, en los restantes lugares en que se verificó respuesta en producción de semillas al agregado de fósforo, estas fueron lineales (cuadro 20).

La respuesta lineal de producción de semillas a la fertilización fosfatada se explica por aumentos del número de tallos, de los nudos de éstos, que se traducen en mayor cantidad de meristemos axilares. Parte de éstos pasan a formar ramificaciones laterales, las cuales, también en sus meristemos axilares forman inflorescencias. Como resultado, el número de éstas aumenta en forma importante. La fertilización fosfatada además, aumenta las concentraciones intraplanta de fósforo y nitrógeno, posibilitando menor número de abortos de meristemos axilares y en condiciones de eficiente polinización, condición imprescindible en semilleros de trébol rojo, mejora la fertilidad del polen y óvulos, aumenta en número de visitas por flor y finalmente estos eventos, abejas mediante, se transforman en mayores rendimientos de semilla.

Cuadro 20. Rendimientos de semilla (kg/ha) en el primer y segundo año de tres semilleros de trébol rojo Estanzuela 116, sembrados entre la última semana de marzo y primera de abril.

Edad / Localidad	P_2O_5 (kg/ha)				Respuesta	R^2	Max
	0	50	100	150			
1 (A)*	64	75	84	80	-	-	-
2 (A)	128	285	344	362	$Y=-0,0139\ x^2+3,6x+130$	0,99	133
1 (B)	68	122	185	244	Y=1,182x+66	0,99	-
2 (B)	85	162	381	441	Y=2,574+74	0,94	-
1 (C)**	33	47	56	41	-	-	-
2 (C)	57	154	206	289	Y=1,496x+64	0,98	-

A= Alférez. Rocha. B=Caraguatá, Puntas de Carretera. C= Basalto, Aiguá.
* indica primavera calurosa y seca. ** Semillero de trébol blanco a aproximadamente 900m.

4.3 Consideraciones finales

Los comentarios realizados en este tema, permiten diferenciar claramente las pautas de manejo a seguir en semilleros de trébol rojo, en lo referente a fertilización fosfatada, con leguminosas de hábito de crecimiento indeterminado.

Concentraciones de fósforo a nivel de planta entera entre 3 y 3,5 mg P/g MS, si la polinización fue eficiente, posibilitará la obtención de altos rendimientos de semilla. Esto implica en los 15 cm superiores del perfil de suelo, valores entre 8 y 15 ppm de fósforo (P) determinado por Bray 1.

Para disponer de un desarrollo importante del aparato reproductivo, alto número de cabezuelas/m^2, se requiere acumular altos volúmenes de forraje, tallos primarios largos, con abundantes ramificaciones, para disponer de elevado número de meristemos axilares.

La fertilización fosfatada, mejora la concentración de nitrógeno intraplanta, la fertilidad de yemas axilares, óvulos, polen, incrementando el número de visitas por flor, por mayor concentración de carbohidratos, azúcares, que finalmente se traduce en mayor número de semillas por cabezuela.

Condiciones de ambiente secas en floración, estrés hídrico durante la misma, proximidad de flores competidoras por polinizadores, son elementos que deprimen la producción de semilla y no permiten la expresión productiva de una buena condición de nutrición mineral.

Diferenciar el manejo de semilleros de primer y segundo año, especialmente en éstos, si tienen problemas de fusariosis en su sistema radicular. En estas condiciones los tréboles rojos de segundo año, pueden requerir cierres más tempranos, para escapar de las condiciones normalmente más secas y calientes de fines de primavera.

Con semilleros de esta especie, ubicados en suelos bajos con buen nivel de almacenaje de agua y buen poder de suministro de la misma, ubicados próximo a montes naturales con abundancia de polinizadores y lejos de flores competidoras, la importancia de un nivel adecuado de fertilización fosfatada aumenta, si el objetivo es producir alta cantidad de semilla.

5. MANEJO DEFOLIACIÓN EN FASE VEGETATIVA

5.1 Aspectos generales de manejo

De las leguminosas forrajeras utilizadas en el país, trébol rojo es la que presenta mayor precocidad en la entrega de forraje y altas tasas de crecimiento durante el primer y segundo año. Normalmente su comportamiento es bianual, persistiendo en general hasta el otoño del tercer año. Su persistencia esta determinada principalmente por el nivel de *Fusarium* sp. existente en el suelo, donde frecuentemente si es muy alto y el manejo del pastoreo no es adecuado, la mayor parte de la población puede morir en el segundo verano.

La alta capacidad de crecimiento de trébol rojo, le posibilita en condiciones de ambiente adecuadas, obtener una segunda cosecha. Ya fue comentado que los tallos de trébol rojo son determinados, sin embargo las plantas en su conjunto se comportan como indeterminadas, especialmente durante el primer año. En éste, cuando las plantas florecen en primavera y cesa el crecimiento de sus tallos, normalmente comienzan a surgir brotes basales originados desde la corona. Estos se entremezclan con los tallos florecidos, generando un tapiz mezcla de estructuras reproductivas con tenores altos de materia seca en su madurez, con tallos jóvenes surgidos de la corona, vegetativos, de alta foliosidad y con altos tenores de agua. Este evento puede dificultar la cosecha de semillas, especialmente en cosecha directa y obligar a cosechar en forma indirecta, debido a la necesidad de secar el forraje existente.

En el segundo año, normalmente las plantas de trébol rojo tienen un porcentaje de las mismas, cuyo valor depende del nivel patogénico de la chacra, con infecciones de *Fusarium* sp. en las raíces. Este problema origina que durante la floración de la segunda primavera del trébol rojo, la capacidad de

crecimiento desde la corona de nuevo tejido sea menor, razón por la cual, la planta en su conjunto tiene un comportamiento más determinado, facilitando la cosecha, principalmente en directa. Este proceso es más intenso, cuanto mayores sean las limitaciones de agua impuestas por el ambiente. Obviamente, que si el semillero está ubicado en suelos bajos, con buen nivel de suministro de agua y alta fertilidad, la capacidad de crecimiento de un trébol rojo de segundo año en estas condiciones puede generar problemas similares a los de un primer año, a pesar que tenga el tejido vascular de las raíces deteriorado por *Fusarium* sp. Algo similar puede ocurrir si se producen abundantes precipitaciones, es decir, que las plantas no entren en estrés hídrico.

Con el objetivo de brindar información referente a la capacidad de producción de forraje de trébol rojo Estanzuela 116, se muestran los rendimientos por estación cuando la leguminosa fue sometida continuamente a partir de que presentó disponibilidad pos siembra, a tres manejos de cortes con intervalos fijos de 22, 30 y 45 días, durante toda su vida útil, Formoso, 2011. La siembra se realizó el 13 de mayo en directa, ubicando la semilla en la línea y utilizando una sembradora con tren de siembra monodisco angulado.

La información presentada en el cuadro 21, permite en promedio, planificar la carga animal en función de la disponibilidad de forraje durante el período vegetativo del semillero, previo a la fecha de cierre del mismo.

La información mostrada en el cuadro 21, corresponde a una siembra en directa, tardía, realizada el 13 de mayo. Con siembras tempranas de marzo, los rendimientos promedio de trébol rojo obtenidos de una secuencia importante de experimentos realizados en INIA La Estanzuela, serían para otoño de 314 e invierno de 912 kg MS/ha, en media para el manejo de 45 días en otoño y de 30 días para invierno. Estas producciones deberían ser adicionadas en cada una de las estaciones si se siembra en marzo. Otro comentario adicional referente al cuadro 21, radica en que normalmente, lo esperable es que trébol rojo a partir de fines de otoño del tercer año no persista, destinándose la chacra a otro objetivo.

Cuando se analizan los rendimientos acumulados de forraje del primer más segundo año, o del primero al tercero, estos son similares entre ellos (P>0,05) dentro de cada secuencia de acumulación. Estos resultados muestran que las frecuencias de cortes utilizadas durante los primeros dos o tres años, no se diferenciaran en los rendimientos acumulados, razón por la cual en estos términos, también se verifica que trébol rojo puede ser utilizado con mucha plasticidad en distintas frecuencias de corte.

La información permite sugerir que cuando trébol rojo se somete durante toda su vida al mismo intervalo entre cortes presentó: a)

Cuadro 21. Producción estacional y anual de trébol rojo Estanzuela 116 (kg MS/ha), defoliado durante toda su vida útil en tres frecuencias de cortes, 22, 30 y 45 días. (Formoso, 2011).

Cortes	Año	O	I	P	V	Total
22	1	S	0	4661	3187	7848
30	1	S	0	4804	3612	8416
45	1	S	0	4592	4210	8802
22	2	2703	1068	3765	1770	9306
30	2	2946	1176	3870	1934	9926
45	2	2687	1267	3503	2103	9560
22	3	1417	1280	1660	1088	5445
30	3	1547	1218	1902	1415	6082
45	3	1449	1362	2076	1466	6353

alta plasticidad a la frecuencia de cortes durante los primeros dos años, b) las producciones totales del primer año fueron similares entre los intervalos de cortes de 30 y 45 días, c) en el segundo año los rendimientos no se diferenciaron entre 22, 30 y 45 días, d) las producciones acumuladas de los primeros dos o tres años no se diferenciaron entre las tres frecuencias aplicadas, como tendencia, las mayores producciones ocurrieron en las frecuencias de cortes de 30 y 45 días, e) en términos relativos los rendimientos de forraje de los manejos de cortes cada 22, 30 y 45 días fueron respectivamente 91, 99 y 100%.

5.2 Relación entre rendimiento de forraje en función del manejo de la frecuencia de cortes por altura del tapiz

Con trébol rojo cv Estanzuela 116 cortado durante dos años cada 10, 20 y 30 cm, equivalente a cortes cada 34, 45 y 60 días en promedio, Gardner *et al.* (1966) obtuvieron rendimientos relativos de 82, 100 y 76 % respectivamente. En el presente trabajo, trébol rojo no modificó sus rendimientos significativamente (P>0,05) entre las tres frecuencias de corte mostradas (cuadro 21) y que en términos de tendencia las diferencias en rendimientos entre manejos fueron muy inferiores a las reportadas por Gardner *et al.* (1966). A pesar de lo expuesto se presentan las curvas ajustadas (figura 21).

Se verifica una buena coincidencia con el trabajo de Gardner *et al.* (1966), en el sentido que los rendimientos máximos de forraje se ubicaron cuando trébol rojo se cortaba próximo a los 20 cm de altura, en tanto, manejos de defoliación con alturas próximas a 10 o 30 cm, deprimen los rendimientos de forraje.

5.3 Sugerencias de manejo del pastoreo

En general, para semilleros durante la etapa vegetativa, trébol rojo debería manejarse con intervalos entre 30 y 45 días, preferenciando el intervalo de 45 días en plantas de tres años. Si se pretende ajustar el manejo del pastoreo, considerando el estado fisiológico de las plantas de trébol rojo, con el objetivo de conservar su vigor, para posteriormente potenciar el rendimiento de semillas, trébol rojo debería manejarse en forma rotativa, con cambios de parcelas cada 1 a 2 días, ingresando los animales cuando la leguminosa tenga 20 cm de altura y retirando el pastoreo con rastrojos residuales de 4 a 5 cm.

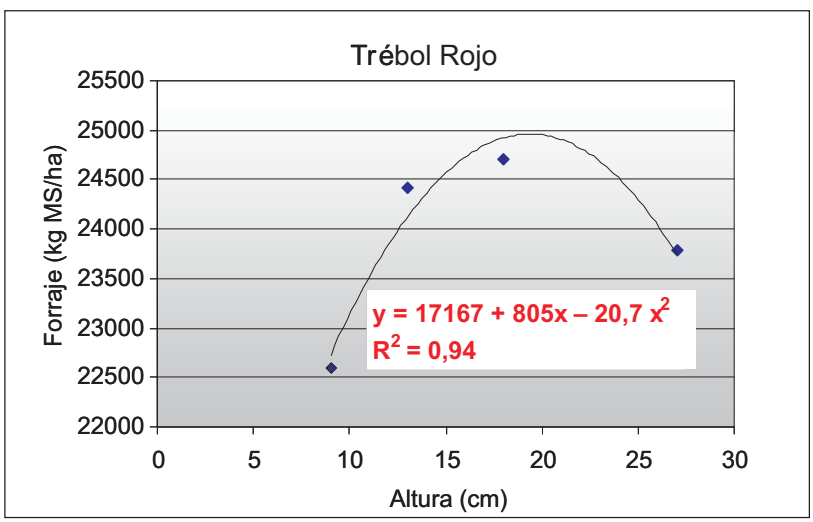


Figura 21. Relaciones entre los rendimientos de forraje acumulados de tres años y las alturas promedio de manejo de cortes.

6. FECHAS DE CIERRE O ÚLTIMO CORTE

6.1 Introducción

Durante fase vegetativa, los semilleros son pastoreados con el objetivo de utilizar el forraje y convertirlo en carne, lana o leche, siendo un requisito imprescindible retirar los excedentes de forraje, para posteriormente producir semilla.

Los semilleristas de trébol rojo, el primer año cierran sus cultivos un 33 y 25 % y en el segundo, un 22 y 32 %, en la primera y segunda quincena de octubre respectivamente (García *et al.,* 1991). Los restantes productores cierran en septiembre, noviembre y diciembre.

En general, la fecha de cierre al pastoreo o de último corte, además de retirar el forraje excedente compuesto por hojas y tallos, es utilizado para estimular la floración (folíolos de baja edad, que captan mejor las señales del ambiente), para sincronizar la floración con la mayor disponibilidad de polinizadores y con las mejores condiciones de ambiente, para que estos realicen una polinización eficiente y facilitar cosechas más tempranas.

En trébol rojo, los cierres deben armonizar el vigor, estado de las plantas, con el ambiente en relación a la velocidad de rebrote que va a tener la leguminosa luego del último corte o pastoreo al cierre, con el objetivo de potenciar el número de tallos primarios y que éstos además presenten suficiente número de nudos, meristemos axilares, para que originen tallos secundarios e inflorescencias a partir de los mismos. Un desarrollo excesivo del crecimiento prefloración, puede complicar la cosecha, la polinización y favorece el vuelco de las plantas, aspectos que con trébol rojo Estanzuela 116, no deberían considerarse negativos (cuadro 22).

Trébol rojo, durante el primer crecimiento de primavera, si las condiciones ambientales son favorables, puede desarrollar tasas de crecimiento altas, muchas veces superiores a los 90 kg MS/ha/día, razón por la cual, la fecha de cierre debe ser programada para retirar este exceso de forraje, antes que comiencen a elongarse los tallos en primavera. Si se corta o pastorea cuando los tallos se encuentran elongados, disminuye el número de nudos por tallo, el número de meristemos axilares y esto se traduce en menor número de tallos laterales y de inflorescencias, bajando el potencial de producción de semillas (cierres de noviembre, cuadro 22).

Debe considerarse, especialmente en semilleros de primer año, que en la medida que se atrasa la fecha del primer cierre, disminuye la posibilidad de obtener una segunda cosecha. En trébol rojo de segundo año, la posibilidad de segunda cosecha también existe, pero está altamente condicionada por la sanidad del sistema vascular, especialmente de las raíces. En la medida que en plantas de segundo año, aumenta el nivel de deterioro de las raíces por *Fusarium* sp., se origina una mala conducción interna del agua en la planta, presentando, si las condiciones de ambiente son secas y/o de alta temperatura, estrés hídrico. Frente a éste, trébol rojo resiente en forma importante su capacidad de producción de semillas, por ser muy sensible en fase reproductiva al estrés hídrico.

Los dos principales problemas en producción de semillas de trébol rojo, lograr una efectiva polinización y que no se produzca estrés hídrico durante la floración, determina que frecuentemente muchos productores ubiquen los semilleros de trébol rojo, en suelos de buena fertilidad, buen poder de suministro de agua, o sea, bajo riesgo de sequía y además próximos a montes naturales, por la abundancia de polinizadores. Por las consideraciones mencionadas, susceptibilidad al estrés hídrico, en trébol rojo de segundo año, es más importante cerrar antes para producción de semillas, que en uno de primer año, puesto que la sanidad del sistema radicular puede ser muy diferente.

Los trabajos realizados con trébol rojo utilizaron el cultivar Estanzuela 116, de floración temprana, obviamente que si se trata de materiales de floración tardía, el cierre debe armonizarse con el ciclo del cultivar.

Cuadro 22. Incidencia de distintas fechas de cierre en los rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol rojo Estanzuela 116 de primer y segundo año.

Períodos de último corte o de cierre						
15/8 a 30/8	**15/9 a 30/9**	**1 a 20/10**	**12 a 18/11**	**10 a 20/12**	**1 a 15/1**	**16 a 30/1**
	274		99*			
	293		111			
311	281	259				
	156	159				
478			106			
369	333	327	109			
244	173	144				
	198	165				
		ST	265#	271#	31**	
298			18*			
	210	147	53*			
	222	128	48*			
340	**237**	**189**	**101**	-	-	-
	387	**432**				
	359	**221**				
	329	**302**	**135**			
		489	**192**	**117#**	**158#**	
	323	**365**	**111**			
	213	**75****	**36****			
	622	**483**	**178**			
		303	**161**			
	283	**285**	**53***			
	338	**309**	**61***			
102 *	**48***	**55***	**11***			
				222#	**217#**	**93***
				60*	**48***	**32***
-	**322**	**301**	**104**	**133**	**141**	**62**

abundantes precipitaciones. * clima seco.** presencia de floración competidora. ST= siembra tardía, mayo. TR de primer año en negrita, de segundo año en rojo. Cada fila corresponde a un experimento diferente. En azul, medias de rendimiento de semilla.

6.2 Experimentos de fechas de cierre

En el cuadro 22 se muestra la información recabada de 25 trabajos que contrastaron distintas fechas de cierre, en distintos años. Estas comprenden desde mediados de agosto al 18 de noviembre, corresponden a la cosecha de la primera floración de primavera, que generalmente se inicia en el mes de septiembre o inicio de octubre. En agosto trébol rojo se encuentra en estado vegetativo, en septiembre inicia la floración con valores de 5 a 10%, en octubre florece (20 a 50 % de floración) y en noviembre, primer semana de diciembre alcanza valores de 100 % de floración. Se indican los porcentajes de floración porque en la literatura internacional referente a este tema, normalmente se relacionan las fechas de cierre en función del porcentaje de floración. Las condiciones de ambiente pueden hacer variar los porcentajes de floración. Tanto para el primero como segundo año, los rendimientos de semilla de la "primer floración" disminuyen con el atraso en la fecha de cierre (cuadro 22).

Las cosechas para cierres de agosto, septiembre y hasta mitad de octubre, se localizan en situaciones de ambiente normal, en la última quincena de diciembre y en enero, en tanto, para cierres de octubre y noviembre, se ubican en enero y febrero (figura 22).

Los períodos de floración más largos corresponden a los cierres tempranos de agosto, aproximadamente 65 a 80 días, en septiembre, 50 a 60 días, con duración intermedia se ubican los cierres de octubre, 50 a 35 días dependiendo de las sumas térmicas (días grado) y en los de noviembre, el período de floración es corto, 30 a 40 días. Períodos con abundante nubosidad, días nublados, lluvias, alargan los tiempos requeridos; alta luminosidad, temperatura y condiciones secas, generalmente los acortan. Ya fue comentado que las siembras de trébol rojo tardías (mayo, junio, julio), extienden el período de floración más hacia el verano, comparativamente con las siembras de marzo y abril. Los tréboles rojos de primer año tienen plantas con un comportamiento general más indeterminado y en condiciones de ambiente poco propicias para floración, alargan los períodos, en contraposición a los de segundo año, de comportamiento general más determinado a nivel de planta, con requerimientos temporales para completar los procesos, menores.

Para la primera floración, los cierres tempranos de mediados de agosto al 15 -20 de octubre normalmente permiten obtener los mayores rendimientos de semilla. En contraposición, los cierres de noviembre, que se realizan cortando el cultivo con un porcentaje elevado de floración, generalmente y de forma consistente, los rendimientos de semilla disminuyen marcadamente, excepto años con períodos de fin de primavera con abundantes precipitaciones, o siembras muy tardías (cuadro 22). Los menores rendimientos de semilla de los cierres de noviembre se explican por menor número de cabezuelas, de flores por cabezuela y de semillas por inflorescencia. En la medida que la floración coincide con períodos más secos, aumentan los fracasos en la fertilización de óvulos y baja en forma importante el número de semillas por cabezuela.

Cuando se cierra temprano en agosto, los semilleros pueden volcarse y a cosecha acumulan abundante cantidad de forraje, que enlentece los operativos de cosecha, además de perder capacidad de pastoreo sobre el final del invierno, agosto.

Las fechas de cierre tempranas de la primera floración, como aspecto negativo

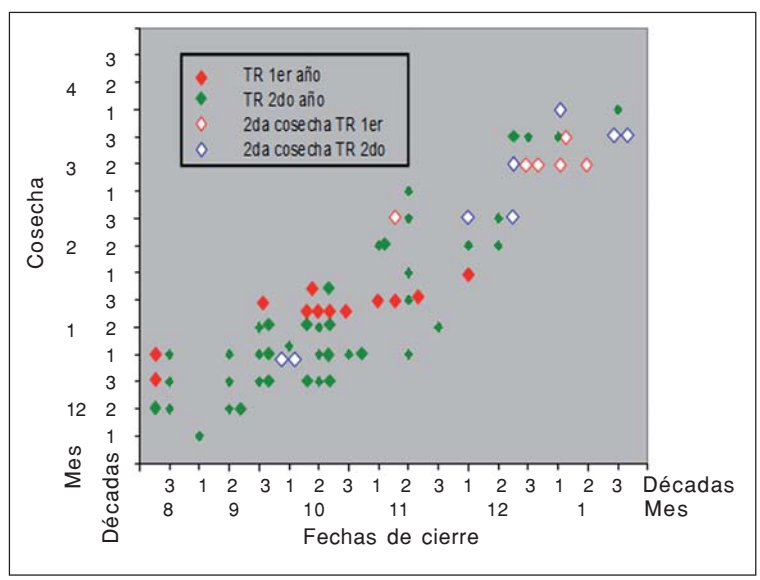


Figura 22. Relación entre fechas de cierre y momentos de cosecha, en ordenamiento decádico dentro de cada mes.

disminuyen las posibilidades de pastoreo a fin de invierno, inicio de primavera, pero aumentan las posibilidades de obtener una segunda cosecha, localizada según las condiciones de ambiente entre el 15 de febrero y fines de marzo.

En la primera floración, tanto para trébol rojo de primer como de segundo año, en el cuadro 22, se marcaron los períodos secos (*), donde los rendimientos de semilla bajan abruptamente, denotando la sensibilidad de trébol rojo a deficiencias hídricas durante la fase reproductiva. En contraposición, cuando ocurren abundantes precipitaciones (#), estas posibilitan cosechar buenos rendimientos de semilla a pesar de ser meses calurosos y que en condiciones normales de ambiente, deprimen la producción de semilla.

En trébol rojo de segundo año, los cierres de septiembre y octubre son los que generan los mayores rendimientos de semilla, mientras que los de noviembre, disminuyen en forma importante la capacidad de producción de semilla.

Los cierres de diciembre y enero, corresponden al denominado segundo período de floración, donde las cosechas se localizan a fines de febrero y marzo, habiendo años que estas se deben realizar en abril. La producción de semilla de la segunda floración es de menor potencial que la primera, disminuyendo la población de cabezuelas, flores y semillas por inflorescencia. Cuando durante esta se obtienen rendimientos aceptables de semilla, especialmente en trébol rojo de segundo año, las plantas deben tener buen suministro de agua (cuadro 22).

6.3 Consideraciones finales

En general se sugiere para trébol rojo Estanzuela 116 (de floración temprana) que: a) los cierres de fines de agosto, septiembre y hasta mediados de octubre, en general permiten obtener rendimientos de semilla superiores si no se registran deficiencias hídricas, pueden acumular volúmenes importantes de forraje y enlentecer la cosecha; b) los cierres tempranos de primavera, elevan las posibilidades de segunda cosecha, especialmente en cultivos de primer año, donde las segundas cosechas se ubican entre fines de febrero y marzo; c) los cierres de noviembre, disminuyen generalmente en forma importante los rendimientos de semilla, independientemente de la edad de las plantas de trébol rojo, d) las deficiencias hídricas en fase reproductiva y la presencia de flores competidoras por polinizadores, determinan disminuciones importantes en la capacidad de producción de semillas; e) en las segundas cosechas localizadas a fines de marzo y abril, generalmente dificultan la cosecha, por bajo número de horas diarias de sol.

7. POLINIZACIÓN

7.1 Introducción

Para polinizar trébol rojo, existe en la bibliografía (La Estanzuela, 1973; Carámbula 1981; Fairey *et al.,* 1997) una dispersión importante en el número de colmenas a utilizar por hectárea, desde 3 a 15 colonias, siendo entre 3 y 4 colonias los valores más frecuentes. Con relación al número de abejas por m^2 trabajando a medio día, se indica el valor de tres o más.

Debido al impacto que sobre esta leguminosa tiene lograr una efectiva polinización, se realizaron una serie de trabajos aplicando Bee-Here, producto atrayente y estimulante del pecoreo, con el objetivo de aumentar la producción de semillas. Los resultados se muestran en el cuadro 23.

La aplicación del atrayente no diferenció ($P>0,05$) el número de abejas pecoreando, ni los rendimientos de semilla con relación al tratamiento testigo.

7.2 Recomendaciones para el manejo de polinizadores

El manejo de los polinizadores reviste especial importancia si se pretende aumentar el rendimiento de semilla en especies tales como trébol rojo o alfalfa, que presentan dificultades para registrar una eficiente polinización. Dada la importancia del problema, se resumen las principales recomendaciones publicadas en La Estanzuela, 1973: a) Ubicar los semilleros aislados de otras especies que tengan curvas de floración si-

Cuadro 23. Efectos de la aplicación del atrayente y estimulante del pecoreo, Bee-Here en trébol rojo Estanzuela 116.

	Nº abejas en 10 m^2 en 10 minutos				
	Atrayente	Testigo	Atrayente	Testigo	
TR E 116 1er año	15,97	14,95	3,76	2,78	TR E 116 1er año #
TR E 116 2°año #	8,23	8,77	14,22	15,07	TR E 116 2° año
	Rendimientos de semilla kg/ha				
	Atrayente	Testigo	Atrayente	Testigo	
TRE 116 1er año	202	172	399	422	TRE 116 1er año
TRE 116 1er año	294	284	405	401	TRE 116 1er año
TR E 116 2°año #	54	63	337	309	TR E 116 2°año
TR E 116 2°año	189	176	44	39	TR E 116 2°año #

Todas las comparaciones entre con y sin atrayente fueron no significativas P>0.05.
#: indica presencia de flores competidoras por polinizadores a menos de 700 m del semillero.

milares, que sean atrayentes y compitan por insectos polinizadores, b) Disponer las colonias para que el radio de vuelo de las abejas al cultivo, esté entre 200 y 600 m, c) La siembra en líneas de los semilleros, permite una mejor incidencia de la radiación y mejora la aereación dentro del tapiz; la mayor radiación incidente y menor competencia entre plantas por la siembra en líneas, aumenta la atracción de las flores para las abejas, d) Mantener la sanidad del semillero y el combate de insectos perjudiciales, utilizando agroquímicos inocuos a los polinizadores, e) Tratar de regular la fecha de cierre en trébol rojo, para ubicar la floración máxima en el período de máxima actividad de polinizadores por mayor temperatura, radiación y menor humedad relativa, f) Evitar la instalación de colmenas prefloración del semillero, puesto que las abejas buscarán otras flores y posteriormente ignoraran las flores del semillero, principalmente si se trata de trébol rojo y alfalfa. Instalar una colmena por hectárea próximo a 1/3 de floración e ir agregando más colmenas hasta la máxima floración. Se debe tratar de armonizar el número de polinizadores con el de flores, g) Cuando las necesidades de las abejas son satisfechas por fuentes de polen más accesibles, no muestran interés por las flores de las leguminosas forrajeras, a excepción de trébol blanco. El cambio de los panales de cría, por panales vacíos a intervalos regulares de 7 a 10 días, estimula a las abejas acopiadoras de polen a recoger alimento para las nuevas crías, h) Se sugiere la distribución de las colmenas dentro del semillero en grupos de 2 a 3 colonias, espaciadas dentro del cultivo a distancias de 400 m. Con trébol rojo colocar cuatro colonias por hectárea, disminuyéndose a dos si hay abundancia de polinizadores silvestres, abejorros, mangangá, etc.

Sobre el tema, Fairey *et al.* (1997) indican que la falta de atención a los detalles referentes para obtener una polinización efectiva por abejas, principalmente en las leguminosas menos atractivas, trébol rojo y alfalfa, determina generalmente fracasos económicos en la producción de semilla de estas especies.

8. RESPUESTA AL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

8.1 Introducción

Las plantas de trébol rojo son indeterminadas, emiten brotes desde la corona, en tanto sus tallos son determinados, desarrollan en fase reproductiva una cabezuela en el ápice de cada tallo y éste cesa de crecer. Este atributo diferencia el comportamiento de TR frente al riego, disponibilidad de agua, de las otras leguminosas forrajeras utilizadas en el país, cuyo hábito de crecimiento es indeterminado. En éstas, mayor disponibilidad de agua, potencia el crecimiento vegetativo de los tallos, en desmedro del reproductivo. Las plantas de TR de segundo año, presentan mayores limitaciones en adsorber agua que las de primer año, debido

a que el *Fusarium* sp. les daña las raíces y el sistema vascular.

El exceso de agua antes de floración puede aumentar mucho la longitud de tallos, la masa de forraje, consecuentemente, aumenta el riesgo de vuelco. Si éste se produce antes de la polinización, se pueden generar bajas eficiencias de la misma y si sigue húmedo, las cabezuelas pueden disgregarse o inclusive producirse brotación de la semilla en la cabezuela. También el riego promueve la aparición de malezas, como *Digitaria* sp., *Echinochloa* sp., *Alternanthera* sp., *Cyperus* sp., y otras latifoliadas que surgen con abundante agua en el suelo.

Trébol rojo debido al carácter determinado de sus tallos, presenta una limitación fisiológica frente a situaciones de abundante disponibilidad de agua, puesto que una vez presente la flor terminal en el tallo, éste tiene bloqueado su capacidad de crecimiento vegetativo, mayor altura. Por esta razón, si después de un riego se producen precipitaciones que llevan el agua disponible en el suelo a valores altos, no se corren los riesgos de perder la cosecha como en las otras leguminosas con crecimiento indeterminado de sus tallos (alfalfa, lotus, trébol blanco). Trébol rojo es la leguminosa que presenta consistentemente mayores probabilidades de segunda cosecha si se maneja correctamente la fecha de siembra, de cierre al pastoreo y se dispone de la opción de regar si es necesario. Es una especie con muy buenas aptitudes para ser incluida en rotaciones agrícolas cortas de alta intensidad, como las que se requieren cuando se incluyen inversiones en equipos de riego. Si bien tiene momentos óptimos para regar cuando el destino es producción de semillas, presenta un período amplio con respuestas positivas al riego, posibilitando una mayor flexibilidad en los momentos de riego, sobre todo si compite por el equipo de riego con cultivos muy exigentes en momentos claves para regar, como es el maíz. También eventuales problemas de desuniformidad en el riego, excesos de agua, no originan problemas tan graves como en las otras leguminosas, en la práctica es la especie en que podría aplicarse riego por superficie para producción de semillas, si la nivelación es correcta.

8.2 Consideraciones generales sobre riego en trébol rojo

Para trébol rojo de primer año, la forma de siembra, pura, asociada a un cereal de invierno, con destino de silo, o de grano seco, determina que la leguminosa, principalmente en las siembras asociadas, ingresa al verano luego que se elimina la competencia del cereal, con menor desarrollo radicular, comparativamente con la siembra pura. Desde el punto de vista del riego, las respuestas a fin de primavera y verano al agua suplementaria, van a ser superiores en las siembras asociadas que en las puras, por menor volumen explorado de suelo por las raíces en las asociadas. Una situación similar ocurre con las épocas de siembra utilizadas con la siembra pura. Las siembras tempranas de marzo, abril, ingresan a fin de primavera y verano con mayor volumen radicular y mayor volumen de suelo explorado, que las siembras tardías de mayo a agosto. Las respuestas al riego en éstas últimas son superiores.

Una situación similar ocurre con las fechas de cierre, cuanto más tarde en primavera sea cerrado el trébol rojo, mayor respuesta al riego tendrá en producción de semilla y normalmente en las segundas cosechas, el riego determina incrementos de rendimiento importantes. En situaciones que se realiza la primer cosecha de semilla y se procede al cierre para la segunda cosecha, éste se ubica en verano, generalmente en enero, siendo el riego para éstos casos, una opción tecnológica muy importante, puesto que estimula rápidamente el reinicio del nuevo rebrote para la segunda cosecha, si el suelo se encuentra con deficiencia hídrica.

En trébol rojo de segundo año, donde normalmente el sistema radicular y vascular esta alterado por el ataque de hongos (*Fusarium* sp.), las respuestas al riego en producción de semilla son superiores a las del primer año, especialmente en la segunda cosecha. Esta, si el ambiente es seco, en TR de segundo año, es poco frecuente obtener un rendimiento de segunda cosecha aceptable, excepto que el suelo tenga buena disponibilidad de agua.

Para el manejo del agua, el período reproductivo de trébol rojo puede ser dividido en tres etapas y en cada una de ellas, el suministro adecuado de agua, potencia distintas variables. La primera etapa se define como la comprendida entre el cierre para semilla y la formación primaria de la base reproductiva de la planta. Esta comprende el conjunto de estructuras, cuya base principal son las tallos, que originarán un número alto de meristemos terminales y axilares, es decir, capaces de ser transformados en inflorescencias. En esta fase, el suministro adecuado de agua aumenta: el número de tallos, el número de nudos por tallo, el tamaño de los entrenudos. Las dos últimas variables indicadas se relacionan con la altura de tallos y los kilos de forraje acumulado a cosecha y ambas, posteriormente con los riesgos de vuelco de las plantas.

En la segunda etapa, trébol rojo ya presenta folíolos nuevos, jóvenes, que captan con eficiencia los estímulos reproductivos externos, del ambiente, y las plantas ya presentan un número potencial de meristemos terminales y axilares. Además del agua, un adecuado suplemento de nutrientes, potencia el tamaño de dichos meristemos, que posteriormente pueden traducirse en mayor número de flores por inflorescencia. Este período culmina con los botones florales visibles, inicio de floración, que es cuando comienza la tercera fase. Esta comprende desde el inicio de floración hasta la cosecha y se subdivide en dos períodos, inicio a pico de floración y pico de floración a llenado de semilla y realización del rendimiento. El riego a inicio de floración o al 20 % de floración en condiciones normales, no genera diferencias comparativas con el secano en la intensidad de floración (número de inflorescencias producidas por día o por semana). El pico de floración es más definido en secano que con riego y el riego extiende el período de floración. Sin embargo, el riego realizado al 20 % de floración, aumenta el número de tallos fértiles, de cabezuelas terminales y axilares realizadas, lo que se traduce en mayor número de cabezuelas totales realizadas. En situaciones sin vuelco, aumenta el número de flores y semillas por cabezuela (si la polinización es adecuada). Con vuelco ambas variables se deprimen, especialmente el número de semillas por inflorescencia, las cabezuelas pueden disgregarse e inclusive si el tapiz está húmedo por períodos prolongados, la semilla puede germinar en la cabezuela.

Con relación a la polinización, normalmente es más sencilla en secano que con riego, puesto que la población de cabezuelas dentro del tapiz es muy superior con buena disponibilidad de agua. La duración de la floración y el fin de ésta se extiende con buen suministro de agua y éste además mejora el número de semillas por hectárea comparativamente con el secano y el peso de mil semillas si no hay vuelco y el aparato foliar no se encuentra deteriorado por hongos. Alto número de semillas/ha de buen peso de mil semillas, se traduce en altos rendimientos de semilla.

Con riego se asumen mayores riesgos de vuelco del cultivo y consecuencia de las acumulaciones de forraje superiores, las cosechas son más lentas y dificultosas.

Una vez cosechado el semillero, el riego potencia un rebrote rápido del mismo y aumenta en condiciones de baja disponibilidad de agua, las posibilidades de segunda cosecha.

8.3 Antecedentes

Trabajos americanos en Oregon sobre riego en trébol rojo (Oliva *et al.*, 1994), ilustran sobre la respuesta en semillas de esta leguminosa (figura 23).

El trabajo muestra como el aumento en la acumulación de forraje, incrementa los rendimientos potenciales de semilla. Los mayores rendimientos de semilla y la máxima eficiencia en el uso del agua, se obtuvo con un riego en el pico de floración, a capacidad de campo.

Pritsch *et al.* (1979), para trébol rojo Estanzuela 116, contrastando riego (R) y secano (S) para el primer año, registraron rendimientos de: 86 (S) y 370 kg/ha (R) y para el segundo de: 108 y 244 kg/ha para (S) y (R) respectivamente. Los mismos autores con el cultivar Kenland en S y R en el primer año obtuvieron, 38 y 510 kg/ha y en

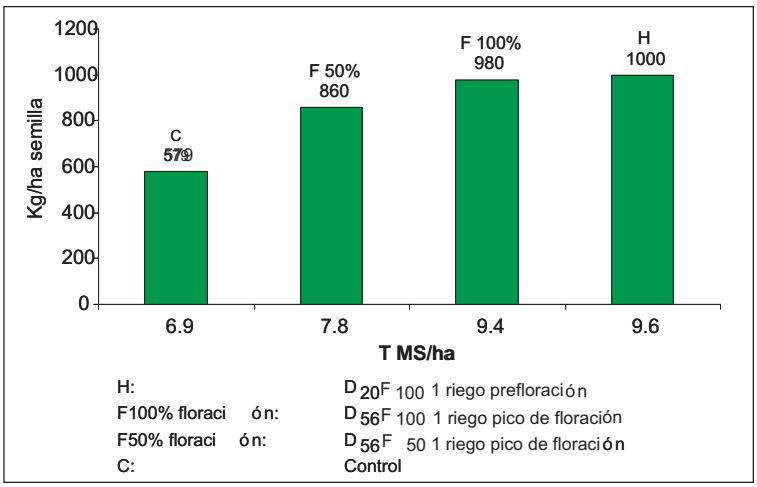


Figura 23. Respuesta al riego en producción de semillas de trébol rojo en Oregon, USA (Oliva *et al.*, 1994).

el segundo, 310 y 720 kg/ha. El riego mejoró además de los rendimientos de semilla, el peso de mil semillas entre 8 y 13 % para Kenland y Estanzuela 116 respectivamente. Las eficiencias en la producción de semillas en el uso del agua fueron para Estanzuela 116 de 0,20 kg/ha/mm de evapotranspiración real y para Kenland de 0,69.

En Estanzuela 116, secano, los 86 y 108 kg/ha en el primer año se produjeron con disponibilidades de agua de D70D95, en tanto con riego se ubicaron en valores de D60F60. Otro trabajo realizado por Prova-Prenader, Artigas, sobre un Brunosol subeútrico típico, con trébol rojo Estanzuela 116, determinaron bajo riego por superficie 113 kg/ha, mientras que el secano en la primer cosecha, produjo solamente 25 kg/ha. En la segunda cosecha los rendimientos fueron de 70 y 12 kg/ha, respectivamente para riego y secano.

8.4 Resultados experimentales

Toda la información que se reportará fue obtenida de experimentos localizados sobre Brunosoles eútricos típicos de INIA La Estanzuela. Los comentarios que se realicen con relación al agua en el suelo se refieren al agua disponible (AD) en los primeros 40 cm de suelo durante el período comprendido entre inicio y pico de floración. Con la letra D se indican las disminuciones del agua disponible en porcentaje del total a partir de capacidad de campo (100 % de AD) y con la letra F la reposición del AD en porcentaje del total a partir del punto de marchitez permanente (0 % de AD). Así por ejemplo, el par de valores D70 F50, indica que el AD disminuye un 70 % a partir del 100 % o capacidad de campo (o sea, queda un remanente de 30 % de AD para las plantas) y se repone hasta el 50% del total de AD partiendo de 0 ó coeficiente de marchitez permanente. Si se desea calcular el AD promedio en el período comprendido entre D y F, para el ejemplo anterior sería (30 + 50) 2 = 40 %.

8.4.1 Producción de semillas en períodos de alta pluviosidad

Los experimentos realizados entre 1997 a 1999 no registraron mayores diferencias entre secano (S) y riego (R) en las poblaciones de cabezuelas y rendimientos de semilla por efectos directos del riego, debido a la ocurrencia de abundantes precipitaciones durante la fase reproductiva del trébol rojo (cuadro 24).

En los secanos las depresiones del agua disponible en algunas situaciones llegaron a ser del orden de D80 % y D 75 % del total de agua disponible en la lámina a 40 cm. Estas disminuciones representan valores importantes para trébol rojo, sin embargo, estas ocurrieron al inicio de floración. En la floración media y al pico de floración se registraron precipitaciones que llevaron el contenido de agua a capacidad de campo (F 100). Este aspecto muestra que disminuciones de

Cuadro 24. Rendimientos de semilla (kg/ha) de trébol rojo en riego y secano de 6 experimentos conducidos en el período 1997 - 1999.

		Semilla kg/ha		
		Secano	Riego	Significación
Estanzuela 116 1er. año	1er.cosecha 20/1/98	179	162	NS
	2da.cosecha 11/2/98	21*	47*	NS
Estanzuela 116 2do año	1er.cosecha 27/1/99	455	374	P<0,05
	Malezas %	10**	35**	P<0,05
	2da.cosecha 14/4/99	144	66	P<0,05
	Malezas %	5	45	P<0,01
Mizar 1er año	1er.cosecha 26/1/99	368	429	NS
	2da. Cosecha 26/3/99	64	72	NS

* Problemas de polinización por floración de lotus. ** *Alternanthera* sp.

esa magnitud al inicio de floración en los secanos, no deprimieron los rendimientos de semilla, si al 50 % o al pico de floración, el suelo se recarga a capacidad de campo o valores próximos.

En el trébol rojo de segundo año (cuadro 24), en la primer cosecha el riego deprimió los rendimientos de semilla e incrementó la infestación con malezas, principalmente Alternanthera sp. Esta maleza de muy difícil control, responde muy bien a niveles crecientes de agua y llegó a presentar porcentajes de infestación importantes. Estos determinaron el vuelco del trébol rojo entre el pico de floración y el fin de la misma. El ambiente más húmedo que genera esta maleza dentro del tapiz, originó un deterioro importante de las cabezuelas inmersas dentro de la masa vegetal, determinando que muchas se desintegraran parcial o totalmente. En la segunda cosecha, la infestación de la maleza también fue muy alta en el tratamiento regado con respecto al secano, deprimiendo (P<0,05) los rendimientos de semilla. Este aspecto, presencia de malezas de este tipo, debe ser tenido en cuenta en condiciones comerciales de producción, puesto que pueden determinar disminuciones importantes de los rendimientos de semilla que no compensan los costos extras de producción originados por el riego. Las malezas que mayor presencia tuvieron en los tratamientos regados fueron: *Alternanthera philoxeroides* "gambarrusa", *Polygonun punctatum*, "yerba del bicho", *Cyperus* sp. "pasto bolita", *Portulaca oleracea*, "verdolaga", *Digitaria* sp. y *Echinochloa* sp., "pastos de verano".

En trébol rojo se han verificado aumentos muy importantes en la competencia ejercida por Cyperus sp cuando se comparan tratamientos regados con secanos. Una situación similar se verifica con *Digitaria* sp. y/o *Echinocloa* sp. (pastos anuales de verano) en semilleros de trébol rojo localizados sobre rastrojos de arroz (zonas este y noreste del país). En estos, generalmente las áreas regadas presentan infestaciones importantes de estas malezas, en comparación con los cuadros que permanecieron en secano dentro de una misma chacra.

La segunda cosecha, realizada el 11/2/98 (cuadro 24), presentó rendimientos muy bajos de semilla, tanto en el secano como en el tratamiento regado. La floración de un semillero de lotus localizado a 300 metros del trébol rojo determinó que la población de polinizadores disminuyera sustancialmente en el trébol rojo, a pesar de que este semillero de una hectárea dispusiera de cuatro colmenas fuertes y sanas. En trébol rojo para aumentar la probabilidad de obtener una buena polinización, además de colocar suficiente número de colmenas sanas y fuertes, es importante asegurarse que no

ocurran floraciones simultáneas de otras especies competidoras por polinizadores.

Interesa destacar que con trébol rojo, la decisión de regar constituye un insumo más que tiene un costo, razón por la cual, es imprescindible asegurarse una correcta polinización para que el insumo riego pueda ser redituable.

8.4.1.1 Consideraciones generales

Cuando ocurren registros pluviométricos superiores a los normales durante la fase reproductiva de trébol rojo, la información comentada previamente permite realizar las siguientes consideraciones: a) Partiendo de chacras que presenten contaminación con malezas de alta respuesta al agua disponible (*Alternanthera* sp, *Cyperus* sp., *Digitaria* sp., *Echinochloa* sp., etc.), el aumento en la cantidad de agua aplicada puede incrementar el grado de infestación, a niveles que interfieren significativamente con la producción de semillas, deprimiéndola, b) Una vez regado un semillero, debe tenerse presente que siempre se corre el riesgo que posteriormente se registren precipitaciones, que lleven el agua disponible a valores muy altos, estos pueden traducirse en crecimiento vegetativo excesivo a partir de brotes de la corona, vuelco, disgregación de cabezuelas e incluso germinación de la semilla en las propias cabezuelas, c) En todas las situaciones estudiadas, de alta pluviosidad, los riegos implicaron un incremento de los costos de producción, sin retorno económico en términos de producción de semilla, d) De las seis situaciones reportadas, en cuatro los rendimientos de semilla entre secano y riego no difirieron estadísticamente; en una el riego deprimió el rendimiento debido a la gran estimulación del crecimiento que ejerció sobre malezas de alta respuesta a niveles crecientes de agua aplicada y de muy difícil y costoso control mediante herbicidas, e) En dos de los seis casos estudiados, el riego promovió significativamente la infestación de Alternanthera sp. y otras malezas estivales, f) En trébol rojo es imprescindible asegurarse que todos los factores manejables por el hombre, conducentes a asegurar una eficiente polinización, operen correctamente.

8.4.2 Producción de semillas en períodos de baja pluviosidad

Durante la primavera de 1999 y verano del 2000, período caracterizado por una sequía que aumentó con el tiempo en intensidad, se instalaron experimentos, en un cultivo de primer año sembrado en mayo de 1999 y en un semillero de segundo año sembrado en septiembre de 1998, evaluándose la respuesta al riego en la primer y segunda cosecha. Sobre un trébol rojo asociado a trigo, el 20/10/99 el cultivo se cortó siendo el forraje enfardado. Dicha fecha define el cierre del semillero. La primera cosecha de semilla se realizó el 12/1/00. Esta fecha correspondió al cierre para la segunda cosecha realizada el 15/3/00. Los riegos fueron realizados por aspersión, mediante cañón regulado para regar 45 m^3/hora. En el cuadro 25 se reportan los milímetros aplicados por riego (lámina bruta), los registros pluviométricos, ordenados de acuerdo a los estados fenológicos, para la primera y segunda cosecha. En la primera cosecha se evaluaron dos tratamientos secano (S) y riego (R). En la segunda cosecha el tratamiento regado en la primera, fue dividido en dos y se le aplicaron dos estrategias de riego, una consistió en regar solamente al inicio del rebrote y en el pico de floración (Rif) y la otra implicó además un riego adicional en inicio de floración (R).

8.4.2.1 Primer año, primera cosecha

La floración (presencia de cabezuelas con flores con pétalos rojos visibles) se inició el 16/11, siendo las poblaciones de cabezuelas similares entre el R y S, dado que ambos tratamientos recibieron al inicio del rebrote la mima cantidad de agua, 60mm de lámina bruta. A partir del 13/11 el tratamiento R se diferenció del S, presentando un número superior de inflorescencias.

La información recabada para la primera y segunda cosecha se presenta en el cuadro 26.

En la primera cosecha, el riego incrementó en forma importante (168 %) el número de cabezuelas/m y el rendimiento

Cuadro 25. Milímetros de agua recibidos por riego y precipitaciones en diferentes estados fenológicos en trébol rojo de primer año, en el primer y segundo período de floración.

	Primer cosecha			Segunda cosecha			
	S	R	P	P	S	Rif	R
Inicio rebrote	60(2)	60(2)	13	35	-	50(1)	90(2)
Inicio floración	-	100(3)	23	-	-	-	50(1)
				50			
Pico floración	-	30(1)	58	0	-	50(1)	50(1)
Total mm	60(2)	185(6)	94	85	0	100(2)	190(4)

P = precipitaciones, S = secano, R = riego, Rif = riego a inicio y pico de floración. Entre Paréntesis = N° de riegos.

Cuadro 26. Producción de semilla, componentes del rendimiento y manejo del agua disponible en floración, en diferentes regímenes hídricos de trébol rojo cv Estanzuela 116 en la primer (12/1/2000) y segunda cosecha (15/3/2000) de semilla.

1er cosecha 12/1/00	S D85 F33	R D38 F93	R if	Significación
Nº C/m²	284	761		P<0,01
Nº F/C	101	96		P>0,05
Nº S/C	49	26		P<0,05
P MS	1,60	1,86		P<0,05
S kg/ha	228	371		P<0,05
F kg MS/ha	1016	1792		P<0,01
2da cosecha 15/3/00	S D 93 F22	R D80 F61	Rif D62 F81	
Nº C/m²	56 b	190 a	222 a	P< 0,05
Nº F/C	87	83	91	P> 0,05
Nº S/C	34 b	48 a	43 a	P< 0,05
PMS	1,49 c	1,70 a	1,52 b	P< 0,01
Semilla kg/ha	29 b	156 a	147 a	P< 0,05

Cabezuelas, F flores, S semilla, PMS peso de 1000 semillas.
S = secano, R = riego, Rif = riego en inicio y en floración.

en semilla (63 %) con respecto al secano. Estas presentaron un tamaño, número de flores por cabezuela, similar entre ambos tratamientos. El número de semillas por cabezuela fue inferior en el tratamiento regado, aunque éstas presentaron mayor peso. La acumulación de forraje a cosecha aumentó un 76% como resultado de la aplicación del riego con respecto al secano, (cuadro 26).

En el secano, el agua disponible entre el cierre y el pico de floración varió entre D85 y F33, lo que implica un 24% de AD promedio, valor muy bajo para TR, pero que sin embargo, posibilitó la obtención de 228 kg/ha de semilla.

Con riego se permitió que el AD se deprimiera un 38 % (D38) solamente y el agua se repuso a valores próximos a capacidad de

campo (F93). Este manejo mantuvo en promedio un nivel de AD del 65% del total, aspecto que posibilitó un gran aumento en la población de cabezuelas. Lamentablemente, éste no pudo ser capitalizado en toda su dimensión. Si bien el rendimiento de semilla aumentó significativamente, éste no se correspondió con el número de cabezuelas obtenido. El bajo número de semillas por cabezuela registrado en el tratamiento regado, consecuencia del vuelco del trébol rojo por exceso de forraje vegetativo y posicionamiento bajo de cabezuelas dentro del tapiz, disminuyeron la eficiencia de polinización.

La estructura del tapiz presentó diferencias importantes entre riego y secano. En secano se acumuló menos forraje a cosecha y las plantas carecían de rebrote basal (tallos vegetativos nuevos creciendo desde la base de la corona). En este tratamiento más del 90 % de las cabezuelas se originaron a partir del meristemo apical de los tallos (posición terminal) y una escasa proporción, menos del 10 % presentaban un origen axilar, localizadas en los entrenudos superiores de los tallos, muy próximas al ápice de los mismos. Tanto la ausencia de nuevo rebrote basal, como la presencia mayoritaria de cabezuelas en posición apical, permiten sugerir que el tratamiento de secano, acentuó dos aspectos relacionados con el crecimiento determinado, en una planta indeterminada. El posicionamiento mayoritariamente terminal facilita la polinización. La estructura del tapiz presentado por el trébol rojo en secano, de porte erecto, sin vuelco, baja acumulación de materia seca, altura promedio a cosecha de 19 cm y posición de las cabezuelas mayoritariamente terminales, por tanto localizadas en la parte superior del tapiz, conformó una situación ideal para una cosecha directa eficiente.

Con riego la acumulación de materia seca fue muy superior, altura del tapiz de 42 cm, excepto en las áreas con vuelco (25% de vuelco), con cabezuelas en posición terminal (64 % de la población) mientras que un 36 % presentaban posición axilar, quedando muchas de éstas inmersas en abundante masa de forraje. La alta cantidad de cabezuelas en posición axilar, en entrenudos distantes hasta 10 cm de los ápices, probablemente explique la muy alta cantidad de cabezuelas presentada en el tratamiento regado con respecto al secano. Además indica que el mayor nivel de AD posibilitó que se desarrolle un mayor número de yemas axilares a cabezuelas, (realización de estructuras reproductivas), atributo fisiológico diferencial de trébol rojo comparativamente con trébol blanco, alfalfa y lotus.

El tratamiento regado presentó una cantidad mayor de tallos fértiles, o sea con cabezuelas y estos presentaban en promedio mayor número de cabezuelas por tallo fértil (0,41 en secano versus 0,67 en riego), valores significativamente diferentes ($P<0,01$). El follaje estaba compuesto en la zona media e inferior del estrato vegetal por alta cantidad de nuevos rebrotes, mayoritariamente vegetativos, que al momento de cosecha cubrían las cabezuelas maduras de los tallos fértiles, que florecieron antes. Estas aún presentaban las flores firmes, sin embargo, se encontraban en un estado próximo al comienzo de la disgregación. Este atributo permite sugerir que en estas condiciones, no es conveniente dilatar la cosecha, porque aumentan los riesgos de pérdidas de semillas por disgregación de las cabezuelas durante los operativos de cosecha. El estado del tapiz en este tratamiento, indicaría que la cosecha indirecta sería el método más apropiado, o directa previa aplicación simple o doble de desecante.

La masa de forraje existente y principalmente la fracción más foliosa, vegetativa, determinó el vuelco que comenzó a producirse desde etapas intermedias de la floración. Esto fue la causa del menor número de semillas por cabezuela presentado en este tratamiento, consecuencia de mayores dificultades de ser polinizadas, sobre todo en los estratos más bajos del tapiz.

8.4.2.2 Primer año, segunda cosecha

En ésta, la población de cabezuelas y rendimientos de semilla disminuyeron con respecto a la primera, aspecto normal para trébol rojo y otras leguminosas forrajeras perennes en nuestro país.

La población de cabezuelas y rendimiento de semilla fueron significativamente menores (P<0,05) en el secano que en los tratamientos regados. Entre los dos tratamientos regados no se verificaron diferencias, razón por la cual el riego realizado a inicio de floración en el tratamiento R fue innecesario. El rendimiento de semillas obtenido en el secano por cosecha manual, 29 kg/ha, es equivalente a rendimiento cero en condiciones comerciales de producción. El agua disponible en el secano varió entre D93 y F22, valores muy bajos en relación a las exigencias de trébol rojo para una correcta expresión de sus estructuras reproductivas.

La ausencia de diferenciación entre los dos tratamientos regados, probablemente se explique más que por las diferencias de agua disponible en el suelo, 40 y 59% para Rif y R respectivamente, por un menor estímulo reproductivo interno de las plantas. La baja cantidad de cabezuelas producida por ambos y un número excesivo de tallos vegetativos presentes, sin alargar sus entrenudos, sustentan la hipótesis planteada. La arquitectura y conformación durante verano de las estructuras vegetativas de estas plantas jóvenes, con menos de un año de edad, "en fase reproductiva", fue muy semejante a la correspondiente al reinicio del crecimiento vegetativo de fines de otoño.

En siembras asociadas, donde trébol rojo debe soportar con desventaja la competencia del cereal y por tanto presenta un menor desarrollo de sus órganos, principalmente los subterráneos, o en siembras puras realizadas tarde en invierno o inicios de primavera, normalmente trébol rojo produce una sola cosecha de semilla, en general de bajo potencial reproductivo. En estas situaciones, la organización temporal y espacial del crecimiento de la planta, esta priorizado, direccionado, hacia el crecimiento vegetativo, con el objetivo que a partir de éste, se produzca un adecuado crecimiento de sus órganos subterráneos vitales, raíz y corona, que son los que realmente aseguran la supervivencia de la planta hacia un segundo año.

El experimento fue sembrado en forma asociada y por manejo, fue forzado a producir dos cosechas. Si bien en la primera se obtuvieron buenos registros reproductivos, ya desde la primera cosecha las plantas presentaron abundante crecimiento vegetativo en los tratamientos regados. En la segunda cosecha, evidentemente a pesar del manejo impuesto, las plantas priorizaron las estructuras que aseguran supervivencia de la planta, en desmedro de las estructuras reproductivas. Lotus y alfalfa presentan un comportamiento similar.

En el experimento de segundo año, situado próximo al de primer año y conducido en forma paralela a éste, tanto durante la primera y especialmente en la segunda cosecha, no se verificó la presencia de nuevo rebrote basal, a pesar del riego.

8.4.2.3 Segundo año, primera y segunda cosecha en diferentes regímenes hídricos

Las plantas de segundo año de esta leguminosa, independientemente de los problemas de enfermedades de raíz y corona que puedan presentar, actúan fisiológicamente de forma muy diferente a las de primer año. En plantas de segundo año, las señales internas priorizan maximizar el desarrollo reproductivo con el objetivo de asegurar la persistencia de la planta por la única vía posible, cuando están próximas a la muerte, dicha vía es la producción de semillas. Precisamente, a continuación se reportarán los datos del segundo año, donde se verificaron respuestas en población de cabezuelas y rendimiento de semilla, en ausencia de rebrote basal. Los comentarios precedentes permiten concluir que: los tallos de trébol rojo son determinados (cabezuela terminal), pero mientras que las plantas de primer año tienen un comportamiento que puede llegar a ser intensamente indeterminado, las de segundo año recuerdan una especie anual, determinada.

El manejo de leguminosas para producción de semillas, requiere de un adecuado conocimiento del comportamiento de las mismas, que es fundamental en variables como riego. El desconocimiento de estos puede desembocar en fracasos económicos importantes de la inversión en equipos de riego, ya que se arriesga a obtener resultados exactamente opuestos a los que se definen, cuando se realiza el emprendimiento.

Sobre un trébol rojo Estanzuela 116 de segundo año pastoreado en forma rotativa con bovinos, el 23/9/99 se le retiró el pastoreo, se uniformizó con rotativa y se cerró para semilla. Los riegos fueron por aspersión, realizados con cañón regulado para aplicar un caudal de 45 m^3/hora. Las cantidades de agua aplicadas por riego corresponden a la lámina bruta. En el primer ciclo de floración-semillazón se evaluaron dos tratamientos, secano (S) y riego (R). En el segundo ciclo el tratamiento regado durante el primero fue dividido en dos tratamientos. A uno, tratamiento R se le aplicaron riegos a inicio del rebrote, inicio y pico de floración, mientras que el segundo tratamiento fue regado a inicio del rebrote y en el pico de floración (Rif). Las cantidades de agua aplicadas en cada tratamiento durante los dos períodos evaluados (láminas brutas) y las precipitaciones se presentan en el cuadro 27 y los resultados obtenidos en el cuadro 28.

Cuadro 27. Cantidad de agua (mm) recibida por riego y precipitaciones en diferentes estados fenológicos en trébol rojo de segundo año, en dos períodos entre cierre y cosecha.

	Primer cosecha			Segunda cosecha			
	S	R	P	P	S	Rif	R
Inicio rebrote	-	20(1)	13	35	40(1)	40(1)	80(2)
Inicio floración	-	55(2)	23	-	-	-	40(1)
				50			
Pico floración	-	65(2)	25 23		-	50(1)	50(1)
Total mm	-	180(5)	84	85	40(1)	90(2)	170(4)

P = P P P P=precipitaciones, S = secano, R= riego, Rif= riego a inicio y pico de floración.

Cuadro 28. Producción de semilla y componentes del rendimiento en trébol rojo cv Estanzuela 116 de segundo año, en diferentes regímenes hídricos, en la primera y segunda cosecha.

	Cierre 23/9/99 Primera cosecha 12/1/00		Cierre 12/1/00 Segunda cosecha 15/3/00		
	S	R	S	Rif	R
AD	D94F27	D75F90	D92F23	D80F61	D62F81
NºC/m^2	349 b	602 a	0	392 b	580 a
S kg/ha	206 b	617 a	0	286 b	444 a
PMS	1.5 b	1.8 a	-	1.5	1.6
NºS/C	38 b	55 a	-	47	47
NºF/C	106	111	-	82	76
TMS/ha	1.1 b	3.0 a			

C=cabezuelas, S=semilla, PMS=peso 1000 semillas, F=flores, TMS=toneladas de materia seca. Letras diferentes para cada variable dentro de una misma cosecha indican diferencias significativas al nivel P<0,05.

8.4.2.3.1 Primera cosecha

Durante el primer ciclo de floración semillazón, el riego con relación al secano aumentó la población de cabezuelas un 72 %, los rendimientos de semilla un 199 %, el peso de mil semillas un 20 %, el número promedio de semillas por cabezuela un 45 % y el forraje acumulado a cosecha un 172 %. Exceptuando el tamaño de las cabezuelas (número de flores por cabezuela), variable que no se diferenció entre riego y secano, los restantes componentes del rendimiento presentaron incrementos muy importantes, especialmente en el rendimiento de semilla y el número de cabezuelas/m .

El menor número de S/C verificado en el secano puede ser una consecuencia del mayor grado de estrés hídrico presentado en este tratamiento. La literatura internacional reporta respuestas positivas al riego con esta variable, similares a las señaladas en el cuadro 28. En nuestro país la obtención de altos números de S/C, es una condición importante para asegurar altos rendimientos de semilla a cosecha. En el secano se obtuvieron 206 kg/ha de semilla a pesar de presentar depresiones muy importantes en el agua disponible (D94), próximas al coeficiente de marchitez permanente, con reposición baja de agua (F27). El tratamiento regado se mantuvo con un promedio de agua disponible del orden del 58% (D75 F90), incrementándose notoriamente la producción de cabezuelas y semilla y corroborando las buenas respuestas al riego que esta especie es capaz de realizar. El tratamiento regado no presentó vuelco a cosecha. La decisión de cosechar ambos tratamientos el mismo día, 12/1/00, donde el secano presentaba las cabezuelas con tonalidades marrón muy oscuro y el regado con coloración menos intensa, se sustenta en que se priorizó reiniciar el rebrote posterior cuanto antes en el tratamiento regado, con el objetivo de asegurar una mayor producción de semilla en la segunda cosecha y que esta pudiera ser realizada en marzo. De haber esperado en el tratamiento regado unos 10 días más para un secado equivalente al secano de las cabezuelas, el rebrote y pico de floración se hubieran retardado, deprimiendo los potenciales de segunda cosecha y aumentando riesgos de cosecha, puesto que esta seguramente se correría hacia el mes de abril. Los comentarios previos ilustran sobre las decisiones técnicas que frecuentemente deben tomarse, priorizando objetivos de mayor rentabilidad, dar mayor seguridad y potencial de producción y asegurar más los operativos de cosecha, cuado se trata de una segunda cosecha.

8.4.2.3.2 Segunda cosecha

Con el objetivo de simplificar el cuadro 28, en el secano se indican para el número de C/m y rendimiento de semilla valores de 0, ya que los parámetros evaluados experimentalmente cuando se extrapolan a condiciones comerciales de producción deben considerarse como nulos. Estrictamente en el secano se contabilizaron 10 C/m y 8 kg/ha de semilla. La sequía intensa actuando sobre plantas de trébol rojo de segundo año y además en el segundo verano, donde es característico en esta especie la verificación del deterioro de su sistema radicular, que dificulta el transporte de agua hacia la parte aérea, se tradujo en que la mayoría de las plantas se marchitaran.

El AD en el suelo fue del 15 % para el secano (D92 F23), nivel similar al de la primera cosecha donde produjo 206 kg/ha de semilla. La intensidad del estrés (15 % de AD) mantenida por un período prolongado, durante las dos cosechas (duración del estrés), determinó la muerte de la mayoría de las plantas. Las pocas plantas que permanecieron vivas, presentaban muy pocos tallos por planta, mayoritariamente estériles, o sea, sin cabezuelas. Los escasos tallos fértiles existentes, presentaron solamente una cabezuela en posición terminal. La sequía en el secano no posibilitó que se desarrollara ninguna cabezuela axilar. La altura de las cabezuelas desde el nivel del suelo no superó los 14 cm.

Entre los tratamientos regados, Rif y R, se verificó una respuesta importante al mayor nivel de agua aplicado, tratamiento R. En éste, los riegos adicionales, uno al inicio del rebrote y el segundo a inicio de floración determinaron aumentos en el número de C/m y rendimiento de semilla de 48 y 55 % respectivamente con respecto al tratamiento Rif. El aumento en el número de

C/m en el tratamiento R con respecto al Rif, se explica por una mayor cantidad de cabezuelas de origen axilar por tallo, evidenciando que el riego, promovió un mayor desarrollo reproductivo de yemas en posición axilar, o sea, aumentó la fertilidad de los tallos. Los restantes componentes del rendimiento evaluados no se diferenciaron.

Mientras que en el tratamiento Rif el agua disponible varió entre D75 y F83, donde la depresión del 75 % del AD constituye un valor alto para TR, que no posibilita la mayor expresión reproductiva, en el tratamiento R, el AD promedio fue de 70 %, variando entre D60 y F100. El mantenimiento de un nivel más elevado de agua en el suelo, permitió un aumento significativo en la producción de cabezuelas y semilla en el tratamiento R con relación al Rif (cuadro 28).

Los tratamientos regados presentaron un muy alto número de semillas (47) por cabezuela, con respecto a lo que normalmente se obtiene en las condiciones de La Estanzuela. La presencia abundante de polinizadores trabajando efectivamente sobre las flores de trébol rojo, explica la alta tasa de formación de semilla, en promedio de 59 % para R y Rif. La sequía intensa determinó que prácticamente las abejas no dispusieran de otras flores competitivas en las cercanías del cultivo de trébol rojo para polinizar. Las excelentes condiciones de radiación, días luminosos, sin viento, posibilitaron un buen trabajo de los polinizadores. En La Estanzuela, en condiciones climáticamente promedios, la abundancia de flores competitivas con trébol rojo normalmente no permite superar las 10 a 20 semillas por cabezuela, a pesar de que se coloquen 4 a 5 colmenas fuertes y sanas por hectárea.

Cuando se riega trébol rojo para semillas, es imprescindible asegurar una correcta polinización, de lo contrario se corre el riesgo de aumentar la población de cabezuelas, sin que se traduzca en mayores rendimientos de semilla.

En los dos tratamientos regados no se originó vuelco, ni promoción de rebrote basal, presentando ambos al momento de cosecha una muy buena estructura de tapiz y uniformidad de maduración de cabezuelas, que posibilitan en principio una alta eficiencia en la cosecha directa.

8.4.2.4 Consideraciones generales sobre producción de semilla en períodos de baja pluviosidad

En condiciones de sequía con intensidad creciente durante primavera y verano y con muy baja competencia de otras plantas por polinizadores, permiten concluir que: a) el riego aplicado enseguida del cierre, promovió el rebrote rápido de las plantas, aumentando la posibilidad de cosecha y especialmente al inicio del segundo rebrote, con destino a segunda cosecha, en que fue imprescindible para obtener rendimientos de semilla económicamente cosechables, b) los secanos presentaron muerte prematura de plantas y el cultivo de segundo año se marchitó antes de finalizar el verano, c) el riego promovió aumentos significativamente muy importantes en la producción de cabezuelas, especialmente las de origen axilar, en los rendimientos de semilla y forraje, d) el riego aumentó la fertilidad de los tallos, es decir, aumentó la proporción de estos que presentaban por lo menos una cabezuela y dentro de estos, incrementó el número de cabezuelas por tallo fértil, e) el tamaño de las cabezuelas no varió significativamente ($P>0,05$) con el riego, f) el número de semillas por cabezuela fue deprimido por el riego a consecuencia del vuelco en floración del cultivo de primer año, g) en las situaciones que no se verificó vuelco, el riego aumentó el número de semillas por cabezuela, especialmente en el semillero de segundo año, o sea, aumentó la fertilidad de las flores, desconociéndose si este efecto se debe a la fertilidad de los óvulos, del polen, o a una mayor atracción por parte de los polinizadores, h) en situaciones sin vuelco, las variables que explicaron mayoritariamente los aumentos en los rendimientos de semilla obtenidos con cantidades crecientes de agua aplicada, fueron la población de cabezuelas y el número de semillas por cabezuela, i) las segundas cosechas de los secanos fueron fuertemente deprimidas por la sequía, al extremo que el semillero de segundo año no produjo prácticamente semilla y se perdió el stand, j) el riego en el cultivo de primer año,

primera cosecha, originó vuelco y emergencia de rebrote basal. Ambas características dificultaron la polinización, aumentaron los riesgos de disgregación de cabezuelas y de germinación de la semilla a campo, k) en general los rendimientos de semilla mayores, intermedios y bajos se registraron con niveles promedio de agua disponible entre inicio del rebrote y pico de floración del orden de 60 % o más, 40 a 50 % y menos de 25 %, respectivamente, m) las respuestas obtenidas deben enmarcarse dentro de una situación de muy bajas precipitaciones durante los períodos de floración - semillazón, características frecuentemente seleccionadas para áreas de producción de semillas de esta especie en otras partes del mundo y que en nuestro país ocurren con menor frecuencia.

8.4.3 Comentarios finales

Para regar trébol rojo deben tenerse en cuenta una serie de aspectos esenciales: a) considerar que en situaciones de ambientes de alta fertilidad, sobre todo en semilleros de primer año, trébol rojo tiene mayor capacidad de crecimiento y superior posibilidad de vuelco, aspecto que puede regularse con fechas de cierre mas tardías, con plantas próximas a inicio de floración, b) las plantas de primer año, en condiciones favorables de crecimiento pueden llegar a generar abundante masa vegetativa a partir de brotes de la corona, los cuales además de vuelco, pueden deteriorar el potencial de producción de semillas, por generar problemas de polinización o disgregación de inflorescencias, c) en las segundas cosechas es importante, si esta seco, riego mediante, que se reinicie el rebrote cuanto antes, para anticipar la segunda cosecha a marzo y evitar los meses de abril o mayo, d) si el ambiente es limitante en disponibilidad de agua, en segundas cosechas el riego es prácticamente imprescindible en plantas de segundo año con sistema radicular y vascular deteriorado por hongos, e) con plantas de primer año, sembradas tarde o provenientes de siembras asociadas, el riego puede generar con mayor facilidad excesos de crecimiento, principalmente en la segunda cosecha, deteriorando el potencial de producción de semillas, f) priorizar los riegos entre inicio y 20 % de floración, asegurando que en el pico de floración no existan deficiencias hídricas en las plantas, g) considerando la información generada, en floración niveles de D84 F20, que implica 17 % de agua disponible en la lámina de 0 a 40 cm, determinaran bajos rendimientos de semilla; entre D75 F65, donde el agua disponible está en torno a 45 % en la lámina de 0 a 40 cm, generara rendimientos medios de semilla y valores de D57 F87 que posibilitan niveles de agua disponible de 62 % o más, determinan altos rendimientos de semilla, h) disponer de un adecuado número de polinizadores en el cultivo siguiendo las pautas indicadas en el capítulo de polinización y asegurarse la inexistencia de flores competitivas durante la floración del trébol rojo.

9. COSECHA DE SEMILLA, EFICIENCIAS DE COSECHA

9.1 Aspectos generales

El rendimiento promedio de semilla limpia en trébol rojo es de 119 kg/ha, con un rango comprendido entre 45 y 255 kg/ha. El 80% de los productores obtiene entre 50 y 150 kg/ha de semilla y los rendimientos máximos obtenidos se ubican entre 400 y 500 kg/ha. El 53% de los productores hace cosecha directa, un 8% cosecha en directa, previa aplicación de desecante. El 38 % hace cosecha indirecta, utilizando recolectores de lona (10%), Murphy (3%) y recolector de pinchos un 25%. Los rendimientos promedio en cosecha directa son de 113 kg/ha, con desecante de 111 kg/ha mientras que con cosecha indirecta el promedio se ubica en 121 kg/ha. Las pérdidas de semilla durante la cosecha corresponden a: 10 % al corte, 13 % hilerado, 13 % recolector y 33 % a la cosechadora (García *et al*., 1991).

En trébol rojo, primero florecen los tallos laterales, por tanto las primeras inflorescencias formadas y que maduran antes, se encuentran ubicadas dentro del tapiz, en estratos bajos. En las sucesivas floraciones que se registran en esta leguminosa, las cabezuelas formadas van madurando pau-

latinamente de abajo hacia arriba dentro del tapiz, finalizando con las flores terminales de los tallos. La evolución de la floración y maduración de cabezuelas en un semillero de trébol rojo Estanzuela 116 se muestra en las figuras 24 a 29.

Figura 24. Trébol rojo el 9 de diciembre, con flores en posición terminal de los tallos expuestas y abiertas, e inferiores, dentro del tapiz, madurando.

Figura 25. Trébol rojo el 19 de diciembre,con cabezuelas en posición terminal de los tallos, con flores abiertas, e inferiores fertilizadas recientemente.

Figura 26. Trébol rojo el 26 de diciembre, con una cabezuela originada de un tallo lateral madurando (izquierda), otra con las flores superiores sin polinizar, receptivas y las inferiores polinizadas (derecha).

Figura 27. Trébol rojo el 30 de diciembre, con cabezuelas madurando (izquierda) y a la derecha, parte superior, cabezuela con flores receptivas en el ápice y las flores inferiores fertilizadas, en etapas iniciales de maduración.

En la figura 28 se muestran cabezuelas donde los pétalos están de color marrón claro y el centro de la cabezuela se encuentra aún verde, indicando que el transporte de asimilatos hacia las semillas se encuentra aún activo. Cortes en este estado determinan semillas de bajo peso, donde muchas de ellas se encuentran en etapas iniciales y medias de llenado con asimilatos.

La figura 29 muestra una cabezuela madura, de color marrón oscuro, donde el centro de la misma presenta coloración marrón

Figura 28. Trébol rojo el 4 de enero con cabezuelas madurando.

Figura 29. Trébol rojo el 9 de enero con cabezuelas maduras, en un estado donde se deben iniciar los operativos de cosecha.

sin tonalidades verdes. En esta el transporte de asimilatos cesó, ya se completó el crecimiento y desarrollo de las semillas. Las cabezuelas presentan color marrón sin tintes excesivamente oscuros, negruzcos. En este estado las flores individuales de la cabezuela están firmemente adheridas, aspecto que se corrobora tratando de desprender las flores con la mano de la cabezuela. En este estado se debería comenzar con los operativos de corte, donde el riesgo de desprendimiento de las flores es bajo.

Trébol rojo en primavera acumula varias tandas de cabezuelas, que van aumentando temporalmente su número (figura 30) y que difieren en grado de madurez, ubicándose las que presentan mayor grado de madurez abajo, dentro del dosel foliar.

Si las cabezuelas no se dejan madurar excesivamente (que no pasen de color marrón intenso a presentar tintes negruzcos), especialmente las inferiores, trébol rojo es de las leguminosas que en condiciones normales presenta menores riesgos de desgrane. Frecuentemente, especialmente en semilleros de segundo año, en situaciones de polinización eficiente, se puede llegar a porcentajes de cabezuelas maduras elevados, sin que se inicie desgrane (figura 31).

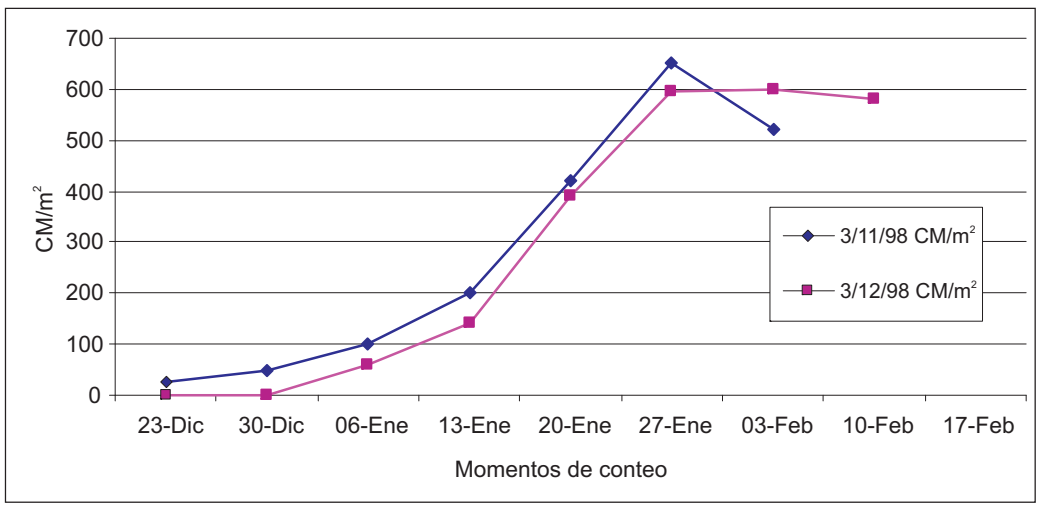


Figura 30. Evolución de la acumulación de cabezuelas maduras por metro cuadrado (NCM/m^2) durante diciembre, enero e inicio de febrero, (Batto y Coll, 1999).

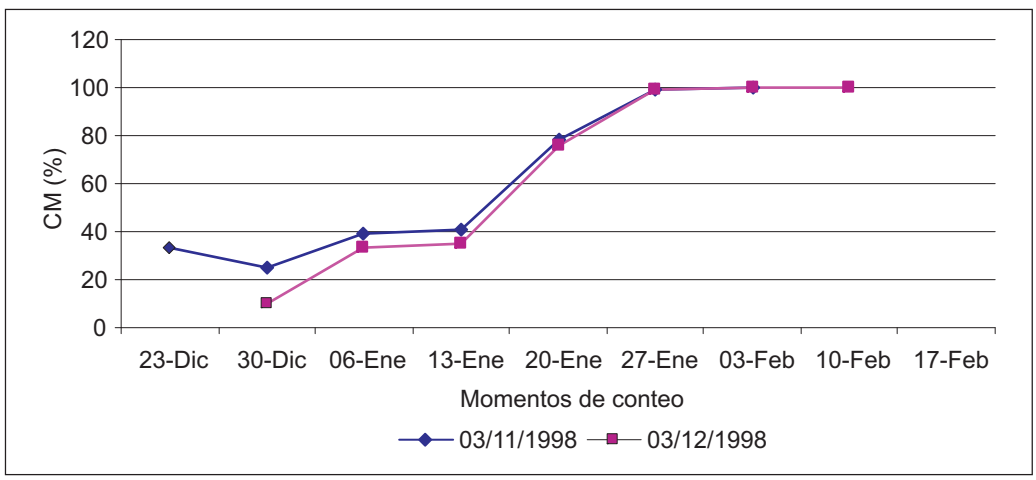


Figura 31. Evolución de los porcentajes de cabezuelas maduras en el tiempo, (Batto y Coll, 1999.

Este atributo facilita la cosecha, puesto que permite incrementar el número de cabezuelas acumuladas en el semillero, durante determinados períodos, 20 a 30 días, según condiciones de ambiente, sin incurrir en riesgos altos de pérdidas de cabezuelas o flores, siempre y cuando se respete no dejar madurar en exceso las cabezuelas. Este atributo diferencia a trébol rojo de trébol blanco. Es importante tener en cuenta que las cabezuelas posicionadas dentro de la masa vegetal son las primeras en madurar y que en semilleros con abundante cantidad de forraje acumulado, principalmente los de primer año y especialmente los sembrados tarde en otoño o en invierno, son las inflorescencias que primero se deterioran, pudiendo disgregarse las flores que las componen. Por otra parte, si el ambiente es húmedo, en tapices cerrados, las semillas pueden germinarse en las cabezuelas.

Sin embargo, el hecho que trébol rojo de por mayores períodos la posibilidad de no tener desgrane, o éste ser bajo, otorgando mayor flexibilidad en el tiempo para iniciar los operativos de cosecha, debe tenerse presente que cuando las cabezuelas maduran excesivamente, las pérdidas de semilla pueden registrarse con magnitudes importantes, (cuadro 29, en rojo).

Para el cierre del 30 de agosto, entre el 7 y 28 de febrero el semillero mantuvo los rendimientos de semilla por 21 días. El 2 de marzo, las precipitaciones registradas, 38 mm, sobre cabezuelas excesivamente maduras, originó importantes pérdidas de semilla, 249 kg/ha. En el año que se cerró el 30 de octubre, entre el 7 y 20 de febrero, los rendimientos disminuyeron marcadamente como consecuencia de lluvias. La información mostrada corrobora que trébol rojo da mayor flexibilidad de inicio de cosecha que otras leguminosas, pero también hay límites, cabezuelas excesivamente maduras pueden originar pérdidas de cosecha importantes en condiciones que se registren precipitaciones importantes. También estas cabezuelas excesivamente maduras, en situaciones que se realiza cosecha indirecta, durante los operativos de corte, pueden disgregarse en porcentajes elevados y consecuentemente, las flores caen al suelo y el recolector no las levanta.

En apartados previos se hizo mención que los semilleros de primer año tienen mayor facilidad de generar brotes a partir de la corona que los de segundo año y que además, cuanto más se atrase la siembra de otoño a invierno, trébol rojo presenta una capacidad de generación de emitir brotes desde la corona, a fin de primavera y verano, muy superior comparativamente con siembras de marzo abril. Esta emisión de brotes de la corona, generan una abundante masa vegetativa, foliosa, densa, que puede dificultar en forma importante, tanto la polinización, como los operativos de cosecha. Las plantas de segundo año, que generalmente presentan sus raíces deterioradas por ataques de hongos, *Fusarium* sp., etc., tienen un comportamiento más determinado, se forman menos brotes basales de la corona, en general los tapices presentan menor densidad de forraje, son mas aereados y facilitan la cosecha. En este sentido, la frecuencia de poder realizar cosechas directas con o sin desecante en trébol rojo de segundo año, es muy superior a los de primer año.

Cuadro 29. Incidencia de cuatro momentos de cosecha en trébol rojo Estanzuela 116, en dos fechas de cierre, correspondientes a dos experimentos realizados en años diferentes.

Fechas de muestreo	Fechas de cierre	
	30 de agosto	30 de octubre
7 de febrero	360 a	421 a
20 de febrero	354 a	238 b
28 de febrero	371 a	205 b
2 de marzo	122 b	144 c

Dentro de cada cierre, letras diferentes indican diferencias significativas al 5%.

9.2 Evaluación de métodos de cosecha

Sobre un semillero de trébol rojo se evaluaron pérdidas de semilla en dos métodos de cosecha aplicados, directa e indirecta, sobre la primera floración y cosecha del mismo. Por tratarse de un semillero de segundo año, la estructura del tapiz y el estado de madurez de las cabezuelas, indicaban a priori como más apropiado realizar una cosecha directa. Las pérdidas de semilla, flores y cabezuelas se evaluaron colectando dicho material mediante succionadoras. La cosecha directa se realizó sin y con aplicación de desecante (Paraquat, 3 litros/ha). En la indirecta se cortó de noche mediante pastera de dos tambores PZ y posteriormente con las gavillas secas se recogió el forraje mediante cosechadora provista de recolector con bandas de goma. La cosechadora utilizada fue una New Holland 1430. El semillero presentaba las cabezuelas excesivamente maduras, aspecto que se visualizaba por la facilidad con que las inflorescencias dentro del tapiz se disgregaban y trillaban frotándolas con la mano. El experimento se ubicó en un sector del semillero, éste tenía una superficie de 20 hectáreas y el excedente de superficie se cosechó en forma indirecta, utilizando la misma pastera y cosechadora con recolector que el experimento. La acumulación de forraje a cosecha del TR fue de 3800 kg MS/ha.

El rendimiento de semilla limpia antes de iniciar los operativos de cosecha era de 317 kg/ha. En cosecha directa sin desecante el cultivo rindió 255 kg/ha, valor significativamente superior (P<0,01) a los 83 kg/ha cosechados en forma indirecta, cuadro 30.

En la cosecha directa, los 255 kg/ha de semilla obtenidos, significan una eficiencia de cosecha del 80%, puesto que se perdió un 20% de semilla por hectárea, valor equivalente a 62 kg/ha de semilla. Las pérdidas de semilla evaluadas se discriminaron de la siguiente forma: 47 % que significan 29 kg/ha quedaron como cabezuelas sin levantar, estas se desprendieron de los tallos o se encontraban en tallos quebrados sobre el suelo, 39 % que corresponde a 24 kg/ha se perdieron por la zaranda y sacapaja y un 14 % que implican 9 kg/ha se perdieron por otras causas. Cuando se cosechó en forma directa, con aplicación previa de desecante, se cosecharon 220 kg/ha, disminución que se explica principalmente por la pérdida de cosecha originada por las cubiertas del tractor, 0,96 m cada 12 m de ancho de la barra de aspersión.

En la cosecha indirecta las pérdidas fueron de: 234 kg/ha, que implicaron un 73,8 %, es decir, se perdió más semilla que la cosechada, 83 kg/ha, que equivale apenas a un 26 %. Por tratarse de un semillero con cabezuelas muy maduras, fácilmente desintegrables, la pastera de tambores, pese a que se utilizó en la noche, determinó pérdidas de 142 kg/ha, (61 %), por desintegración de cabezuelas durante el corte. Este valor, técnicamente indica que semilleros con cabezuelas de fácil desintegración, deben cosecharse en directa. Semillas que quedaron sin levantar en chacra, dentro de cabezuelas o de flores disgregadas representaron 22 kg/ha, (9 %), en tanto las pérdidas del recolector fueron de 48 kg/ha, (6 %), mientras que 8 kg/ha se atribuyen a causas desconocidas, (3 %).

Cuadro 30. Rendimientos de semilla y pérdidas de semilla (kg/ha), cuantificados en un semillero de trébol rojo, cosechado en directa y en forma indirecta.

Tratamientos	Semilla (kg/ha)	%
Rendimiento potencial	317	100
Cosecha directa	255	80
Cosecha directa + Paraquat	220	69
Cosecha indirecta. Pastera de tambores	83	26
Cosecha indirecta. Pastera de doble cuchilla	133	42
MDS P<0,05	**38**	

Cuando se cosechó en forma indirecta, pero el corte se realizó con una pastera de doble barra de cuchillas de movimiento alternativo, el rendimiento aumentó (133 kg/ha) significativamente (P<0,05) con relación a la pastera de tambores (cuadro 30).

Los resultados comentados, resaltan la importancia de no dejar madurar excesivamente las cabezuelas de trébol rojo, al estado de fácil disgregación. Si por determinadas razones se llega a ese estado en las inflorescencias, el método de cosecha a seleccionar debería ser la cosecha directa.

9.2.1 Consideraciones generales

Con relación a la elección del método de cosecha en semilleros de trébol rojo:

a) Un primer aspecto a considerar es la cantidad de forraje acumulado a cosecha y dentro de éste, la masa de forraje vegetativa y la densidad de la misma, aspecto que se relaciona con la facilidad de secado por aereación, especialmente en semilleros de primer año. Cuando hay alta cantidad de forraje vegetativo, debe preferenciarse la cosecha indirecta; con baja acumulación, 3500 kg MS/ha o menos y sobre todo en semilleros de segundo año, con bajo volumen de forraje vegetativo y baja densidad de tapiz, se puede optar por la cosecha directa, sin o con aplicación de desecante.

b) Otro aspecto a definir es la población de cabezuelas objetivo. En trébol rojo, la primera camada de inflorescencias puede muchas veces tener muy bajo número de semillas por cabezuela. En otras situaciones, períodos nublados, con mucho viento, lluvias, no permiten trabajar eficientemente a los polinizadores y puede ocurrir que poblaciones de cabezuelas, producidas en etapas intermedias del período de floración estén mal polinizadas, con poca semilla. Por tanto, a nivel de semillero, mediante trilla de cabezuelas manual, se debe identificar la población de cabezuelas objetivo, que es aquella que va a determinar en mayor magnitud el rendimiento de semillas a obtener.

c) Identificadas las inflorescencias objetivo, se debe monitorear a las mismas, para que no se maduren excesivamente dentro del semillero (ver figura 29), al punto que se desintegren fácilmente a mano. Debe tenerse mayor precaución en semilleros de primer año, o localizados en suelos fértiles y húmedos, es decir, aquellos que tengan acumulado mucho forraje, sobre todo si predomina forraje vegetativo, folioso, de alta densidad en el tapiz, baja capacidad de aereación, exceso de humedad dentro del mismo, puesto que el proceso de deterioro de las cabezuelas se intensifica en éstas situaciones. Debe hacerse un seguimiento en la maduración de las inflorescencias objetivo, dejando que avance algo más la maduración si se va a cosechar en directa, o, proceder a cortar con forraje humedecido, cuando las cabezuelas presenten un aspecto similar a las mostradas en la figura 29. Cuando se hace cosecha indirecta, debe tenerse presente que con cabezuelas excesivamente maduras, muy fácilmente trillables a mano, durante el corte se producen pérdidas muy importantes de semilla por desintegración de las mismas (cuadro 30).

d) La disponibilidad actual de cosechadoras con plataforma copiadoras de terreno, usualmente utilizadas en soja, en situaciones de semilleros con muy alto volumen de forraje y con chacras relativamente bien niveladas, pueden cortarse con pasteras de platos provistas con tabla hileradora que separe un corte del siguiente, lo que facilita un secado más rápido del forraje al no formarse gavillas de alto volumen. Posteriormente se recoge el forraje mediante la plataforma baja, operando el molinete como recolector, armónicamente sincronizada su rotación con la velocidad de avance de la cosechadora.

9.3 Eficiencias de cosecha

Se relevaron 12 chacras cosechadas con cosecha directa y 12 con cosecha indirecta, discriminándose los métodos de cosecha según la edad de los semilleros, de primer y segundo año y agrupándose además, en los que presentaban acumulaciones importantes de forraje (más de 4000 kg MS/ha) y los que acumularon menos, que generalmente tenían

Cuadro 31. Resultados promedios de cosecha de trébol rojo a escala comercial.

Métodos	RPC (kg/ha)	S (kg/ha)	Ef C	Pérdidas
1. CD. A-A	598	91	16,5	CST
1. CD. BA	244	116	47,5	CST
1. CI. A-A	601	289	48,0	PT, CZ
1. CI. BA	276	155	56,1	PT
2. CD. A-A	399	182	45,6	CD
2. CD. BA	288	173	60,0	CD
2. CI. A-A	487	202	41,4	PT, CZ
2. CI. BA	294	118	40,1	PT, CD

RPC. kg/ha= rendimiento de semilla pre cosecha. S kg/ha= semilla limpia cosechada en kg/ha. Ef C= eficiencia de cosecha. Pérdidas= Indica donde se produjeron las pérdidas de semilla superiores. CST=cabezuelas sin trillar. PT=pastera de tambores. CZ=caja de zarandas. CD=cabezuelas disgregadas. A-A= alta acumulación de forraje; BA= baja acumulación.1 y 2= edad del TR, primer y segundo año.

entre 2000 y 3000 kg MS/ha. Los resultados promedios se muestran en el cuadro 31, resaltándose que el año de muestreo, coincidió con condiciones de ambientales favorables para obtener buenas producciones de semilla de trébol rojo.

Los resultados promedios indican en general eficiencias de cosecha superiores en TR comparativamente con trébol blanco. Los semilleros de alta acumulación de forraje, presentaron mayores potenciales de producción de semilla. En semilleros de primer año, la cosecha indirecta posibilitó la obtención de mayores rendimientos de semilla limpia por hectárea. La cosecha directa en situaciones de alta cantidad de forraje acumulado en el primer año, determina bajas eficiencias de cosecha y rendimientos de semilla bajos (cuadro 31).

En semilleros de segundo año, los mayores rendimientos con alta acumulación de forraje se obtuvieron con cosecha indirecta, mientras que con baja acumulación, se registraron con cosecha directa.

En cosecha directa en el primer año, la pérdida de rendimiento más importante se originó por las cabezuelas sin trillar que pasan por la cosechadora y se pierden por cola de máquina. En cosecha indirecta, las pasteras de tambores fueron la causa principal de pérdidas, puesto que en general los semilleros se cortaban con cabezuelas excesivamente maduras y frecuentemente el corte se hacía de día, con forraje seco. En estas situaciones se puede concluir que el factor principal de pérdida de eficiencia de cosecha no fueron las pasteras de tambores, sino las cabezuelas excesivamente maduras. La caja de zarandas fue el segundo factor en importancia en determinar pérdidas de cosecha. Sobre las mismas se forma una capa gruesa de flores, restos de cabezuelas, que se desplazan con mucha dificultad y muy lentamente hacia la cola de la cosechadora, cayendo muchas semillas que no logran pasar a la parte inferior de la caja de zarandas. Generalmente, en las situaciones que éstas pérdidas fueron más importantes, coincidían con cosechadoras de alta capacidad de trilla, que cosechan a mayor velocidad de avance, que la capacidad de limpieza que logra hacer la caja de zarandas.

En semilleros de segundo año, nuevamente las inflorescencias muy maduras, de fácil desintegración fueron la causa principal de pérdidas de semilla en cosecha directa, mientras que en la indirecta, las pasteras de tambores, caja de zarandas y cabezuelas de fácil desintegración fueron los factores principales.

10. CONTROL DE ENFERMEDADES Y PLAGAS

Las enfermedades de hoja y tallo disminuyen significativamente la capacidad fotosintética de las plantas, afectan la translocación de fotoasimilatos a través del tallo y

provocan la caída prematura de hojas, determinando mermas en la cantidad y calidad de forraje, así como en los rendimientos de semilla, Altier (1996). En semilleros de trébol rojo, luego del cierre para semillas, la incidencia (porcentaje de plantas enfermas sobre el total evaluado) fue de 7 a 100 % en hoja y 3 a 100 % en tallo, mientras que la severidad (en hoja, escala de 0 a 7 y en tallo de 0 a 4) fue para hoja de 0,1 a 5,3 y en tallo de 0 a 3,5, (Jorajuría y Rando, 1995). Con respecto a los géneros de hongos patógenos de hoja y tallo en trébol rojo, Altier (1996) cita a: *Leptosphaerulina, Stemphyllium, Colletotrichum, Phoma, Cercospora, Kabatiella, Uromyces* y *Peronospora*. La misma autora, para trébol rojo incluye la siguiente lista de virus: del mosaico de alfalfa (AMV), del mosaico de trébol blanco (WCMV), del mosaico amarillo del poroto (BYMV), con una incidencia aproximada del orden del 80 %, virus de la nervadura amarilla del trébol (CYVV) con incidencia del entorno de 65 %, y virus del mosaico amarillo del trébol (CYMV) con incidencia de 35 %, resaltando que la mayoría de las plantas dieron positivo para más de un virus, con infecciones dobles y triples. La transmisión puede ser por semilla, insectos, pulgones, nematodos, hongos, cuscuta y en forma mecánica; persistiendo en semillas, plantas vivas y otros vectores (Altier, 1996).

El manejo para producción de semilla implica que la pastura entre el cierre al pastoreo y la cosecha de semillas tenga un período de crecimiento imperturbado prolongado. Este período coincide con el de mayor potencial de crecimiento de la especie, razón por la cual, si las condiciones de ambiente, temperatura y humedad son favorables para crecimiento, es factible que se acumulen grandes cantidades de forraje. En estas condiciones, también pueden registrarse ataques importantes de enfermedades y plagas.

Con el objetivo de cuantificar en forma preliminar el impacto que podría tener sobre la producción de semilla la aplicación sistemática de fungicidas y/o insecticidas se realizaron tres experimentos entre 1990 y 1993, localizados dentro de semilleros fundación de trébol rojo Estanzuela 116.

Se utilizaron dos mezclas que se alternaron cada 30 días: benlate al 50 % (1kg/ha PC = producto comercial), o Tilt al 25 % (0,5 l/ha PC) siempre mezclados uno u otro con Dithane al 45 % (2 kg/ha PC).

Cada 30 días, desde septiembre a la cosecha se aplicó Dimilin al 25 % (1kg/ha PC) más Zolone al 30 % (2,5 kg/ha PC) y a partir de octubre se agregó además Thiodan al 35 % (1,5 l/ha PC). Las aplicaciones de insecticidas se realizaban a partir de las 19 horas.

Se evaluaron cuatro tratamientos: un testigo (T) sin aplicación de agroquímicos, solamente aplicación de fungicidas (F), o insecticidas (I), o aplicaciones de fungicidas e insecticidas (FI).

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 32.

En el trébol rojo - 1 de primer año, los agroquímicos no modificaron ninguna de las variables estudiadas (cuadro 32). Los bajos rendimientos de semilla registrados se explican por una baja población de polinizadores, consecuencia de la abundante floración que presentaba un cultivo de lotus situado a 250 m.

En los dos semilleros de segundo año, de las variables estudiadas, solamente los rendimientos de semilla y el número de semillas por cabezuela aumentaron en forma importante ($P<0,01$), como consecuencia de la aplicación de insecticidas. Estos determinaron aumentos de 49 y 112 % en los rendimientos de semilla respectivamente para los semilleros de trébol rojo de segundo año. Estos se explican por los incrementos en los números de semillas por cabezuela, originados por el control de la avispita (*Bruchophagus* sp.), cuya larva se desarrolla dentro de la semilla consumiendo el embrión y los cotiledones, (cuadro 32).

A partir de la información recabada se concluye que: a) pueden ocurrir situaciones en que las poblaciones de determinados insectos pueden originar daños económicos muy importantes que justifican plenamente la adopción de medidas preventivas de control, b) los semilleros requieren de un seguimiento adecuado de las poblaciones de insectos con el objetivo de detectar anticipa-

Cuadro 32. Efectos de la aplicación de fungicidas e insecticidas en trébol rojo de primer año, (Formoso, informes internos).

TR-1	(kg MS/ha)		C/m^2 (Nº)		S (kg/ha)
Testigo	3600		340		34
Fungicida	4100		401		45
Insecticida	3200		390		57
Fung. + Insect.	3900		335		29
Significación	NS		NS		NS
TR-2	(kg MS/ha)	C/m^2 (Nº)	S (kg/ha)	S/C (Nº)	PMS (g)
Testigo	5100	475	186b	18,1b	1,99b
Fungicida	6000	387	169b	16,3b	2,11 a
Insecticida	5300	426	241 a	29,9 a	2,09 a
Fung. + Insect.	5900	463	277 a	27,6 a	2,10 a
Significación	NS	NS	P<0,01	P<0,01	P<0,05
TR-2	(kg MS/ha)	C/m^2 (Nº)	S (kg/ha)	S/C (Nº)	PMS (g)
Testigo	4800	725	251b	14,7b	1,85
Fungicida	5200	750	288b	19,2b	1,86
Insecticida	4600	808	534a	33,0a	1,81
Fung. + Insect.	4400	781	505a	34,2a	1,89
Significación	NS	NS	P<0,01	P<0,01	NS

kgMS/ha= rendimiento de forraje a cosecha. N°C/ m^2= número de cabezuelas. S= rendimiento de semilla en kg/ha. N°S/C= número de semillas por cabezuela. PMS=peso de mil semillas en g. TR-1 y TR-2= trébol rojo de primer y segundo año.

damente eventuales problemas que puedan implicar daños económicos.

Con relación a plagas, Alzugaray (1991, 2004) hace una reseña de las plagas que originan daños en trébol rojo. Con avispita, Bruchophagus gibbus, las larvas, una por semilla, se alimentan de los cotiledones y terminan ocupando el lugar del embrión, dentro del tegumento. Una vez que la larva completa su desarrollo abre un orificio en el tegumento y sale al exterior. La semilla con orificio, es el síntoma que se visualiza en el campo. En las figuras 32 a 35, se muestran diversos aspectos relacionados con avispita.

Figura 32. Avispita de las leguminosas. Adulto y semilla con avispita adentro.

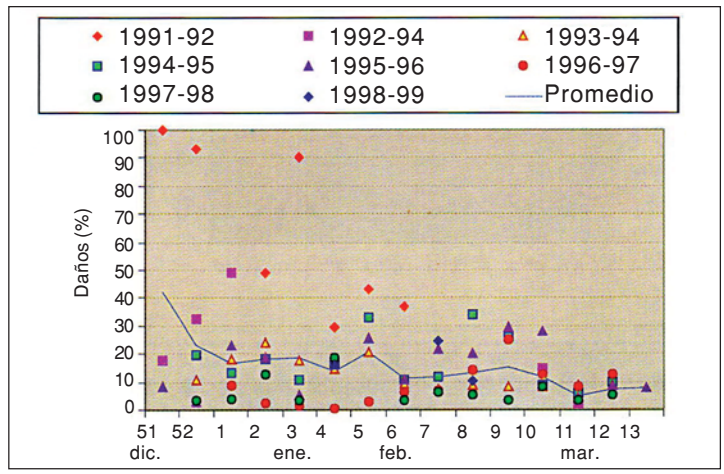


Figura 33. Daño producido por avispita en trébol rojo. En la horizontal, 1 significa primer semana de enero, 52, última de diciembre (Alzugaray, 2004).

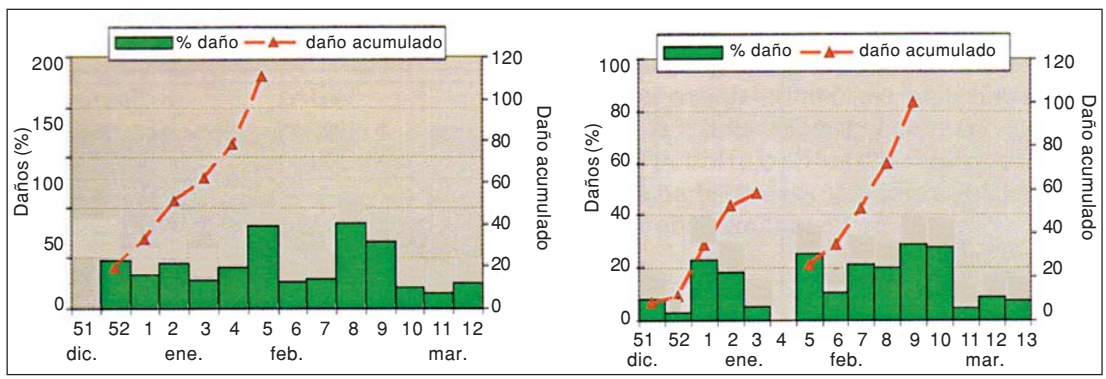


Figura 34. Evolución semanal de la pérdida de semilla por avispita, zafras 1994-95 y 1995-96 en INIA La Estanzuela (Alzugaray, 2004).

Con relación al control, Alzugaray, (2004) sugiere medidas preventivas, acciones para disminuir infestaciones de un año a otro, como: limpieza de rastrojos, eliminación de plantas guachas, tratamientos de insecticidas al suelo durante invierno con suelo húmedo. De acuerdo con Pippolo, (1998), fosforados, carbamatos y clorados han mostrado buen control.

Otra de las plagas a tener en cuenta en semilleros de leguminosas son los pulgones, principalmente por ser agentes transmisores de virus (Alzugaray, 2004; Altier, 1996).

Epinotia aporema Wals es una mariposa que pasa el invierno como larva activa en praderas de leguminosas. En primavera al comenzar la floración de las leguminosas, el número de larvas incrementa registrándose entre 3 y 4 generaciones, (Zerbino y Alzugaray 1991). Las larvas con aparato bucal masticador se alimentan de brotes foliares y florales, se ubican dentro de los brotes y pegan flores y folíolos con tela (figura 37).

Para una secuencia de años importante, en la figura 38 se muestra la evolución de las poblaciones en INIA La Estanzuela.

Los ataques de Epinotia se producen cuando el semillero esta en floración, razón por la cual se debe tener especial precaución en el uso de agroquímicos que no dañen a los polinizadores. En la figura 39 se muestran resultados de diversos productos utilizados para el control de Epinotia (Zerbino y Alzugaray, 1991).

Existen insecticidas con altos porcentajes de control en períodos cortos de tiempo,

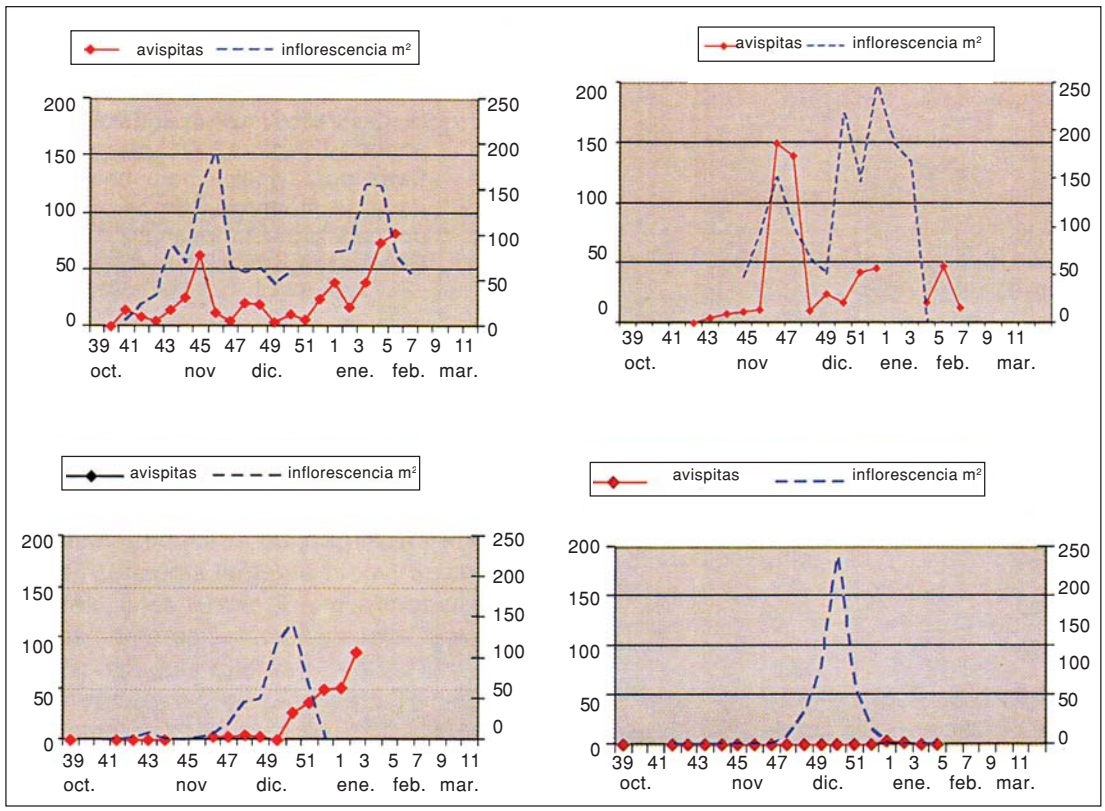


Figura 35. Capturas de avispita en muestreos con red entomológica en semilleros de trébol rojo. INIA La Estanzuela (Alzugaray, 2004).

Figura 36. Pulgón parasitado (Alzugaray, 2004).

que pierden residualidad rápidamente y otros que necesitan más tiempo para alcanzar elevados porcentajes de control (figura 39).

Actualmente, con buenos resultados en el control de *Epinotia* en soja, se cuenta con Metoxifenocide (Intrepid), no tóxico para abejas.

Apion simples y *Halticus pygmaeus* son insectos hospederos de trébol rojo, aunque los niveles de daños detectados son muy inferiores a los descriptos en trébol blanco, sin embargo, debería hacerse un seguimiento de los mismos a los efectos de evitar eventuales incrementos en los niveles de daño.

11. CONTROL DE MALEZAS

En semilleros de trébol rojo las aplicaciones de herbicidas se deben realizar entre fines de otoño e invierno, a efectos de que las malezas presenten menor tamaño, logrando así mayor eficiencia de control. En ocasiones puede ser necesario aplicar en primavera, se recomienda al cierre del semillero, luego del pastoreo o de un corte. En esa situación es muy importante ajustar la recomendación, porque es la última oportunidad de control hasta el otoño siguiente, ya que no se recomiendan aplicaciones de me-

Figura 37. Adulto hembra (izquierda), macho (derecha) y larva de Epinotia aporema en cabezuela de trébol rojo (centro) (Alzugaray, 2004).

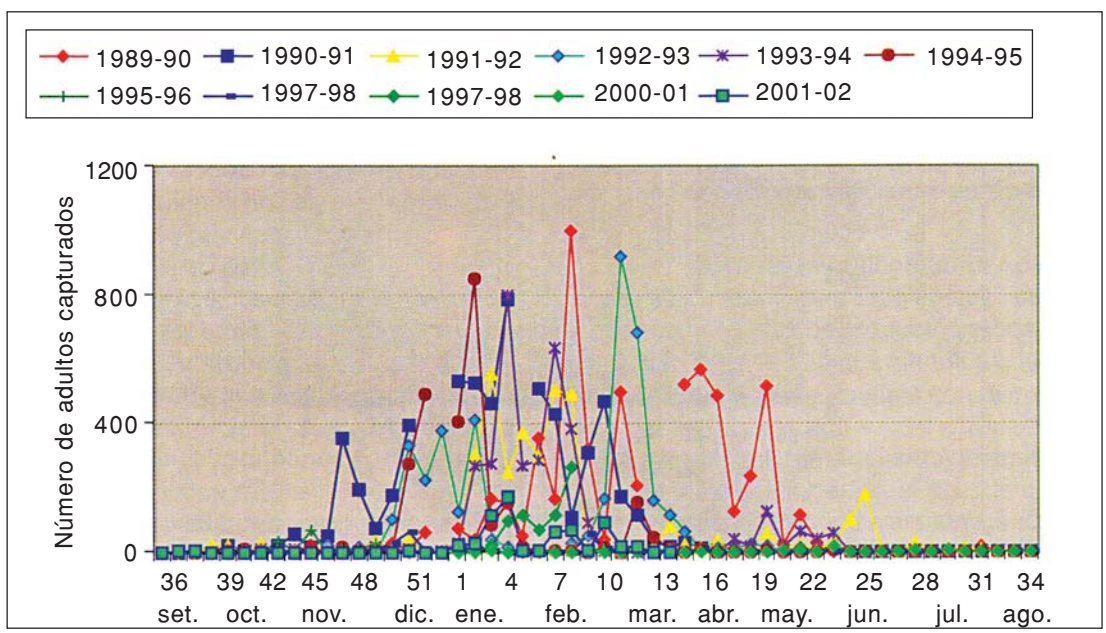


Figura 38. Capturas semanales de adultos de Epinotia en trampa de luz negra. INIA La Estanzuela, 1989-2002 (Alzugaray, 2004).

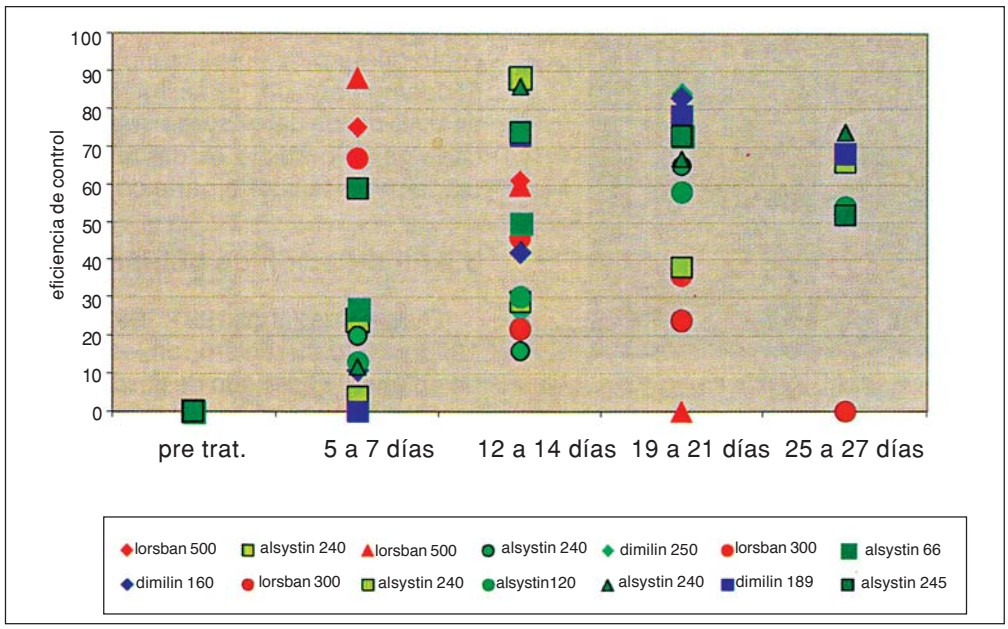


Figura 39. Eficiencia de control de Epinotia por diferentes insecticidas en distintos experimentos (Zerbino y Alzugaray, 1991).

diados de primavera o verano, para evitar daños irreversibles en el semillero.

En el cuadro 33 se presentan las recomendaciones de control para esta leguminosa.

Con relación al control de raigrás, se aconseja rotar los graminicidas mediante el uso de diferentes ingredientes activos, a efectos de no generar resistencia en esta gramínea con aplicaciones sucesivas de un mismo herbicida.

Cuadro 33. Recomendaciones de control de malezas latifoliadas en semilleros de trébol rojo. (Ríos, 2007).

Herbicida	Dosis kg ia/ha	Consideraciones	Sintomatología de daño en trébol rojo*
Bromoxinilo	0,36 a 0,72	Espectro amplio de control, malezas pequeñas	Q
MCPA	0,4 a 0,6	Mayor dosis con malezas desarrolladas protegiendo a la leguminosa	R
MCPA + bromoxinil	0,4+0,36 a 0,6 + 0,72	Mejor control de malezas de mayor tamaño, especialmente crucíferas.	R + Q
2,4-DB ester	1,0 a 1,3	Buena espectro de control, especialmente *Carduus spp, Circium vulgare, Rumex spp., Polygonum aviculare, Polygonum convolvulus* No controla crucíferas.	R
Flumetsulam	0,03 a 0,072	*Echium plantagineum, Rumex spp, Circium vulgare, Carduus spp, Silene gallica, Brassica spp., Raphanus spp, Rapistrum spp., Ammi spp., Anthemis cotula, Stellaria media, Stachys arvensis.* Aún con la dosis mayor puede ser limitado el control de crucífera de mayor tamaño Tiene efecto residual.	D
Flumetsulam + 2,4-DB ester	0,03 + 1,0 a 0,072 + 1,3	Sumatoria del control de los dos activos, no controla *Anthemis cotula.* Tiene efecto residual.	D + R
Clorimuron	0,005 a 0,0075	Espectro amplio de control, malezas chicas	D + C
Imazetapir	0,05 a 0,07	Control de gramíneas y latifoliadas que no superen las tres a cuatro hojas, efecto residual.	D

*C=clorosis D=detención de crecimiento. Q= quemado de folíolos. R=retorcimiento de folíolos.

Cuadro 34. Algunas alternativas de graminicidas para el control de gramíneas anuales selectivos para las leguminosas. (Ríos, 2007).

Herbicida	Dosis ia/ha
Clethodim	0,1 a 0,175
Diclofop metilo	0,568 a 1,136
Fenoxaprop-p-etil	0,88 a 1,54
Fluazifop-p-butil	0,14 a 0,21
Haloxifop metil	0,07 a 0,9
Propaquizafop	0,8-1,0
Setoxidim	0,18 a 0,23

12. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

AITIKEN, Y. 1964. Flower initiation in pasture legumes: IV. flower initiation in *Trifolium pratense* L. Australian Journal of Agricultural Research 15:21-36.

ALTIER, N. 1987. Uso de curasemillas en leguminosas forrajeras. In: Día de Campo Pasturas, Carne, Leche, Lana (1987, La Estanzuela, Colonia, UY). p. 5-7.

ALTIER, N.; PASTORINI, D. 1988. Curasemillas en leguminosas forrajeras: efecto sobre los rizobios. Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela. Hoja de Divulgación Nº 74.

ALTIER, N. 1996. Enfermedades de leguminosas forrajeras, diagnóstico, epidemiología y control. In Díaz M., ed. Manejo de enfermedades en cereales de invierno y pasturas. Montevideo, INIA. Serie Técnica Nº 74. p. 87-104.

ALZUGARAY, R. 1991. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. Montevideo, INIA. Boletín de Divulgación Nº 10.

ALZUGARAY, R.; RIBEIRO, A.; ZERBINO, M.S.; MORELLI, E.; CASTIGLIONI, E. 1998. Situación de los insectos del suelo en Uruguay. In Mesa Redonda sobre Insectos Plaga Edafícolas (5., 1998, Puebla de Zaragoza, MX). Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos: memorias. Ed. M.A. Morón; A. Aragón. Puebla de Zaragoza, Sociedad Mexicana de Entomología/Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. p. 151-164.

ALZUGARAY, R. 2004. Daños por insectos en la producción de semillas de leguminosas forrajeras: avispita, epinotia, apion, míridos. Montevideo, INIA. Serie Técnica Nº 141.

BAO, L.; MAESO, D.; ALTIER, N. 2005. Enfermedades virales del trébol rojo en Uruguay: avances de la investigación en el período 1994-2004. Montevideo, INIA. Serie Técnica no. 150.

BATTO LINDSAY, M.A.; COLL ZOPPIS, F. 1999. Efecto de diferentes fechas de cierre en la floración y producción de semilla de trébol rojo Estanzuela 116. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía.

BELZILE, L. 1990. Influence des cultivars et des stades de prélèvement de la première pousse sur la production de semence de trèfle rouge. Canadian Journal of Plant Science 70:1071-1080.

BELZILE, L. 1991. Effect des types de sol sur la production de semence du trèfle rouge. Canadian Journal of Plant Science 71:1039-1046.

BELZILE, L. 1994. Rendement potentiel en semence l'année du semis de cultivars de trèfle rouge. Canadian Journal of Plant Science 74:807-809.

BIRD, J.N. 1944. Seed setting in red clover. Journal of the American Society of Agronomy 36:346-357.

BOUET, S.; SICARD, G. 1997. *Trifolium pratense* L. (red clover) in France. In Fairey, D.T.; Hampton, J.G. ed. Forage seed production: temperate species. Wallingford, CAB International. p. 377-383.

BOWLEY, S.R.; TAYLOR, N.L.; DOUGHERTY, C.T. 1984. Physiology and morphology of red clover. Advances in Agrononomy 37:317-347.

Bowley, S.R.; Taylor, N.L.; Dougherty, C.T. 1987. Photoperiodic response and heritability of the pre-flowering interval of two red clover (*Trifolium pratense*) populations. Annals of Applied Biology 111:455-461.

BUGARIN, G.; SCAGLIONI, C. 1988. Efecto del régimen hídrico sobre la producción de forraje y semilla de lotus, trébol blanco y trébol rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía.

BULA, R.J. 1960. Vegetative and floral development in red clover as affected by duration and intensity of illumination. Agron. J. 52: 74-77.

BULA, R.J. 1969. Role of low temperature exposure in floral development of red clover (*Trifolium pratense* L.) ecotypes. Crop Science 9:82-84.

BUTLER, C.G.; FREE, J.B.; SIMPSON, J. 1956. Some problems of red clover seed pollination. Annals of Applied Biology 44: 664-669.

CARÁMBULA, M. [1981?]. Algunas particularidades de las principales leguminosas en producción de semillas de plantas forrajeras. In Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. p. 463-498.

CASTAÑO, J.A. 1993. Producción de semilla de trébol rojo [*Trifolium pratense*]. Enfoques del Sudeste (Mar del Plata) 2:13-14.

CHRISTIE, B.R.; CHOO, T.M. 1990. Effect of harvest time and Alar-85 on seed yield of red clover. Canadian Journal of Plant Science 70:869-871.

CIAAB *(Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", UY). 1973. Manejo de polinizadores en semilleros de leguminosas forrajeras. La Estanzuela, MGA. Boletín de Divulgación Nº 21.

CLIFFORD, P.T.P. 1974. Influence of inter- and intra-row spacing on components of seed production of tetraploid red clover 'Grasslands Pawera'. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 2:261-263.

CLIFFORD, P.T.P. 1979. The effect of closing date on seed production of red clover cultivars. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 7: 369-374.

CLIFFORD, P.T.P.; ANDERSON, A.C. 1980. Red clover seed production - research and practice. In Conference (1979, Canterbury, NZ). Herbage seed production: proceedings. Ed. M.D. Hare; J.L. Brock. Palmerston North, New Zealand Grassland Association. Grassland Research and Practice Series no.1. p. 76-79.

CLIFFORD, P.T.P.; SCOTT, D. 1989. Inflorescence, bumble bee, and climate interactions in seed crops of a tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.). Journal of Applied Seed Production 7:38-45.

CORBELLA, E.; PIERONI, S.; VISCA, J.; ALEMÁN, R. 1995. Manejo de colonia de abejas melíferas en la polinización de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.). Montevideo, INIA. Boletín de Divulgación Nº 52.

CUITIÑO DE VEGA, M. J. 1999. Evaluación de parámetros de selección indirectos en la producción de semilla de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía.

CUMMING, B.G. 1959. The control of growth and development in red clover (*Trifolium pratense* L.): recording and analysis of developmental patterns in morphogenesis. Canadian Journal of Plant Science 39: 9-24.

CUMMING, B.G. 1959. The control of growth and development in red clover: II. light, temperature, and the influence of growth regulators. Canadian Journal of Botany 37:1027-1048.

CUMMING, B.G. 1959. The control of growth and development in red clover (*Trifolium pratense* L.): III endogenous diffusible auxin. Canadian Journal of Botany 37:1049-1062.

DADE, E. 1966. Effects of clipping on red clover seed yields and seed-yield components. Crop Science 6:348-350.

FAIREY, D.T.; GRIFFITH, S.M.; CLIFFORD, P.T.P. 1997. Pollination, fertilization and pollinating mechanisms in grasses and legumes. In Fairey, D.T.; Hampton, J.G. ed. Forage seed production: temperate species. Wallingford, CAB International. p. 153-179.

FERGUS, E.N.; HOLLOWELL, E.A. 1960. Red clover. Advances in Agronomy 12: 365-436.

FORDE, M.B.; HAY, M.J.M.; BROCK, J.L. 1988*. Development and growth characteristics of temperate perennial legumes. In Trilateral Workshop (1988, Honolulu, HI, USA). Persistence of forage legumes. Ed. G.C. Marten; [*et al.*]. Madison, ASA. p. 91-109.

FORMOSO, F., ALLEGRI, M. 1980. Comportamiento de leguminosas en suelos arenosos, pesados e hidromórficos. En: Leguminosas en la región noreste. CIAAB La Estanzuela. Miscelánea Nº 21. p 1-8.

FORMOSO, F. 1984. Efectos de curasemillas en la implantación de especies forrajeras. Investigaciones Agronómicas (Montevideo) 5:14-17.

FORMOSO, F. 1990. Efecto de la densidad y época de siembra en la producción de semillas de trébol blanco y rojo. In Jornada Ganadera: Día de Campo Pasturas, Carne, Leche, Lana (1990, La Estanzuela, Colonia, UY). INIA. Resultados Experimentales Nº 31. p. 4.

FORMOSO, F. 1992. Producción de semillas de especies forrajeras. In Jornada de Forrajeras y Producción de Semilla Fina (1992, La Estanzuela, Colonia, UY). INIA. p 23-24.

FORMOSO, F. 1995a*. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In Seminario Técnico (1995, Tacuarembó, UY). Producción y manejo de pasturas. Ed. D.F. Risso; E. J. Berretta; A. Morón. Montevideo, INIA. Serie Técnica Nº 80. p. 1-19.

FORMOSO, F. 1995b*. Producción de semilla de especies forrajeras. In Seminario Técnico (1995, Tacuarembó, UY). Producción y manejo de pasturas. Ed. D.F. Risso; E. J. Berretta; A. Morón. Montevideo, INIA. Serie Técnica Nº 80. p. 85-92.

FORMOSO, F.; SAWCHIK, J. 2000. Producción de semillas de leguminosas con riego. In Jornada de Cultivos de Verano (2000, La Estanzuela, Colonia, UY). Tecnología de producción de cultivos y pasturas bajo riego. INIA. Serie Actividades de Difusión Nº 227. p. 27-46.

FORMOSO, F. 2005. Eficiencia de la producción y utilización de forraje en otoño e invierno. In Jornada Producción Animal Intensiva (2005, Colonia del Sacramento, UY). INIA. Actividades de Difusión Nº 406. p. 59-66.

FORMOSO, F. 2006. Instalación de pasturas, conceptos claves. In INIA La Estanzuela, Seminario de Actualización Técnica "Instalación y Manejo de Pasturas en el Litoral Oeste" (2006, La Estanzuela, Colonia, UY). INIA. Consultado 28 may. 2010. Disponible en http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/publicacion.pdf. p. 1-8.

FORMOSO, F. 2007. Conceptos sobre implantación de pasturas. In Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, Colonia del Sacramento, UY). INIA. Actividades de Difusión no. 483. Consultado 28 may. 2010. Disponible en http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_483.pdf. p.17-39.

FORMOSO, F. 2011. Manejo de mezclas forrajeras, leguminosas puras y gramilla, producción y calidad del forraje. INIA La Estanzuela. ST188, 2011.

FREE, J.B. 1965. The ability of bumblebees and honeybees to pollinate red clover. Journal of Applied Ecology 2:289-294.

FUSSELL,* M. 1992. Diurnal patterns of bee activity, flowering, and nectar reward per flower in tetraploid red clover. New Zealand Journal of Agricultural Research 35:151-156.

GARCÍA, J.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F.; ASTOR, D. 1991. Producción de semillas forrajeras: tecnologías en uso. Montevideo, INIA. [Serie Técnica Nº 2].

GÓRAL, H.; SPISS, L. 1996. Long inflorescence in red clover (*Trifolium pratense* L.) and its significance for seed yield. In International Herbage Seed Conference (3, 1996, Halle, DE). Proceedings. p. 139-142.

GURR, L. 1974. The role of bumblebees as pollinators of red clover and lucerne in New Zealand: a review and prospect. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 36:111-122.

HAMPTON, J.G.; FAIREY, D.T. 1997. Components of seed yield in grasses and legumes. In Fairey, D.T.; Hampton, J.G. ed. Forage seed production: temperate species. Wallingford, CAB International. p. 45-69.

HAWKINS, R.P. 1956. A preliminary survey of red clover seed production. Annals of Applied Biology 44:657-664.

HAWKINS, R.P. 1961. Observations on the pollination of red clover by bees: I. the yield of seed in relation to the numbers and kinds of pollinators. Annals of Applied Biology 49: 55-65.

HAWKINS, R.P. 1965. Factors affecting the yield of seed produced by different varieties of red clover. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 65:245-253.

HESLOP-HARRISON, J.; HESLOP-HARRISON, Y. 1982. Pollen-stigma interaction in the Leguminosae: constituents of the stylar fluid and stigma secretion of Trifolium pratense L. Annals of Botany 49:729-735.

HOLLOWELL, E.A. 1929. Influence of atmospheric and soil moisture upon seed setting in red clover. Journal of Agricultural Research 39:229-247.

JORAJURIA MANITTO, R.; RANDO HULUK, G.A. 1995. Monitoreo de enfermedades de hoja y tallo en semilleros de lotus y trébol rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía.

KENDALL, W.A.; STRINGER, W.C. 1985. Physiological aspects of clover. In Taylor, N.L. ed. Clover science and technology. Madison, ASA. Agronomy Nº 25. p. 111-159.

KENDALL, W.A.; SHAFFER, J.A.; HILL JR., R.R. 1994. Effect of temperature and water variables on the juvenile growth of lucerne and red clover. Grass and Forage Science 49:249-269.

LORENZETTI, F. 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions. 17th International Grassl. Congr.1621-1628

LUDWIG, R.A.; BARRALES, H.G.; STEPPLER, H. 1953. Studies on the effect of light on the growth and development of red clover. Canadian Journal of Agricultural Science 33: 274-287.

LUZARDO VILLAR, S.; PARODI BUSCHIAZZO, M. 1998. Selección por producción de semilla en mejoramiento genético de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía.

MCFARLANE, R.P.; GRIFFIN, R.P.; READ, P.E.C. 1983. Bumble bee management options to improve 'Grasslands Pawera' red clover seed yields. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 44:47-53.

MANDL, F. 1972. Estudio de algunos aspectos que afectan la producción de semilla en trébol rojo (*Trifolium pratense* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía.

NIEMELAINEN, O. 1987. The effect of some growth regulators on the seed yield of tetraploid red clover: abstract. Journal of Applied Seed Production 5:67

OLIVA, R.N.; STEINER, J.J.; YOUNG III, W.C. 1994a. Red clover seed production. I. crop water requirements and irrigation timing. Crop Science 34:178-184.

OLIVA, R. N.; STEINER, J.J.; YOUNG III, W.C. 1994b. Red clover seed production: II. plant water status on yield and yield components. Crop Science 34:184-192.

PANKIW, P.; BONIN, S.G.; LIEVERSE, J.A.C. 1977. Effects of row spacing and seeding rates on seed yield in red clover, alsike clover and birdsfoot trefoil. Canadian Journal of Plant Science 57: 413-418.

PIPPOLO NAVIA, L.B. 1998. Incidencia de la avispita Bruchophagus platypterus Walter (*Hymenoptera, Eurytomidae*) en la producción de semilla de *Lotus corniculatus* L. en diferentes fechas de floración. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía.

PRITSCH, O.; ROSELL, C. 1973. Producción de semillas de plantas forrajeras. In Pasturas III. Uruguay. CIAAB. La Estanzuela. p. 12-26.

PRITSCH, O. M. 1978. Potencial productivo de semillas en algunos cultivares de trébol rojo. Revista de la Asociación Ingenieros Agrónomos del Uruguay, Segunda época Nº 11, p. 11-14.

PRITSCH, O. M. 1978. Manejo de cortes en semilleros de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) cultivar Estanzuela 116. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay, Segunda época Nº 11, p. 16-22.

PRITSCH, O.; HOFSTADTER, R.; GONNET, M. 1979. Estudios preliminares sobre el comportamiento de trébol rojo bajo riego. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay, Segunda época, Nº 12, p.19-24.

PAYSÉE, D.; DELLAZOPPA, R. 1996. Respuesta al riego en semilleros de trébol rojo. Montevideo, PROVA. p 1-12.

PURI, K.P.; LAIDLAW, A.S. 1983. The effect of cutting in spring and application of Alar on red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production. Journal of Applied Seed Production 1:12-18.

PURI, K.P.; LAIDLAW, A.S. 1983. The effects of time of harvest on seed production of three red clover cultivars. Grass and Forage Science 39: 221-228.

PURI, K.P.; LAIDLAW, A.S. 1984. The effect of temperature on components of seed yield and on hard seedness in three cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L). Journal of Applied Seed Production 2:18-23.

RINCKER, C.M.; DEAN, J.G.; GARRISON, C.S.; MAY, R.G. 1977. Influence of environment and clipping on the seed-yield potential of three red clover cultivars. Crop Science 17: 58-60.

RIOS, A. 1980. Consideraciones para el manejo eficiente de las malezas en forrajeras. In Seminario Técnico (1995, Tacuarembó, UY). Producción y manejo de pasturas. Ed. D.F. Risso; E. J. Berretta; A. Morón. Montevideo, INIA. Serie Técnica Nº 80. p. 77-84.

RIOS, A. 2007. Manejo de malezas en pasturas. In Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, Colonia del Sacramento, UY). INIA. Actividades de Difusión Nº 483. Consultado 28 may. 2010. Disponible en http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_483.pdf.

SHUEL, R.A. 1952. Some factors affecting nectar secretion in red clover. Plant Physiology 27:95-110.

SILBERSTEIN, T.B.; CHASTAIN, T.G.; YOUNG III, W.C. 1996. Growth and yield of red clover seed crops treated with Paclobutrazol and Uniconazol. Journal of Applied Seed Production 14:17-24

SKIPP, R. A.; CHRISTENSEN, M.J. 1990. Selection for persistence in red clover; influence of root disease and stem nematode. New Zealand Journal of Agricultural Research 33:319-333.

SMITH, D. 1962. Carbohydrate root reserves of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil under several management schedules. Crop Science 2:75-78.

SMITH, R.R.; TAYLOR, N.L.; BOULEY, S.R. 1985. Red clover. In Taylor, N.L., ed. Clover science and technology. Madison, ASA. p. 458-468.

STARLING, T.M.; WILSIE, C.P.; GILBERT, N.W. 1950. Corolla tube length studies in red clover. Agron. J. 42:1-8.

STEINER, J.J.; LEFFEL, J. A.; GINGRICH, G.; ALDRICH-MARKHAM, S. 1995. Red clover seed production: III. effect of forage removal time under varied environments. Crop Science 35: 1667-1675.

STODDART, J.L. 1960. Factors affecting seed production of late flowering red clover. United Kingdom. Welsh Plant Breeding Station. Report for 1961. p. 94-98.

TAYLOR, N.L.; ANDERSON, M.K.; TEKRONY, D.M. 1972. Producing red clover seed in Kentucky. University of Kentucky Cooperative Extension Service Leaflet AGR 2:1-4.

TAYLOR, N.L.; SMITH, R.R. 1995. Red clover. In Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. ed. Forages: an Introduction to grassland agriculture. Ames, Iowa State University Press. v. 1, p. 217-226.

TAYLOR, N.L.; QUESENBERRY, K.H. 1996. Seed production. In Red clover science. Dordrecht, Kluwer. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture Nº 28. p. 188-203.

WILSIE, C.P.; GILBERT, N.W. 1940. Preliminary results on seed setting in red clover strains. Journal of the American Society of Agronomy 32:231-234.

WILSIE, C.P. 1949. Producing alfalfa and red clover seed in Iowa. Agron. J. 41: 545-550.

WILSIE, C.P. 1969. Red clover and Alsike clover. In Hughes, H.D.; Heath, M.E.; Metcalfe, D. S. ed. Forages. 2. ed. Ames, Iowa State University Press p. 139-149.

WRATT, E.C. 1968. The pollinating activities of bumble bees and honeybees in relation to temperature, competing forage plants, and competition from other foragers. Journal of Apicultural Research 72:61-66.

YOUNG III, W.C.; YUONGBERG, H.W. 1995. Establishing red clover seed stands in the autumn with cereal cover crops. Journal of Applied Seed Production 3: 32-36.

ZERBINO, M.S. 2007. Avances en el control químico de epinotia y chinches. In Jornada de Cultivos de Verano (2007, Dolores, Soriano, UY). INIA La Estanzuela. Actividades de Difusión Nº 505. p. 23-32.

ZERBINO, M.S.; ALZUGARAY, R. 1991. Epinotia en cultivos de leguminosas. Hoja de divulgación de INIA La Estanzuela, Nº: 23. 4p.

III. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE *LOTUS corniculatus*

LOTUS corniculatus

1. INTRODUCCIÓN

Este lotus es la leguminosa con mayor área de siembra en el país, explicado por su alto grado de adaptación a una amplia diversidad de suelos, desde baja a alta fertilidad, de texturas arenosas a limo arcillosas, de suelos moderadamente ácidos a alcalinos, prospera en condiciones de bajo nivel de fósforo, en suelos con mediana a baja profundidad de perfil, en suelos hidromórficos o no y su atributo más importante, es que no causa meteorismo. Sin embargo, pese a su amplia plasticidad en adaptarse a ambientes muy diferentes, es de las leguminosas que origina mayores dificultades en obtener altos rendimientos de semilla cosechada. Su crecimiento indeterminado, períodos de floración extendidos, frecuentemente con picos de floración poco definidos, su variabilidad en el estado de madurez de vainas y la dehiscencia de éstas, son variables que limitan la obtención de altos rendimientos de semilla a escala comercial.

Estimación del rendimiento de semillas potencial y actual de *Lotus corniculatus* (Lorenzetti, 1993), indica los siguientes valores: 400 inflorescencias/m^2, con seis flores por inflorescencia, 40 óvulos por flor, un peso de 1000 semillas de 1,2 gramos y un rendimiento potencial de 1200 kg/ha. Dicho autor establece que solamente el 40% de los óvulos son convertidos en semilla, dando rendimientos de semilla agriculturalmente realizables de 200 kg/ha, valor que representa solamente un 17% del rendimiento potencial.

Los máximos experimentales determinados en nuestro país (Formoso, 2006), fueron de 1200 inflorescencias/m^2, que originaron 11700 flores/m^2 y 960 kg/ha de semilla limpia, donde el promedio nacional se ubica en valores del orden de 120 kg/ha.

1.1 Factores limitantes del rendimiento de semillas

A partir de una encuesta realizada a productores semilleristas (García *et al.*, 1991), estos indicaron distintos factores como los más importantes que operan limitando los rendimientos de semilla. El manejo previo del pastoreo durante la fase vegetativa y la fecha de cierre para semillas fueron indicadas por el 49 y 51% de los productores, respectivamente. El control de malezas, el número de colmenas y la fertilización fosfatada fueron marcadas por 33, 22 y 32% de los productores. El método de cosecha fue el tercer factor en importancia, señalado por el 37% de los productores, mientras que la cosechadora y el recolector fueron indicados por el 15 y 17% de los productores, respectivamente.

1.2 Estructura de plantas, floración, fructificación, semillazón

Lotus es una leguminosa de crecimiento indeterminado, la planta presenta porte arbustivo, compuesta por tallos que se generan de yemas de la corona, denominados tallos primarios. Estos se ramifican a partir de yemas axilares, formando tallos primarios laterales y las ramificaciones de éstos últimos se denominan tallos secundarios laterales. Las inflorescencias son umbelas integradas por cuatro a ocho flores de color amarillo, siendo lo más frecuente que presenten cinco a seis flores. El ovario contiene entre 20 y 70 óvulos, con un número promedio de 45 (Seaney y Henson, 1970). Solamente entre 15 a 20 óvulos por ovario se desarrollan en semillas maduras. Los óvulos dentro de un ovario compiten por nutrientes, hecho que determina que éstos varíen

en el estado de desarrollo que se encuentran. Dentro del ovario, los óvulos se mantienen fértiles por ocho días aunque individualmente son fértiles por dos a tres días (Seaney y Henson, 1970). Los granos de polen de una flor no germinan en la misma, puesto que una membrana estigmática actúa como impedimento. Cuando los polinizadores visitan las flores provocan el estallido floral y la salida del polen del estigma. Concomitantemente se rompe la membrana estigmática, ésta secreta un fluido estimulante de la germinación del polen y el estigma se vuelve receptivo a los granos de polen de otras flores, que están adheridos en el cuerpo del polinizador, asegurando la polinización cruzada. Las flores son muy atractivas a los polinizadores, permanecen abiertas unos 10 días si no son visitadas por insectos, una vez fecundadas permanecen abiertas solamente por 4 a 5 días (Morse, 1958). El número de óvulos convertidos en semilla aumenta con el número de visitas de polinizadores a la flor (Bader y Anderson, 1962). El fruto es una vaina cilíndrica, que puede contener entre 15 y 20 semillas adheridas por la sutura central. Cuando la vaina madura, se abre violentamente en dos partes a lo largo de ambas suturas, dorsal y ventral, éstas se retuercen y expulsan la semilla. La pérdida diferencial de humead entre el exocarpio y mesocarpio genera incrementos de tensión en las capas de tejido fibroso, originando la separación en dos partes de la vaina y su retorcimiento (Buckovic (1952) citado por Seaney y Henson, 1970). La apertura de los frutos se origina cuando pierde entre un 40 a 60% de la humedad y cuanto más rápida sea la velocidad de desecación, más rápido se abren las vainas. La diversidad de edades de vainas y estado de desarrollo de las mismas, conjuntamente con la dehiscencia de éstas, son de los factores más importantes en determinar los bajos rendimientos de semilla que generalmente se cosechan en esta leguminosa.

Es una planta de día largo, con fotoperíodo crítico entre 14 a 14,5 horas, intensificándose y concentrándose su floración con fotoperíodos de 16 horas. Generalmente tiene un período de floración y fructificación prolongado, éste varía con la edad y época de siembra del cultivo y con las condiciones de ambiente (figura 1).

En la figura 1 se muestra información de un experimento donde se evaluaron simultáneamente, bajo las mismas condiciones de ambiente, las curvas de semillazón de lotus San Gabriel de primer a tercer año, durante dos años.

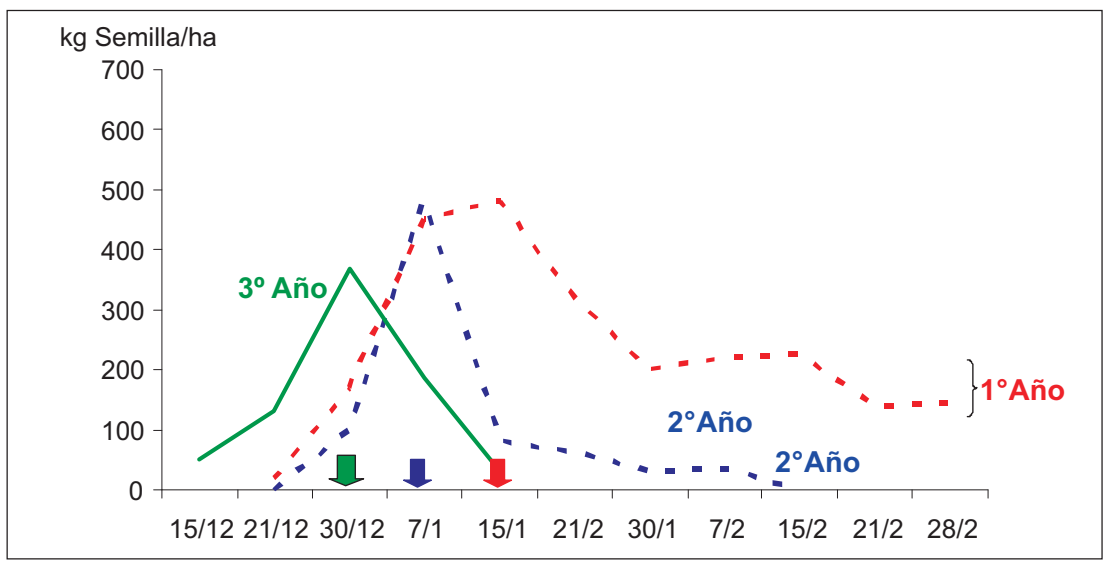


Figura 1. Incidencia de la edad de las plantas sobre la curva de semillazón para una fecha de cierre del 15 de septiembre, en dos semilleros de primer y segundo año y en uno de tercer año.

Normalmente las plantas de primer año presentan floraciones más extendidas que las de segundo y éstas que las de tercer año. A medida que se atrasa la época de siembra se alarga el período de floración y el pico de la misma generalmente se ubica en verano. Excesos de precipitaciones y días nublados, deprimen los estímulos inductores de floración, ésta disminuye en intensidad y se alarga el período de floración. Experimentos que comparan las curvas de floración, semillazón, entre edades diferentes de plantas, dejando las restantes variables constantes, muestran que para una misma fecha de cierre, 15 de septiembre, a medida que el cultivo tiene mayor edad, anticipa el pico de floración y semillazón, la evolución temporal de ambas es más concentrada, menos extendida y los máximos rendimientos de semilla, disminuyen con la edad. Paralelamente, las tasas de desgrane aumentan con la edad del cultivo y los días para obtener rendimientos superiores de semilla, disminuyen con el aumento de la edad. En términos prácticos significa menor flexibilidad de cosecha en semilleros de lotus de mayor edad, aspecto que implica que debe disponerse de mayor cantidad de cosechadoras, a medida que aumenta la edad y superficie del semillero, si se pretenden evitar tasas de desgrane elevadas. Con la acumulación de forraje a cosecha ocurre un fenómeno similar, para una misma fecha de cierre a medida que aumenta la edad, disminuyen los rendimientos de forraje acumulados a cosecha y la altura de los tallos. De la misma forma, la ubicación de las vainas dentro del dosel foliar también varía. En general los semilleros de tercer o cuarto año, posicionan las vainas en el estrato superior del tapiz, quedando las mismas más expuestas a la radiación solar directa y por tanto, se incrementan los riesgos de desgrane. Independientemente de la edad del lotus, a medida que la época de cierre se ubica a fines de noviembre y diciembre, los semilleros a cosecha acumulan menor cantidad de forraje, los tallos son menos ramificados y presentan menor altura y las vainas también se ubican en la zona superior del dosel foliar. La conjunción de cierres tardíos y edades avanzadas del cultivo, magnifica los aspectos negativos comentados, menor altura de plantas y acumulación de forraje a cosecha, mayor proporción de vainas expuestas a la radiación solar directa.

Normalmente en la segunda primavera las raíces de lotus comienzan a presentar problemas por infecciones de *Fusarium* sp., problema que se agrava con el tiempo, figura 2. Este problema, desde mediados de primavera a fines de verano, períodos normalmente secos y con mayores temperaturas, determina que en las plantas se intensifique por las lesiones fúngicas vasculares, el estrés hídrico, originando disminuciones en la capacidad de crecimiento de las plantas con el avance en la edad de las mismas, creciendo y acumulando menor cantidad de forraje a cosecha, con tallos más cortos.

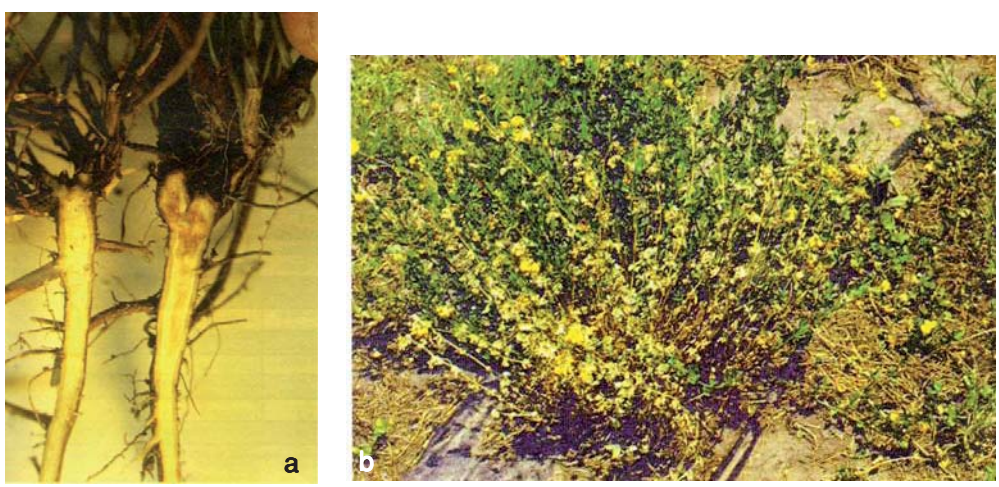


Figura 2. Síntomas de podredumbre de raíz y corona en lotus (a), e inicio de marchitamiento en una planta con infección severa (b) (Altier, 1997).

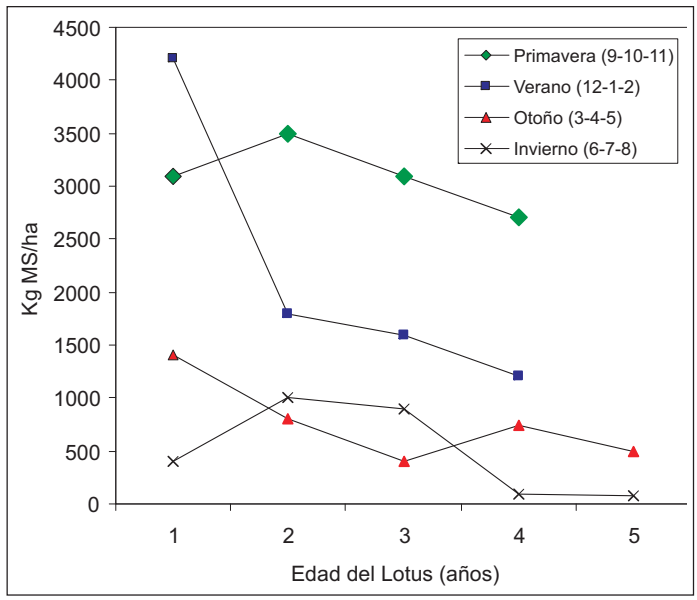


Figura 3. Capacidad de crecimiento estacional de lotus, de acuerdo a la edad de las plantas (Formoso, 1993).

En la figura 3 se muestra como en lotus, a medida que se incrementa la edad de las plantas pierde potencial de crecimiento estacional. La Fusariosis, agrava el déficit hídrico de fines de primavera y verano, pudiendo afectar severamente los aspectos reproductivos de esta leguminosa.

2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

2.1 Número de tallos fértiles por unidad de área

Esta variable está relacionada con la densidad de siembra, que generalmente en semilleros son menores que para el caso de pasturas. Estas varían mucho entre países, así en Canadá y Nueva Zelanda se sugieren densidades entre 1 y 3 kg/ha, en el país en las décadas del 60 a 80 se sembraban entre 5 y 7 kg/ha y actualmente, las mismas se han incrementado a valores entre 8 y 10kg/ha. Este cambio se explica, porque los productores semilleristas encaran actualmente el tema producción de semilla conjuntamente con producción de forraje. Este doble objetivo, si bien puede ser discutido desde el punto de vista de semillas, económicamente posibilita disminuir los riesgos de inversión, sobre todo con una especie que presenta varios atributos que complican la obtención de elevados rendimientos de semilla. Por otra parte, muchos autores (Hampton y Fairey, 1997), resaltan que la utilización de un rango amplio de poblaciones de plantas, por efectos compensatorios no diferencian los rendimientos de semilla, mientras que el manejo del semillero y el ambiente seleccionado generalmente son variables que determinan mayores efectos sobre la producción de semilla. Sobre el tema, Pritsch y Rosell, (1973), evaluaron la producción de semillas de lotus utilizando tres densidades de siembra, 3, 6 y 9 kg/ha, sembrado al voleo, o en líneas a 30, 45, 60 y 90 cm. Concluyen que la siembra a 9 kg/ha en líneas a 90 cm fue la que determinó los mayores rendimientos de semilla, 600 kg/ha, seguida por la de 6 kg/ha, también en líneas a 90 cm, con un rendimiento de 450 kg/ha.

Trabajos realizados en este tema, muestran el bajo impacto de la variable densidad de siembra en los rendimientos de semilla, aspecto que se mostrará cuando se trate el tema establecimiento del semillero.

2.2 Número de inflorescencias por unidad de superficie

El número de inflorescencias por unidad de área es el componente del rendimiento más importante relacionado con el rendimiento de semillas y está positivamente correlacionado (r=0,97, P<0,01) con el rendimiento final de semilla (Li y Hill, 1989, Stephenson, 1984, McGraw *et al.*, 1986). Dado que el número de inflorescencias depende del número de tallos fértiles, el manejo del semillero para producción de semillas debe potenciar el número de tallos fértiles con el objetivo de incrementar los rendimientos de semilla. Dentro de éstos, interesan especialmente para producción de semillas los tallos primarios generados de la corona y las ramificaciones de éstos, tallos primarios laterales.

Con relación al número de tallos fértiles en primavera, Formoso, 1996, muestra para *Lotus corniculatus* el impacto de manejos de cortes con alturas de tapiz del orden de 15 a 20 cm donde se registran 1600 tallos generados de la corona por metro cuadrado, contra 850, casi la mitad, cuando esta especie se maneja con una frecuencia de cortes con altura del tapiz del orden de 10 cm. Li and Hill, 1989, determinaron que el 80% de las vainas cosechadas provenían de tallos formados en octubre, noviembre y diciembre, donde los tallos principales, primarios que emergen de la corona, generaron el 38% de las inflorescencias, las ramificaciones de éstos, tallos primarios laterales, contribuyeron con el 53% de las inflorescencias, en tanto, los tallos laterales secundarios produjeron un 9% de inflorescencias. El manejo correcto del cultivo, frecuencia e intensidad de pastoreo en fase vegetativa, permite disponer de coronas con buena cantidad de yemas y reservas de energía adecuadas, en tanto la fecha de cierre posibilita seleccionar los tallos que van a generar el mayor número de inflorescencias.

Lotus comienza a florecer normalmente a partir de noviembre y emite flores durante todo el verano e inicio del otoño. La capacidad de formar flores está relacionada con la época de formación de los tallos, especialmente los primarios que emergen de la corona y las ramificaciones primarias de éstos, que explican la casi totalidad de los rendimientos de semilla obtenidos en los cultivares San Gabriel, El Boyero, Estanzuela Ganador e INIA Draco, (Formoso, informes internos). Los tallos de septiembre, octubre y principios de noviembre son los que generan mayor número de flores y vainas maduras a cosecha. La capacidad de los tallos de formar flores y vainas disminuye desde primavera a verano y de éste a otoño, determinando que los potenciales de producción de semilla disminuyan con la misma tendencia. En la figura 4 se muestra la evolución de la población de vainas con el avance de la fase reproductiva, de primavera a inicio de otoño.

A medida que avanza la primavera hacia verano y otoño, la capacidad de producir flores y éstas de convertirse en vainas, disminuye prácticamente en forma lineal, tendencia que es similar en términos de rendimiento de semilla (figura 4).

A lo largo de la fase reproductiva, con cierres tempranos de primavera, mediados de septiembre, la emisión de flores y su conversión en vainas, genera un primer pico a fines de diciembre inicio de enero, correspondiente a la denominada primera floración y cosecha de semillas. A partir de éste, tanto la emisión de flores como formación de vainas disminuye marcadamente, determinando que la segunda floración y cosecha de semillas tengan un potencial productivo inferior a la primera, (figuras 5 y 6).

Las vainas maduras existentes si no son cosechadas se abren, la acumulación de vainas maduras disminuye y generalmente en la primera quincena de enero, para cierres de mediados de septiembre, comienza una segunda etapa de emisión de flores y vainas (figura 5), que corresponde a la denominada segunda floración y segunda cosecha, ubicada generalmente al inicio de otoño, marzo o abril.

La capacidad de formar flores en verano disminuye con relación a primavera, con los rendimientos de semilla entre la primera y segunda cosecha ocurre un proceso similar. En enero y parte de febrero la apertura de vainas aumenta prácticamente en forma lineal.

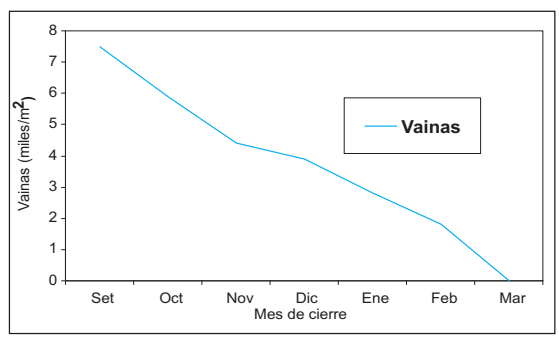


Figura 4. Evolución de la capacidad de formación de vainas a medida que transcurre el período reproductivo en Lotus San Gabriel.

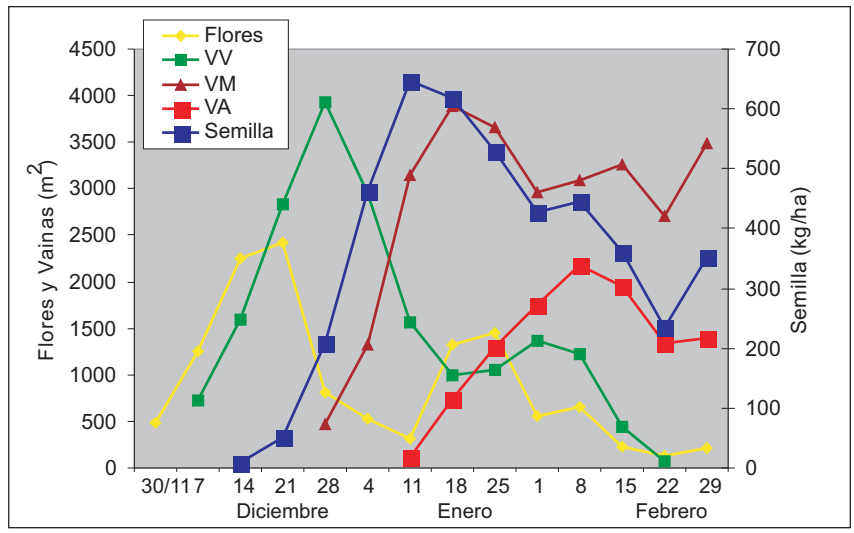


Figura 5. Lotus INIA Draco, evolución de la población de flores, vainas y rendimientos de semilla en el tiempo, para un cierre de mediados de septiembre.

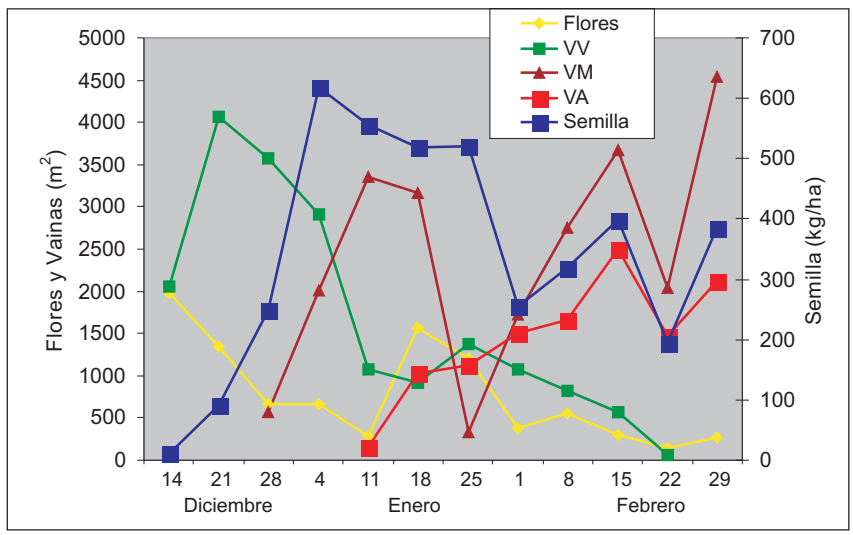


Figura 6. Evolución temporal de la producción de flores, vainas y semillas en Lotus San Gabriel cerrado a mediados de septiembre, comprendiendo la primera y segunda cosecha.

2.3 Número de flores y vainas por inflorescencia

El número de flores por inflorescencia disminuye a medida que avanza la primavera hacia verano y otoño. Además generalmente declina con la edad de las plantas. En lotus, una de cada tres flores produce una vaina madura y tres de cada cinco flores iniciadas abortan. Stephenson (1984) concluye que la limitación de asimilatos es la causa principal de los abortos y Li y Hill (1989) sugieren un posible mecanismo de regulación interna de las plantas.

En el país cuando se registran períodos húmedos durante floración, las flores de lotus pueden presentar el tizón de la flor, causado por *Colletotrichum acutatum*, hongo que puede originar disminuciones muy importantes en los rendimientos de semilla, al marchitar las flores (Stewart *et al*., 1994; Altier, 1997).

2.4 Número de semillas por vaina

De los 20 a 70 óvulos por ovario, solamente un 40% se desarrollan en semilla madura (Seaney y Henson, 1970). El número de óvulos convertidos en semilla aumenta con el número de visitas de polinizadores a la flor (Bader y Anderson, 1962). En media las vainas contienen entre 15 y 20 semillas y salvo pequeñas fluctuaciones a lo largo de la floración, el número de semillas varía poco (Li y Hill, 1989). En el país, para cierres de septiembre y octubre, el número de semillas por vaina más frecuente varía entre 15 y 22. Durante la floración de verano, generadora de la segunda cosecha de semillas, o cuando se producen deficiencias hídricas, el número de semillas por vaina disminuye a valores de 10 a 12.

3. VARIABLES AGRONÓMICAS RELACIONADAS CON EL ESTABLECIMIENTO DE SEMILLEROS

3.1 Densidades, épocas y métodos de siembra

Lotus puede ser sembrado puro o asociado a un cereal, generalmente trigo. En esta última opción, la primera cosecha de semillas de fines de primavera normalmente se pierde o produce bajos rendimientos. Lo más frecuente con siembras asociadas a trigo, consiste en elegir un trigo de ciclo corto, el cual se cosecha y generalmente entre 20 y 40 días pos cosecha del trigo según condiciones de ambiente, se hace cosecha directa del lotus, con o sin desecante, "peinando" el rastrojo del trigo. En esta situación la paja de trigo ayuda en la cosecha, bajando el tenor de humedad del material que entra a la cosechadora y además mantiene erectas las plantas de la leguminosa. En esta opción tecnológica la mayoría de las vainas se localizan próximas a la parte superior del tapiz, atributo que facilita la cosecha. En el cuadro 1 se resume información comparativa entre siembras puras y asociadas.

En el primer experimento, los rendimientos de semilla de lotus registrados en el cultivo puro con corte no se diferenciaron (P>0,05) de los rendimientos cuando el lotus fue asociado a trigo y cebada, espaciados a 0,30 m. El lotus puro sin corte y el asociado a cebada en filas a 0,15 m no se diferenciaron en rendimiento de semilla y produjeron menos que los restantes tratamientos. En los experimentos 2 y 3, los rendimientos superiores correspondieron al lotus sembrado puro sin corte. Esto se explica porque dicho tratamiento presentó menor ataque de *Colletotrichum acutatum* que los restantes, cosechados mas tarde y con gran cantidad de flores marchitas por el tizón de la flor.

Cuadro 1. Rendimientos de semilla de lotus San Gabriel, sembrado puro y asociado a cebada Acacia, o trigo, Federal y Cardenal, (Caviglia y Gasparri, 1995).

Tratamientos	DS	S-1	FC-1	S-2	FC-2	S-3	FC-3
L sc	15	263	5/1	148	2/1	141	2/1
L cc	15	381	5/1	29	20/1	42	10/2
Acacia 0,15	120	265	5/1	60	3/2	49	10/2
Acacia 0,30	60	375	5/1	57	3/2	62	10/2
Federal 0,15	120	367	5/1	68	10/2	28	10/2
Federal 0,30	60	350	5/1	66	10/2	62	10/2
Cardenal 0,15	120	-	-	53	27/1	-	-
Cardenal 0,30	60	-	-	49	3/2	-	-
MDS 5%	-	78	-	18	-	15	-

DS=densidades de siembra. S= rendimiento de semilla (kg/ha).
1-2-3= ensayos distintos. FC=fechas de cosecha. L sc= lotus sin corte.
L cc= lotus con corte al cierre en septiembre. 0,15 y 0,30 m, espaciamiento entre filas.

Los resultados del primer experimento muestran que en siembras asociadas, cuando la leguminosa tiene mayores posibilidades de captar luz fotosintéticamente activa, sea por menor densidad del cereal, o disposición espacial a surcos alternos entre el lotus y el cereal, es factible de cosechar semilla de lotus, muchas veces con rendimientos similares a cultivos de lotus puro.

En siembras puras, el período de siembra abarca desde marzo a fines de agosto. Las siembras de otoño tienen mayores probabilidades de producir una primera cosecha de semillas con altos rendimientos y además posibilita la realización de una segunda cosecha. Las siembras de invierno, retrasan hacia el verano la primera cosecha de semillas y raramente dan la posibilidad de una segunda cosecha. Las siembras tardías generalmente tienen picos de floración, semillazón más difusos y extendidos en el tiempo, donde es frecuente que el tapiz presente abundancia de estructuras vegetativas, principalmente tallos estériles con mucha hoja, atributo que prácticamente determina el uso de la cosecha indirecta por exceso de forraje muy folioso, con altos tenores de humedad.

Con respecto a densidades de siembra se muestran resultados de cinco experimentos donde surge la gran plasticidad de lotus frente a variaciones importantes en densidades de siembra (cuadro 2).

Los bajos rendimientos de semilla de los experimentos tres y cuatro se explican por un ataque severo de *Colletotrichum acutatum*. En cuatro de los cinco experimentos, densidades de siembra desde 15 a 5 kg/ha no diferenciaron los rendimientos de semilla, mientras que en el experimento dos, los rendimientos de semilla inferiores se registraron con la siembra en líneas a 0,45 m. La siembra en líneas disminuye la variabilidad entre plantas, posibilita una superior uniformidad de floración y polinización, especialmente la que separa los surcos a 0,30 m. Con relación a los contenidos de malezas latifoliadas al momento de cosecha, en promedio para los cinco experimentos, la siembra al voleo y en líneas a 0,15 m presentaron un 9% de malezas, la disposición en surcos a 0,30m tenía un contenido promedio de 14%, mientras que la siembra en líneas a 0,45 m presentó la mayor ($P<0,05$) infestación, 34%. Cuanto mayor fue el espaciamiento entre hileras, los contenidos de malezas aumentaron. Actualmente con *Lotus corniculatus*, existe una diversidad de herbicidas que posibilitan llegar a cosecha con el semillero limpio.

Otro aspecto que priorizan actualmente los productores, radica en la capacidad de producción de forraje de las diferentes estrategias de siembra. En este sentido, en el primer año las mayores acumulaciones de forraje se obtuvieron con el empleo de la mayor densidad de siembra, 15 kg/ha, mientras que en las restantes edades, los rendimientos inferiores de forraje ocurrieron en la menor densidad de siembra, con el espaciamiento a 0,45 m.

En otra secuencia de tres experimentos donde se compara la siembra al voleo, en líneas a 0,19, 0,38 y 0,57 m utilizando una densidad de siembra de 10 kg/ha, mostró que los rendimientos de semilla mayores se re-

Cuadro 2. Rendimientos de semilla (kg/ha), acumulación de forraje a cosecha en el primer año y rendimientos anuales del segundo al cuarto año (kgMS/ha) y contenidos de malezas (%) en lotus San Gabriel en respuesta al uso de distintas densidades y espaciamientos de siembra.

		Semilla (kg/ha)					C	Rendimiento (kg MS/ha/año)		
	Densidad	1	2	3	4	5	1er	2°	3er	4°
Voleo	15kg/ha	268	377	54	111	246	2074	8432	13872	4620
L 0,15	15kg/ha	296	390	59	96	272	1681	8233	13930	4767
L 0,30	7,5kg/ha	325	425	77	142	315	1162	8055	13279	4698
L 0,45	5,0kg/ha	283	279	51	115	241	648	6794	11849	3856
MDS 5%		ns	55	ns	ns	ns	420	815	1126	691

L = líneas. 0,15 - 0,30 - 0,45 = distancia entre líneas. C = kgMS/ha a cosecha.

gistraron en las siembras en líneas a 0,19 y 0,38 m comparativamente con la siembra al voleo a 0,57 m. Los promedios para los tres años en las siembras a 0,19 m y 0,38 m fueron de 276 y 324 respectivamente sin diferenciarse entre ellos (P>0,05), en tanto las siembras al voleo produjeron 179 kg/ha, y la de líneas a 0,57 m rindió 158 kg/ha, valores inferiores (P<0.05) al de las siembras en líneas a 0,19 y 0,38 m. En esta secuencia de experimentos la aplicación de herbicidas posibilitó llegar a cosecha sin malezas en ninguno de los tratamientos.

Los resultados comentados de los ocho experimentos muestran la plasticidad, capacidad de adaptación de lotus frente al uso de densidades y distancias entre líneas diferentes. La utilización de la siembra en líneas desde 0,15 a 0,38 m posibilita buenos rendimientos de semilla, de forraje y menores contenidos de malezas. Las siembras con distancias entre surcos superiores a 0,45 m disminuyeron los rendimientos de semilla, de forraje y aumentaron las malezas, resultados que no concuerdan con lo mostrado por Pritsch y Rosell (1973).

3.2. Efecto de altas temperaturas

Un aspecto a considerar en siembras tempranas de marzo, radica en que pueden ocurrir días con temperaturas altas en situaciones de baja cantidad de agua disponible y parte de la población muera por desecación. Este problema se magnifica en situaciones de siembra en directa en relación a las realizadas con laboreo convencional del suelo (cuadro 3).

En los tres experimentos se compara el establecimiento de lotus con avena Estanzuela 1095 a, por ser ésta una especie resistente a altas temperaturas. En los tres años en que ocurrió muerte de plantas por desecación dentro de una secuencia de seis años de siembra, en condiciones de siembra directa los establecimientos de lotus fueron inferiores (P<0,01) a cuando se sembró con laboreo convencional o mínimo laboreo del suelo.

Los resultados muestran que actualmente las siembras de marzo implican cierto riesgo frente a la ocurrencia de altas temperaturas, que siembras en directa significan mayores riesgos que con preparación convencional o mínimo laboreo de suelo. Las siembras de abril disminuyen los riesgos de pérdida del semillero por altas temperaturas, permiten un buen desarrollo de la leguminosa, que posibilita una primera cosecha a principios de enero y además alta probabilidad de hacer una segunda cosecha. Con siembras de mediados de mayo en adelante, generalmente los picos de floración ocurren en verano y las posibilidades de segunda cosecha disminuyen.

Cuadro 3. Efecto de altas temperaturas durante la emergencia en siembras de marzo en directa (SD) y con preparación convencional del suelo o mínimo laboreo (LC), en condiciones estrictamente comparativas. Datos de tres experimentos.

	% de AC de la especie sembrada en la línea 90 días pos siembra		
	SD	LC	Diferencia
Avena 1095a	100	100	NS
Lotus INIA Draco	47	83	P<0,01
Avena 1095a	100	100	NS
Lotus San Gabriel	28	67	P<0,01
Avena 1095a	100	100	NS
Lotus INIA Draco	54	89	P<0,01

AC = área cubierta.

3.3 Efecto de distintos rastrojos sobre el establecimiento de lotus

El incremento del área agrícola existente en el país, posibilita las siembras de pasturas y semilleros sobre chacras con historia agrícola previa, aspecto que permite instalar los semilleros sobre suelos limpios de malezas y de especies de campo natural. Este atributo es muy positivo para la producción de semillas forrajeras, puesto que la ausencia de malezas facilita el establecimiento y manejo del semillero, aparte de la disminución de costos por menor uso de herbicidas. Sin embargo, debe disponerse de información para la toma de decisiones, referente a establecimiento de los semilleros sobre diferentes rastrojos. Dentro de éstos, los de sorgo son los que originan mayores dificultades, razón por la cual, sobre los mismos se instaló mayor número de experimentos.

En el cuadro 4 se muestran resultados de la performance de lotus sembrado sobre siete tipos de rastrojos, tomando como base 100 el de sorgo.

La información muestra que el rastrojo de raigrás mejoró el establecimiento de lotus, mientras que los de *Digitaria* sp., especie que frecuentemente se encuentra en rastrojos de cultivos de verano, deprimió por la interferencia que origina, las tasas de crecimiento de lotus. Los rastrojos de moha, maíz, girasol y soja, permitieron establecimientos y producciones en el primer año, que no se diferenciaron de los rastrojos de sorgo.

La gramilla, *Cynodon dactylon*, es otra gramínea que origina niveles de interferencia importantes sobre lotus, deprimiendo el número de plantas y la capacidad de crecimiento de la leguminosa. En pasturas y semilleros se debería evitar sembrar en chacras con infestación de gramilla. En el cuadro 5 se muestra el impacto de la gramilla sobre la leguminosa, en tres experimentos sembrados en directa, en la línea, mediante sembradora J. Deere 750, sobre una pradera engramillada tratada con 6 litros de glifosato. Se comparó el número de plantas, los rendimientos de forraje en tres situaciones: suelo desnudo sin gramilla, siembra sobre gramilla seca por glifosato y siembra sobre la gramilla seca por glifosato pero además quemada con fuego.

La siembra sobre gramilla seca, disminuye drásticamente el número de plantas por metro lineal de surco, así como los rendimientos de forraje. Los efectos negativos de

Cuadro 4. Rendimientos relativos de forraje en el primer año de leguminosas sembradas sobre diferentes rastrojos, tomando como base 100 el rendimiento sobre rastrojo de sorgo granífero. Datos de cuatro experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Girasol	Soja
Lotus 1	123					
Lotus 2			114		109	100
Lotus 3		76	99	104	104	94
Lotus 4		71	96	108	103	102

Porcentajes en rojo indican diferencias (P<0,05) con relación al rastrojo de sorgo, en negro no difieren.

Cuadro 5. Número de plantas por metro de surco (N) y rendimiento de forraje (kg MS/ha) de lotus San Gabriel e INIA Draco, sembrados a principios de abril y evaluados a fines de septiembre.

Tratamientos	San Gabriel		INIA Draco		San Gabriel	
	N°	RF	N°	RF	N°	RF
Suelo desnudo	64	776	87	747	79	1089
Gramilla seca	17	154	22	223	19	205
Gramilla quemada	61	809	79	676	75	901

RF= rendimiento de forraje. Números en rojo, difieren (P<0.05) dentro de cada columna con los negros.

la gramilla sobre las leguminosas son tan importantes que avalan la sugerencia de limpiar primero de gramilla la chacra para luego sembrar la leguminosa.

La siembra de lotus sobre rastrojos de sorgo, mejora cuando estos son quemados (cuadro 6).

En área cubierta de lotus le sigue la siembra en rastrojos altos, resultado de realizar silo de grano húmedo y el rastrojo bajo, remanente de hacer silo de planta entera. Los menores números de plantas establecidas y por tanto, de área cubierta corresponden al corte con rotativa de los rastrojos, así como la siembra sobre las gavillas.

Diversos trabajos comparan la performance de lotus sembrado con laboreo convencional de suelo, mínimo laboreo y en siembra directa. Un resumen de los resultados obtenidos se muestra en el cuadro 7.

Excepto situaciones específicas, experimentos 3 y 4, donde en el caso del laboreo convencional, a consecuencia de precipitaciones intensas, el suelo se encostró y deprimió en forma importante el crecimiento de lotus, hecho que no se produjo en condiciones de siembra en directa; o en el experimento 7, donde el suelo presentaba mucha gramilla (*Cynodon dactylon*), la cual disminuyó drásticamente el crecimiento de lotus cuando fue sembrado en directa, comparativamente con la situación de laboreo convencional, en los restantes trabajos los rendimientos de forraje en el año de siembra fueron relativamente similares entre siembra en directa o con preparación convencional del suelo. Un aspecto económicamente relevante, radica en que los rendimientos de forraje en mínimo laboreo fueron similares a los registrados con preparación convencional del mismo. El mínimo laboreo en estas situaciones consistía en dos pasadas cruzadas de disquera pesada provista de todos sus discos escotados, donde el suelo se trabajaba hasta una profundidad de 5 a 7 cm.

Lotus es una leguminosa de crecimiento inicial lento, trabajos en siembra directa (Formoso, 2007), muestran que cuando la línea de siembra se ubica sobre la zona pisada por la rueda del tractor, zona compactada, el área cubierta por lotus disminuyó en tres experimentos, un 16, 35 y 7%, respectivamente, comparativamente con el área sin compactación.

3.4 Curasemillas

En especies forrajeras de semilla pequeña, generalmente las velocidades de crecimiento inicial pos germinación son lentas. Esto determina que las plántulas están expuestas al ataque de hongos por períodos prolongados, sobre todo si las siembras se realizan en ambientes poco propicios para el crecimiento vegetal. Por esta razón, la protección con fungicidas curasemillas, cuyo costo marginal es muy bajo, es una técnica utilizada mundialmente. En el cuadro 8 se muestran resultados de tres experimentos,

Cuadro 6. Área cubierta (%) por la especie en el surco de siembra, entre 90 y 130 días pos siembra, en respuesta a diferentes tratamientos aplicados sobre rastrojos de sorgo granífero.

Años	2003				2004			
Rastrojos	RA	RB	RAQ	RAR	RA	RAQ	RAR	Gavilla
Lotus	54b	50b	71a	39c	45b	62a	31c	26c

RA: rastrojo alto, RB: rastrojo bajo, RAQ: rastrojo quemado, RAR: rastrojo rotativado.
Gavilla: siembra sobre la gavilla de paja y casullo dejado por la cosechadora.

Cuadro 7. Establecimiento de lotus (kgMS/ha) con diferentes formas de siembra.

Formas de siembra	Experimentos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
SD	5349	5185	2776	3070	3120	3279	1798	3304
ML	5629	5174	2676	2754	3377	3302	-	-
LC	5734	5054	1832	2023	3525	3408	3198	3274
SD/LC	0,93	1,14	1,51	1,52	0,88	0,96	0,56	1,00

SD=siembra directa, ML=mínimo laboreo, LC=laboreo convencional.

Cuadro 8. Efecto del curasemilla Metalaxil 35SC aplicado a 1cc/kg de semilla, sobre el número de plantas por metro de surco, expresado en términos relativos al testigo, base 100 sin curasemilla.

	Mes de siembra			
	Marzo y Abril	Mayo y Junio	Julio y Agosto	Agosto y Septiembre
Lotus corniculatus INIA Draco	100	111	117	108
	145	151	187	123
	174	103	176	-

Cada fila corresponde a un año y chacra diferente.

donde cada fila corresponde a un experimento en la misma chacra.

Se observa que dentro de una misma chacra, existen períodos de siembra donde no hay respuesta al curasemilla, en tanto, en otros se verifican respuestas muy importantes, donde el uso del curasemilla aumenta el número de plantas de lotus hasta un 87% más.

3.5 Fertilización fosfatada

Por tratarse de una especie de crecimiento indeterminado, la fertilización con fósforo debe ser regulada para que no ocurran deficiencias de este elemento, pero tampoco excesos que orienten a la planta a desarrollar un gran crecimiento vegetativo, en desmedro del reproductivo. Sobre el tema se realizaron una serie de ensayos utilizando superfosfato de calcio (0-21-23-0), cuyos resultados se muestran en el cuadro 9.

Los experimentos E1, E2, E3 y E6 estaban localizados sobre brunosoles eútricos, mientras que E4 y E5 corresponden a brunosoles subeútricos lúvicos. Excepto los experimentos en La Estanzuela, sembrados en líneas a 15 cm, en las restantes situaciones las siembras fueron al voleo. Se sembró a fines de marzo, sobre suelo preparado en forma convencional y los trabajos se ejecutaron en diferentes años. Los ensayos E3 y E5 fueron evaluados en primaveras relativamente secas.

Las funciones de respuesta tanto para producción de forraje en el año, como de semillas, ajustaron mayoritariamente funciones cuadráticas y en algunas situaciones lineales. Se informan los R2 y las dosis de kg P_20_5/ha correspondiente a los máximos. Por facilidad de interpretación se ajustaron ecuaciones lineales en las situaciones que las cuadráticas daban mejor ajuste. Para cada experimento se muestran las ecuaciones ajustadas.

En producción de forraje para el conjunto de los seis experimentos da una respuesta promedio de 35,6 kg MS/kg P_20_5 con una respuesta máxima de 53,0 y una mínima de 24,5. En producción de semillas la respuesta promedio fue de 2,18 kg semilla/ kg P_20_5, con una respuesta máxima de 2,69 y una mínima de 1,87.

Lotus por ser una planta de crecimiento indeterminado, frecuentemente en semilleros se hacen referencias a limitar el sumi-

Cuadro 9. Rendimientos de forraje (TMS/ha) de fines de marzo a enero en respuesta a cuatro dosis de P_2O_5 y rendimientos de semilla limpia (kg/ha).

Año	E_1-1 (LE)		$E_2$1- (LE)		E_3 -1 (PB)		E_4-1 (R,A)		E_5 -1 (R,A)		E_6 -2 (CC)		3
kg P_20_5/ha	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	P
0	3,4	64	3,8	83	2,5	42	2,0	61	2,2	64	3,7	61	61
40	5,4	167	5,5	184	3,1	142	3,5	139	3,7	192	6,2	118	46
80	6,4	298	7,4	287	4,6	288	5,7	255	4,5	331	8,8	249	34
120	7,3	308	8,3	299	5,3	305	6,8	287	5,2	377	9,9	294	18
MDS.5%	0,8	39	0,7	44	0,6	61	0,6	31	0,7	65	0,9	32	8

F= forraje en TMS/ha. S=Semilla kg/ha, P= persistencia, cm de surco sin lotus. Ubicaciones: LE=La Estanzuela. PB= Pueblo del Barro (Yaguarí), Ruta 26, Tacuarembó, RA= Rocha, Alferez. CC= Cruz de los caminos, Ruta 26 y 6 (Yaguarí), Tacuarembó.1-2 y 3=edades del lotus. E1 a E6= experimentos.

E_1 F....y = -0,0002x^2 + 0,0524x + 3,445.....	R^2 = 0,99.	Máximo=131
E_1 F....y = 0,0318x + 3,72	R^2 = 0,96	
E_1 S....y = -0,0145x^2 + 3,9012x + 56,55....	R^2 = 0,97.	Máximo=134
E_1 S....y = 2,1575x + 79,8.....	R^2 = 0,92	
E_2 F.... y = -0,0001x^2 + 0,0535x + 3,74.....	R^2 = 0,99.	Máximo=267
E_2 F.... y = y = 0,0385x + 3,94.....	R^2 = 0,98	
E_2S.... y = -0,0139 x^2 + 3,5463x + 78,35...	R^2 = 0,98.	Máximo=127
E_2S.... y = y = 1,8775x + 100,6.....	R^2 = 0,92	
E_3F.... y = 0,0248x + 2,39.....	R^2 = 0,97	
E_3S.... y = -0,0130x^2 + 3,8937x + 33,25....	R^2 = 0,96.	Máximo=149
E_3S.... y = 2,3375x + 54.....	R^2 = 0,93	
E_4 F... y = 0,0415x + 2,01.....	R^2= 0,98	
E_4S... y =-0,0072x^2+ 2,8475x + 54,9.....	R^2= 0,98	Máximo=197
E_4S... y = 1,985x + 66,4.....	R^2= 0,96	
E_5F... y = 0,0245x + 2,43.....	R^2= 0,96	
E_5S... y = -0,0128x^2+ 4,2325x + 58,8.....	R^2= 0,99	Máximo=165
E_5S... y = 2,695x + 79,3.....	R^2= 0,96	
E_6F... y = -0,0002x^2 + 0,0792x + 3,62.....	R^2= 0,99	Máximo=198
E_6F... y = 0,053x + 3,97.....	R^2= 0,97	
E_6S... y = 2,075x + 56.....	R^2= 0,96	

nistro de fósforo, con el objetivo de que la planta priorice sus esfuerzos productivos hacia la producción de semillas. Si bien se coincide con esta sugerencia, también debe tenerse en cuenta que existe una relación entre la producción de forraje y el número de meristemos axilares capaces de generar ramificaciones de los tallos originados de la corona, tallos que incrementarán los sitios potenciales de generación de vainas. En la figura 7 se visualiza conceptualmente para la secuencia de seis experimentos mostrados en el cuadro 9, la respuesta promedio de rendimientos de forraje y de semilla cosechada con las dosis de fósforo incrementales aplicadas.

Se verifica claramente la tendencia que a mayor dosis de fósforo aumentan ambas variables, rendimiento de forraje y de semillas. En la figura 8 se relaciona directamente el impacto en rendimiento de semillas que tiene cada tonelada adicional de producción de forraje.

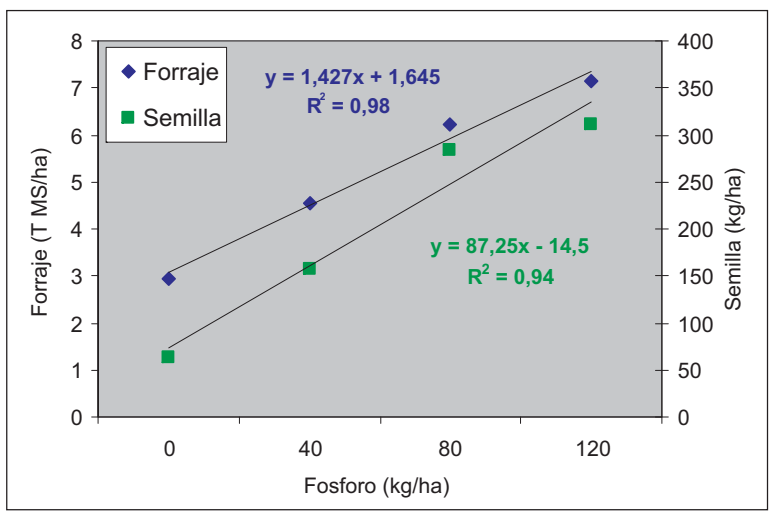


Figura 7. Respuesta promedio a dosis crecientes de fósforo de seis experimentos en rendimientos de forraje (T. MS/ha) y de semilla (kg/ha).

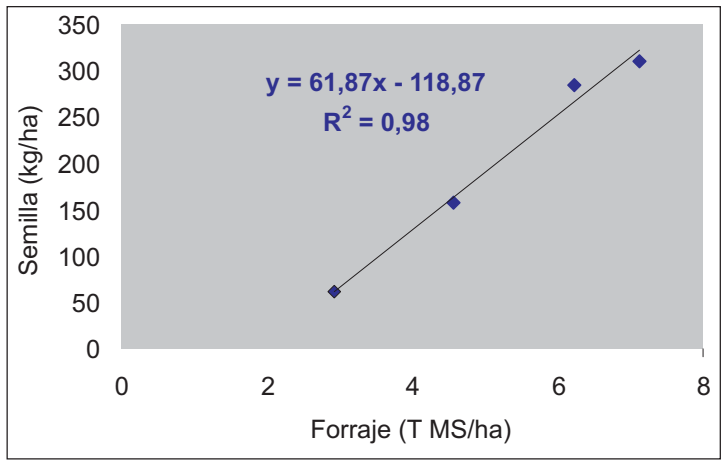


Figura 8. Relación entre los rendimientos de forraje en lotus San Gabriel con los rendimientos de semilla.

La figura 8 muestra que por cada tonelada de forraje adicional, consecuencia de aumentos en la tasa de fertilización fosfatada, los rendimientos de semilla por hectárea incrementan en 61 kg. La mayor cantidad de forraje acumulado, si bien complica y enlentece la cosecha, presenta como atributo altamente positivo que las vainas se ubiquen dentro de la masa de forraje, no estén expuestas directamente a la radiación solar, desgranen menos por inferior velocidad en la tasa de deshidratación de las legumbres durante la maduración de los frutos, posibilitando ampliar el período de cosecha con obtención de altos rendimientos de semilla. También, si próximo a la cosecha sobrevienen períodos muy húmedos por excesos de precipitaciones, puede ocurrir en situaciones de alta acumulación de forraje que se generen ataques de hongos, especialmente antracnosis, deteriorándose la semilla.

Para los dos experimentos ubicados en La Estanzuela, sembrados en líneas, en la figura 9 se muestran los resultados promedio, en la primavera del tercer año, donde se muestra la relación entre la dosis de fertilización fosfatada aplicada en el primer año y los centímetros de surco en cada metro sin lotus.

La información muestra claramente el alto impacto que tiene un suministro adecuado de fósforo, en aumentar la proporción de plantas vivas de lotus a fines de noviembre del tercer año. Cada 100 kg P_20_5/ha se aumenta en 35 cm por metro la proporción de plantas vivas de lotus (figura 7).

4. MANEJO EN FASE VEGETATIVA

Lotus corniculatus es definida como una de las leguminosas más sensibles a la frecuencia de defoliación, especialmente cuando se aplican intervalos entre cortes reducidos (Formoso, 1993, 1996). Estos no solamente disminuyen rápidamente la capaci-

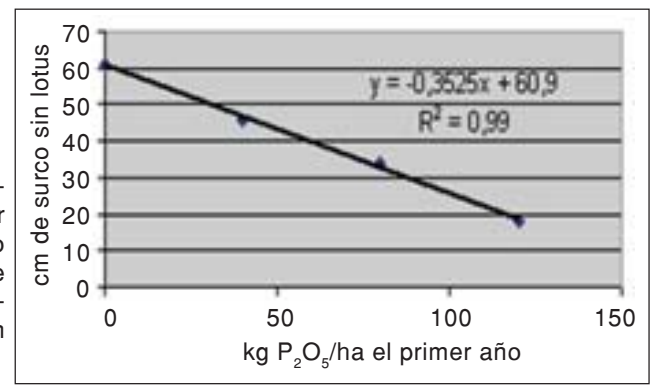


Figura 9. Relación entre la dosis de fertilización aplicada al primer año (kgP_20_5/ha) utilizando como fuente superfosfato de calcio (0-21-23-0) y los centímetros por metro de surco sin plantas de lotus al tercer año.

dad de producción, sino que además determinan aumentos en la tasa de muerte de individuos, consecuencia del estrés de energía causado por defoliaciones frecuentes y la baja cantidad de reservas energéticas que esta especie normalmente almacena y dispone.

En un trabajo reciente (Formoso, 2011), *Lotus corniculatus* fue manejado durante toda su vida útil en cuatro frecuencias de cortes, mostrándose los resultados en el cuadro 10. La siembra fue realizada a mediados de mayo, en directa, colocando la semilla en la línea. Los rendimientos mostrados permiten programar las disponibilidades de forraje en distintas estaciones del año, con el objetivo de planificar pastoreos en los períodos que la leguminosa no se destina a producción de semilla.

Lotus corniculatus cuando se maneja en forma frecuente deprime marcadamente su capacidad de crecimiento. El manejo de cortes cada 45 días aumentó en las rotaciones a tres y cuatro años con relación al sistema de cortes cada 30 días, en seis y siete toneladas los rendimientos de forraje (cuadro 10). En otro experimento donde solamente en una estación, 90 días, se maneja en forma frecuente, cortes cada 22 ó 30 días y en las restantes se hace cada 45 días, también esta especie disminuyó en forma importante su capacidad de producción en la propia estación que se aplican los manejos, y el efecto negativo prosiguió en la estación siguiente, a pesar que se cortara cada 45 días en la misma (Formoso, 2011). Los mayores rendimientos se obtienen aplicando los intervalos entre cortes más espaciados, 45 y 60 + 30 días.

La producción otoño invernal, aumenta los rendimientos de forraje en la fase vegetativa con intervalos entre pastoreos de 45 días, período donde los productores semilleristas generalmente sobrepastorean esta especie, disminuyendo así la capacidad de producción de la misma (cuadro10). El manejo con intervalos de 45 días además, posibilita aumentar la capacidad de producción de forraje luego del cierre, en septiembre y octubre, aspecto que incrementa el potencial de producción de semillas. En realidad a los efectos del manejo racional de esta especie, se puede usar el intervalo entre cortes o la altura de las plantas desde el nivel del suelo, del orden de 20 a 25 cm (Formoso, 2011).

Otro aspecto a destacar de esta especie radica en su relativamente baja capacidad de producción en invierno, donde a partir del tercer invierno en adelante, sus registros productivos invernales en las dos frecuencias de cortes superiores, 22 y 30 días, prácticamente anulan la capacidad de crecimiento invernal de esta especie, (Formoso, 1993).

Por tratarse de la especie forrajera más sembrada en el país, interesa resaltar que las depresiones por la aplicación de frecuencias altas de corte son menores cuando se trata de plantas jóvenes, por ejemplo primeros dos años, tendencia que ocurre de forma similar a otras forrajeras. Sin embargo en *Lotus corniculatus*, las frecuencias de 22 y 30 días disminuyen en forma importante la capacidad de producción otoñal e invernal.

El hecho que los productores semilleristas de *Lotus corniculatus*, hayan indicado al manejo del pastoreo en el período previo al cierre para semillas como una limitante importante, se relaciona con la sensibilidad de esta especie al sobrepastoreo, que normalmente se realiza en otoño e invierno prolongándose generalmente durante septiembre y sus efectos residuales negativos, que se extienden durante los primeros meses de primavera, disminuyendo su capacidad de producción durante la misma. Al acumular menos forraje en primavera, el rendimiento potencial de semilla también disminuye.

La sensibilidad del *Lotus corniculatus* a los manejos frecuentes queda en evidencia cuando en el acumulado de tres y cuatro años, los rendimientos de los manejos de cortes de 22 y 30 días disminuyeron la capacidad productiva en 40 y 20 %, comparativamente con los rendimientos obtenidos en el manejo de cortes cada 45 días. La característica de almacenar baja cantidad de reservas de esta especie, determina que el nivel de estrés energético originado por cortes frecuentes, deprimen el vigor de los individuos, sus reservas energéticas, deter-

Cuadro 10. Producción estacional y anual de lotus INIA Draco defoliado durante toda su vida útil en cuatro frecuencias de cortes. Rendimientos estacionales en rotación a tres y cuatro años.

Cortes	Año	O	I	P	V	Total
22	1	Siembra	0	3217	3152	6369
30	1		0	4223	3092	7315
45	1		0	4767	4266	9033
60+30	1		0	5210	2755	7965
22	2	1615	512	3218	2358	7703
30	2	2005	565	3804	2590	8964
45	2	2447	547	4950	2834	10778
60+30	2	2247	547	5534	3014	11342
22	3	829	50	769	2471	4119
30	3	1174	127	3262	3422	7985
45	3	1687	1107	3646	4021	10461
60+30	3	1986	1658	5063	4809	13516
22	4	477	31	2818	726	4052
30	4	1014	82	3197	1085	5378
45	4	1030	245	3518	1060	5853
60+30	4	941	209	3657	1145	5952
22	Total de 3 Años	2444	562	7204	7981	18191
30		3179	692	11289	9104	24264
45		4134	1654	13363	11121	30272
60+30		4233	2205	15807	10578	32823
22	Total de 4 Años	2921	593	10022	8707	22243
30		4193	774	14486	10189	29642
45		5164	1899	16881	12181	36125
60+30		5174	2414	19464	11723	38775

minando tasas de muerte más elevadas, tanto más, cuanto mayores problemas de *Fusarium* sp. existan.

Otra forma, que considera el estado de la leguminosa para programar los pastoreos, es aplicar los manejos en función de la altura de las plantas. Con relación a este aspecto, Gardner *et al.*, (1968) indicaron que cuando los cortes se realizaban con alturas de la pastura de 12 cm, ésta produjo 3,81 t MS/ha y cuando en igual período la leguminosa se cortaba cada 24 cm, pasó a producir 8,87 t MS/ha. Este aumento representó un 232% y el mismo implicó que *Lotus corniculatus* produjera 422 kg MS/ha más, por cada cm de aumento en la altura de cortes dentro del rango de 12 a 24 cm. Los autores además informan, que el hecho de aumentar la altura al momento de cortar, también elevó la producción invernal de forraje.

En el experimento realizado (cuadro 10), la repercusión productiva de aumentar la altura de cortes fue más importante, ya que por cada cm de altura que se le permitió al cultivo crecer para hacer el corte en el rango entre 10 y 27 cm, los rendimientos de forraje aumentaron 867 kg de materia seca por cada cm de aumento en altura pre-corte (figura 10).

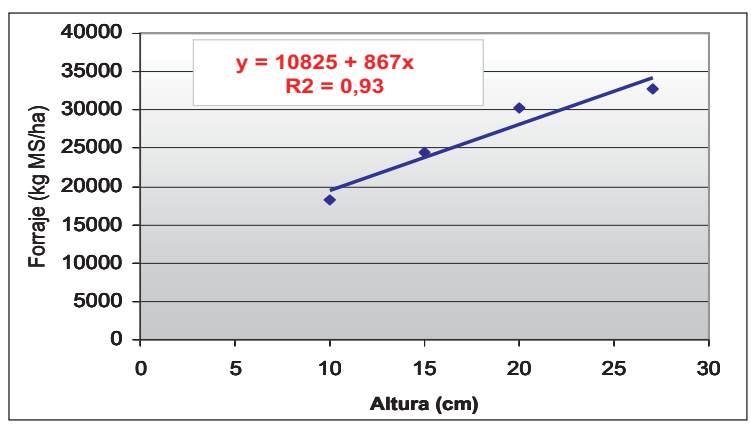


Figura 10. Relaciones entre los rendimientos de forraje acumulados de tres años y las alturas promedio de manejo de cortes.

La magnitud de este valor indica la enorme dependencia que tiene *Lotus corniculatus* de alcanzar una alta superficie fotosintéticamente activa antes del corte, si se pretende que desarrolle buenas tasas de rebrote posteriormente. Este aspecto también indica, que esta especie, al almacenar bajas cantidades de reservas en raíz y corona, depende excesivamente del tamaño y calidad del aparato foliar. Este atributo, bajo las condiciones normales de manejo del pastoreo en nuestro país, constituye un problema en esta especie, ya que se limita su capacidad de producción frente a manejos rotativos con intervalos entre pastoreos cortos, determinando además un aumento del peligro de muerte de plantas, cuando éstas se encuentran con su sistema radicular y vascular atacado por Fusarium sp y otros hongos.

Evidentemente, cuando *Lotus corniculatus* es mal manejado en términos de frecuencia de pastoreos en el período previo al cierre para semillas, si además, se cierra tarde en primavera, cultivos de tres y cuatro años de edad, que generalmente ya tienen problemas de *Fusarium* sp., seguramente presentaran bajos potenciales de producción de semilla en la primera cosecha, especialmente en ambientes con limitaciones de agua y muy probablemente produzcan poca semilla para la segunda cosecha. Sin embargo, cuando se maneja con frecuencias de pastoreo adecuadas, la capacidad de producción de forraje en primavera y consecuentemente de semillas, aumenta (cuadro 11).

La aplicación de manejos frecuentes, cortes cada 8 cm de altura del tapiz, durante otoño e invierno, deprimió la acumulación de forraje a cosecha y los rendimientos de semilla, (primera cosecha), especialmente en la primavera más seca, comparativamente con el sistema de cortes con alturas del tapiz de 15 cm. Esta información muestra como el manejo de defoliación en fase vegetativa, repercute en la etapa reproductiva, deprimiendo la producción de semilla, especialmente cuando hay deficiencias hídricas.

La información recabada permite sugerir que *Lotus corniculatus* se comportó como: a) una leguminosa intolerante a esquemas de manejo muy frecuentes, puesto que cortes cada 22 y 30 días, deprimieron en forma importante los rendimientos comparativamente con los intervalos entre cortes más espaciados, 45 y 60 + 30 días, b) el solo hecho de aplicar frecuencias de 22 ó 30 días en una sola estación del año, 90 días, ya determina efectos residuales negativos, es decir, disminuciones en la capacidad de producción en la estación siguiente, c) es una leguminosa con baja capacidad de producción en invierno, donde a partir del tercer invierno en adelante, la aplicación de las dos frecuencias de cortes superiores, 22 y 30 días, prácticamente anulan la capacidad de crecimiento invernal, d) considerando las producciones de forraje acumuladas de tres y cuatro años, los rendimientos de los manejos de cortes de 22 y 30 días disminuyeron la capacidad productiva en torno al 40 y 20 % comparativamente con los rendimientos obtenidos en el manejo de cortes cada 45 días, e) en términos relativos, los rendimientos de forraje de los manejos de cortes cada 22, 30, 45 y 60 + 30 días fueron respectivamente 55, 74, 92 y 100%.

En los establecimientos debería programarse el manejo de pastoreo de *Lotus corniculatus* con intervalos en torno a los 45 días, o alturas del tapiz entre 20 y 25 cm, teniendo presente que el solo hecho de pas-

Cuadro 11. Producción de semilla (S kg/ha) y forraje acumulado a cosecha (kg MS/ha) de lotus San Gabriel, manejado desde mediados de otoño e invierno con cortes cada 8 cm y 15 cm de altura del tapiz. Información de cuatro experimentos.

Frecuencia	kg MS/ha	S (kg/ha)	Frecuencia	kg MS/ha	S (kg/ha)
8 cm	2430	274 b	8 cm	1120	116 b
15 cm	2895	345 a	15 cm	1580	227 a
8 cm	2575	257 b	8 cm	1550	111 b
15 cm	3150	366 a	15 cm	2640	286 a
Octubre-noviembre-diciembre Húmedos, 256 mm			Octubre-noviembre-diciembre Secos, 174 mm		

torear frecuentemente, 22 a 30 días en períodos de 90 días, ya origina depresiones importantes de rendimiento, dada su escasa tolerancia a estos esquemas. Adoptando esquemas de manejo por altura, seguramente en cultivos de tres y cuatro años, solamente den un pastoreo en invierno con el tapiz a 20 cm de altura. Especial ponderación debe asignarse a la baja capacidad de producción invernal de plantas de tres o más años, que se agrava hasta prácticamente anular el crecimiento invernal cuando se aplican regímenes de cortes frecuentes, 22 a 30 días. En estas situaciones, la producción de semillas de fin de primavera, inicio de verano, está fuertemente condicionada por la disponibilidad de agua.

5. FECHAS DE CIERRE

Los tallos formados en septiembre, octubre y noviembre, son los que luego de recibir los estímulos inductores del ambiente, un porcentaje de ellos, se convierten en tallos fértiles, que generan las vainas para la primera cosecha de semilla. Un manejo correcto de la frecuencia de cortes en fase vegetativa, previo al cierre, determina que las plantas tengan buen vigor, atributo que mejora sustancialmente la captación de las señales del ambiente, aumentando el número de tallos fértiles y de inflorescencias (cuadro 12).

Esta especie a partir del segundo año, generalmente presenta en sus raíces infecciones de *Fusarium* sp., que se intensifican con el avance en la edad de las plantas, originan estrés y pérdidas de vigor, que pueden intensificarse en condiciones de inadecuado manejo del pastoreo. Estos problemas repercuten en el comportamiento de las plantas, tanto en fase vegetativa como reproductiva. Ya fue señalado que en la medida que aumenta la edad del cultivo, los picos de floración y semillazón se adelantan en el tiempo. Debido a que la infección de *Fusarium* sp. altera el sistema vascular, floema y xilema, éste último, conductor del agua en la planta, determina que a consecuencia de sus alteraciones, los individuos además de soportar el estrés de la infección fúngica, tengan mayores dificultades en la captación y transporte del agua, consecuentemente, aumenta la susceptibilidad de las plantas al estrés hídrico. Generalmente, consecuencia de esta enfermedad, las segundas cosechas en cultivos de tercer y cuarto año, no son frecuentes, salvo en circunstancias de alta disponibilidad de agua. Por las mismas razones, semilleros ubicados en suelos con bajo almacenaje de agua, generalmente en el tercer y cuarto año, si las condiciones de ambiente son secas, no solamente peligra la segunda cosecha de semillas, sino que además se puede comprometer la primera. Los aspectos comentados de *Fusarium* sp. y su relación con la edad de las plantas y la sanidad del sistema conductor de agua, determina que las fechas de cierre deben tener en cuenta estos problemas, tanto más, cuanto menor capacidad de suministro de agua tenga el suelo. Por estas razones, cierres de inicios de septiembre pueden resultar excesivamente tempranos en semilleros de primer o segundo año, en tanto ser los más adecuados en cultivos de tres o cuatro años. En éstos, la estrategia consiste en evitar o aminorar la intensidad del estrés hídrico que normalmente ocurre a fines de primavera y verano.

La fecha de cierre del semillero, en cultivos vigorosos y/o de poca edad, permite eliminar por corte o pastoreo el exceso de ta-

Cuadro 12. Efectos de la frecuencia de cortes en otoño e invierno, sobre los rendimientos de forraje (kg MS/ha) en septiembre hasta el 15 de octubre y número de tallos fértiles en diciembre. Lotus San Gabriel de tercer año.

1 de abril al 30 de agosto		1 de septiembre al 15 de octubre		Diciembre
Número de cortes	kg MS/ha	kg MS/ha	%	N° tallos fértiles/m^2
4	1225	544	100	229
2	1440	2930	438	694

llos y hojas que vienen de otoño e invierno, que no se convertirán en tallos fértiles y posibilitar el desarrollo de los tallos que luego de la inducción floral se convertirán en fértiles. Cierres muy tempranos en semilleros vigorosos pueden originar excesos de estructuras vegetativas, que compiten con los tallos reproductivos, pueden dificultar la polinización y originar vuelco de las plantas en la etapa de llenado de la semilla, deprimiendo los rendimientos. Cuando los cultivos se cierran tarde, noviembre, diciembre, se defolian tallos fértiles, disminuyendo el potencial de generación de estructuras reproductivas y por tanto los rendimientos de semilla.

Con el avance de la primavera y verano lotus pierde linealmente capacidad de formar flores y vainas, disminuyendo el potencial de producción de semillas. A partir de seis experimentos de fechas de cierre, en el cuadro 13 se muestra la evolución promedio de la capacidad de formación de vainas y producción de semilla, para los cultivares San Gabriel e INIA Draco.

Entre cultivares los datos no son comparables, puesto que se originan de años y suelos diferentes. La información muestra que atrasos en la fecha de cierre: a) disminuye la producción de vainas, b) los rendimientos de semilla, c) el potencial de la segunda cosecha es inferior al de la primera, d) disminuyen la altura de tallos, e) la leguminosa acumula menos forraje a cosecha, ambos atributos, facilitan el operativo de la misma, f) pero como elemento negativo, se resalta que la distribución de las vainas dentro del tapiz se modifica en forma importante, g) mientras que en los cierres tempranos, la mayoría de las vainas quedan inmersas en la masa de forraje, sin que los rayos solares les impacten directamente, hecho que disminuye los riesgos de desgrane, dando mayor período, es decir mayor flexibilidad de tiempo para cosechar y obtener rendimientos de semilla máximos, o próximos al mismo, h) los cierres tempranos generalmente presentan forraje acamado, dan la impresión de rendir poco, porque la mayoría de las vainas no se ven fácilmente, por estar localizadas dentro de abundante masa de forraje, visualmente dan mala impresión y la cosecha es más lenta y complicada, i) en los cierres tardíos, las plantas acumulan menos forraje a cosecha, tienen menor altura de tallos y la mayoría de las vainas se posicionan en el estrato superior del tapiz, quedando expuestas al impacto directo de los rayos solares, esto aumenta en forma considerable los riesgos de dehiscencia, tanto más, cuanto más hacia noviembre y diciembre se cierre para semilla y cuanto más seco se presenten las condiciones de ambiente. En estas situaciones hay muy poca flexibilidad para cosecha, generalmente se dispone de muy pocos días para obtener los rendimientos máximos o con valores próximos al mismo, obviamente que los potenciales de rendimiento son inferiores a los cierres tempranos y los riesgos de dehiscencia de vainas y desgrane son máximos, j) generalmente los cierres tardíos originan curvas de floración y semillazón más concentradas. Estos cultivos son más fáciles de cosechar por tener bajo volumen y distribuir las vainas en la parte superior del tapiz, hechos que muchas veces determinan en los productores hacer cosecha directa, con o sin desecante, "peinando el semillero". Este término lo aplican los productores semilleristas, cuando hacen cosecha directa, regulando la altura de la plataforma para que

Cuadro 13. Efecto del mes de cierre del semillero sobre la población de vainas y rendimientos de semilla.

Variables	Mes de cierre, entre los días 15 y 22							
	8	9	10	11	12	1	2	3
N° vainas/m^2	8000 3400	7800 3055	6000 2666	4200 2055	3800 1444	2600 1277	1800 650	**0**
Semilla (kg/ha)	600 217	550 299	480 287	370 126	260 133	230 97	- -	**-** **-**
Cosechas	Primera				Segunda			

En negro = INIA Draco, en rojo = San Gabriel.

corte la mitad superior de las plantas, tanto en cierres tardíos, como en siembras asociadas. Estos cultivos cerrados tarde, presentan sus plantas erectas, visualmente tienen buen aspecto y como la mayoría de sus vainas están expuestas y se ven, inducen a pensar equivocadamente que tienen altos rendimientos de semilla.

En el cuadro 14 se muestra información para tres fechas de cierre, donde el lotus durante invierno y hasta el cierre fue manejado de dos formas, bajo un sistema de cortes frecuentes (F), cada 30 días, donde las plantas se debilitan y pierden vigor y otro de cortes cada 45 días (N) que mantiene las plantas vigorosas.

Además de tratarse de un lotus de tercer año, con infección de *Fusarium* sp. en sus raíces, los meses de diciembre y enero fueron más secos que lo normal, acumulando 135 mm, agravado por temperaturas altas y tiempo despejado y soleado.

La información muestra que dentro de cada fecha de cierre, el manejo frecuente: a) deprimió la producción de forraje precierre, b) los rendimientos de forraje acumulados a cosecha y consecuentemente, c) los rendimientos de semilla en los picos de máximo rendimiento, d) las curvas de semillazón son más concentradas en el tiempo sobre el pico de máximo rendimiento, determinando menor flexibilidad en el período de cosecha comparativamente con el manejo de cortes cada 45 días, e) las pérdidas de rendimiento de semilla luego del pico de máxima producción, caen más rápido. Esto se debe a que la menor acumulación de forraje ubica las vainas sobre la parte superior del tapiz, quedando más expuestas a la radiación, abriéndose más rápido, tanto más cuanto más tarde se cierra para semillas. Adicionalmente, se observa que a medida que se atrasa la fecha de cierre: f) disminuye la acumulación de forraje a cosecha, g) por lo tanto, bajan los rendimientos de semillas por menor número de vainas, h) las curvas de semillazón son más concentradas, i) el período de cosecha para máximo rendimiento es menor, j) la tasa de desgrane luego del pico de máximo rendimiento es superior a medida que se cierra más tarde, acelerándose más aún, si el cultivo tiene poco vigor, manejo previo frecuente. Este aspecto se visualiza claramente en el cierre del 25 de noviembre, donde la producción de semillas del 30 de enero, posteriormente se desgranó completamente, 6 de febrero, con rendimiento nulo. Este hecho contrasta con lo que sucede con cierres tempranos, 24 de septiembre, donde la mayor acumulación de forraje con las vainas ubicadas mayoritariamente dentro del tapiz, demoran más en secarse, el secado es más lento, por tanto persisten más tiempo sin abrirse y permiten cosechar por mayor número de días. Lo comentado previamente reviste una importancia práctica incuestionable y resalta la importancia de disponer de buen volumen de forraje acumulado a cosecha. Este no solo incrementa el potencial de producción de semilla, sino que además permite obtener altos rendimientos por períodos más prolongados. En la figura 11 se ejemplifica para un semillero de lotus San Gabriel, las consecuencias que tienen los cierres tempranos y tardíos sobre diferentes variables de importancia económica y práctica.

Cuadro 14. Lotus INIA Draco, de tercer año, efecto de dos manejo de cortes, frecuentes cada 30 días (F) y normal cada 45 días (N), en la producción de forraje precierre, a cosecha y rendimientos de semilla.

Manejo previo	kg MS/ha	Cierres	kg MS/ha a cosecha	Momentos de cosecha. kg/ha semilla					
				2/1	9/1	16/1	23/1	30/1	6/2
N	1530	24/9	4530	67	277	93	81	32	-
F	1290		3390	49	211	79	60	15	
N	2520	24/10	3830	56	222	31	-	-	-
F	1870		2970	22	142	27	-	-	-
N	3410	25/11	2290	-	-	-	101	174	0
F	2290		1285	-	-	-	22	77	0

Dentro de cada cierre, números en rojo son menores (P<0,05) que en negro.

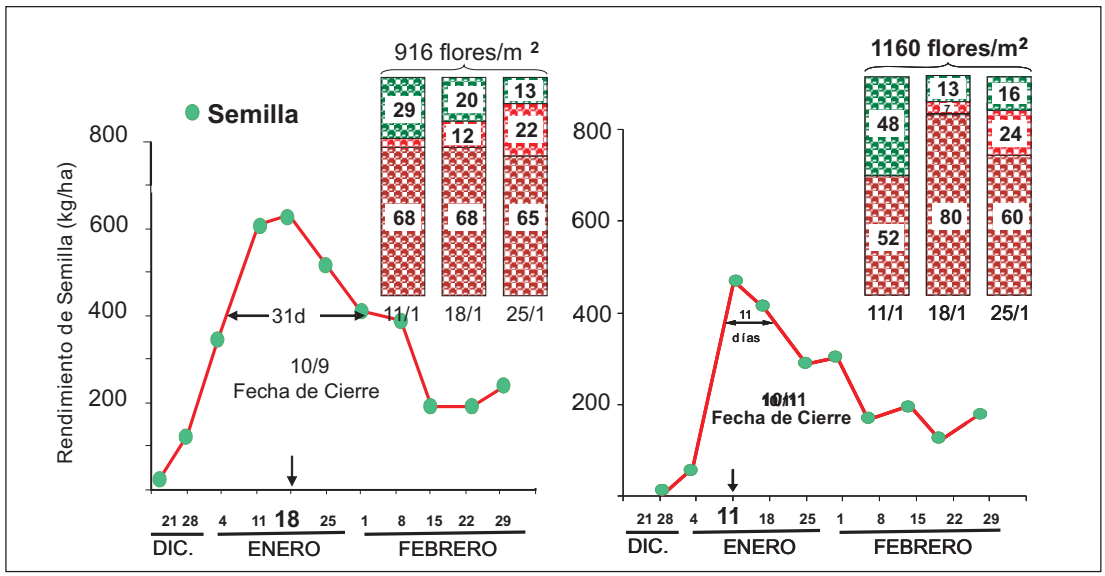


Figura 11. Impacto de dos fechas de cierre, temprana del 10 de septiembre y tardía del 10 de noviembre, sobre los rendimientos de semilla, la curva de semillazón y los días de cosecha. (Formoso, 1996).

La información mostrada en la figura 11 corresponde a una muy buena primavera para producción de semillas de lotus. El cierre temprano del 10 de septiembre, presentó un pico de máximo rendimiento de semilla de 670 kg/ha, el tardío, 10 de noviembre, de 509 kg/ha. En el cierre temprano, el pico de máximo rendimiento se ubicó el 18 de enero, en el tardío, el 11 de enero. Los cierres tardíos disminuyen el tiempo entre el cierre y máximo rendimiento de semillas, es decir los procesos reproductivos se aceleran e insumen menos tiempo, por tanto, se pierde potencial de rendimiento. Una diferencia de gran importancia práctica radica en que mientras el cierre temprano permite mantener por 31 días rendimientos de semilla de 400 kg/ha o más, en el cierre tardío, por apenas 11 días se mantienen rendimientos de 400 kg/ha o superiores. La tasa de dehiscencia de vainas y pérdida de semilla es superior en el cierre tardío que en el temprano. Las diferencias en los procesos que ocurren entre cierres tempranos y tardíos se explican por las cantidades de forraje acumulado a cosecha, la altura de los cultivos y la distribución de las vainas en el tapiz. Mientras que en los cierres tempranos se acumula más forraje, se visualizan pocas vainas, porque la mayoría están protegidas del sol por el forraje, en los cierres tardíos, la mayoría de las vainas están expuestas a la radiación solar directa, por estar ubicadas en la parte superior del tapiz y por tanto, sujetas a perder agua a mayor velocidad, hecho que acelera marcadamente la apertura de vainas y dehiscencia de la semilla.

En el cierre temprano, el máximo rendimiento de semillas se produjo cuando el cultivo presentaba: 68% de la población de vainas de color marrón, 20% de vainas inmaduras, verdes, 12% de vainas abiertas y 916 flores amarillas/m^2. Se resalta el hecho de la gran cantidad de flores amarillas existentes en el momento de máximo rendimiento de semillas, puesto que generalmente los tomadores de decisiones, cuando ven tantas flores amarillas, determinan que aún el cultivo no está para cosechar, decisión que constituye un error de apreciación. El hecho de dilatar la cosecha puede llevar a cosechar 200 kg/ha o menos de semilla (figura 11).

En el cierre tardío, el estado del semillero dificulta aún más la decisión de comenzar la cosecha. En éste, el 11 de enero, registro del máximo rendimiento de semilla, el cultivo presentaba 1160 flores amarillas/m^2, casi la mitad de las vainas verdes, 48% y

solamente 52% de vainas marrones. Tanto la alta cantidad de flores amarillas, como de vainas verdes, generalmente originan que se dilate el momento de cosecha, decisión que es un error.

Se realizaron los comentarios precedentes con el objetivo de advertir que muchas veces las flores amarillas, y/o las vainas verdes, confunden a los tomadores de decisiones, dilatan el momento de cosecha y se cometen errores al disminuir los rendimientos de semilla cosechada. Cuanto menos inductoras de floración sean las condiciones de ambiente, más complicado es tomar la decisión acertada de cuando iniciar la cosecha. Por estas causas, muchas de las recomendaciones internacionales y algunas nacionales de inicio de cosecha en lotus, no siempre son acertadas.

En semilleros de tres y cuatro años de edad, generalmente la floración y semillazón es más concentrada y si el ambiente tiene buenas condiciones inductoras del estado reproductivo, muchas veces las recomendaciones internacionales se adaptan satisfactoriamente. En semilleros de primer y segundo año, la situación es diferente, la floración es más extendida y es frecuente la inexistencia de picos definidos de floración y semillazón, en estas situaciones las recomendaciones internacionales no son correctas (figura 12).

Debe considerarse que muchas veces en siembras tempranas, inicios de abril, si durante primavera se presentan condiciones de ambiente propicias para favorecer floración, puede ocurrir que a pesar de ser semillero de primer año, se logren alcanzar porcentajes de vainas maduras elevados, 70% o más.

La siembra tardía en un semillero de primer año determinó que dentro de la población de vainas, las maduras (vainas marrones) no sobrepasaran el valor de 50% en la primera cosecha y de 40% en la segunda. En estas condiciones, si se adopta el criterio de cosechar con el 70% de vainas maduras, el semillero no se cosecharía, sin embargo, en la primera y segunda cosecha acumuló rendimientos de semilla de 476 y 332 kg/ha, respectivamente. Estos rendimientos se explican por la muy alta población de vainas maduras existentes, sin embargo, porcentualmente no sobrepasaron valores del 50%.

Cuando los semilleros se cosechan en forma indirecta, dentro de cada categoría de tipificación de vainas, inmaduras (VI) y maduras (VM), existe una variación importante. Cuando el semillero es cortado, muchas vainas clasificadas como inmaduras pueden

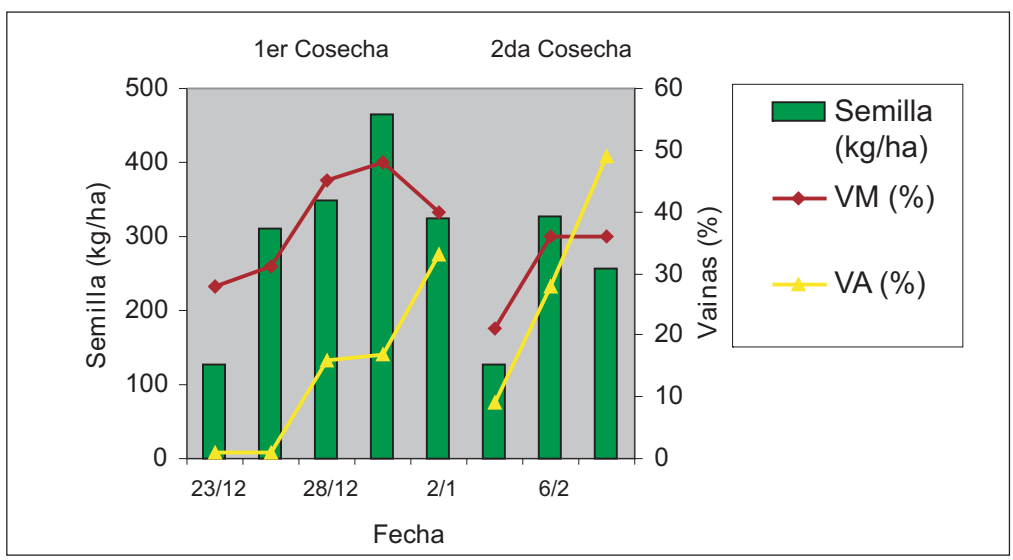


Figura 12. Rendimientos de semilla (kg/ha) en la primera y segunda cosecha y evolución de los porcentajes de vainas marrones (VM) y abiertas (VA). Lotus San Gabriel de primer año, sembrado en mayo.

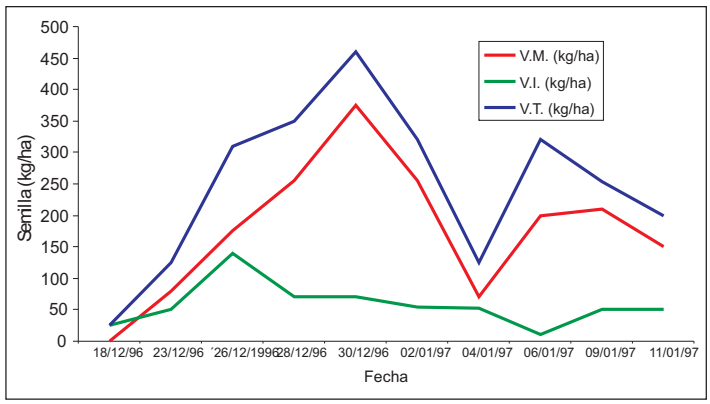


Figura 13. Rendimiento de semilla de vainas maduras (VM) e inmaduras (VI) en un semillero de primer año de lotus El Boyero.

llegar a aportar cantidades interesantes de semilla germinable como se muestra en la figura 13.

Las vainas inmaduras, con tonalidades verdes, aportaron en períodos prolongados rendimientos de semilla superiores a los 50 kg/ha, obviamente que la mayoría de la semilla cosechada se explica por las vainas maduras.

En el cuadro 15 se presentan para diferentes experimentos, con distintas edades de plantas, los efectos de diferentes fechas de cierre sobre los rendimientos relativos de semilla.

En términos generales los rendimientos de semilla superiores se obtienen en los cierres de septiembre, con plantas de tercer año, los cierres de agosto pueden aumentar los rendimientos de semilla con relación a los de septiembre. Frecuentemente los cierres de octubre producen rendimientos de semilla similares (P>0,05) a los de septiembre, mientras que los cierres de verano presentan normalmente menor potencial de producción de semilla.

Con relación a las fechas de cierre y la acumulación de forraje a cosecha, la figura 8 del numeral 3.5, muestra la relación existente entre rendimientos de semilla y la acumulación de forraje. Dado que tanto a nivel técnico como empresarial, generalmente se aduce que semilleros de lotus con altas cantidades de forraje acumulado, son considerados como mal manejados, aspecto que los encargados de cosechar los semilleros resaltan con insistencia, evidentemente porque las velocidades de cosecha se enlentecen y por tanto las hectáreas cosechadas por día disminuyen. La figura 14 muestra la relación entre el forraje acumulado a cosecha y su relación positiva con los rendimientos de semilla y negativa con el porcentaje de vainas abiertas.

Cuadro 15. Efecto de diferentes fechas de cierre sobre los rendimientos relativos de semilla de *Lotus corniculatus* con distintas edades de plantas, tomando como 100 los rendimientos de semilla (kg/ha) de los cierres de septiembre.

Edad	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3#**	**3**	**3**
Agosto	127			91		97			110	172
Septiembre	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Octubre	94	91	78	72	66	82	91	66	91	90
Noviembre		71	65	44	48	49	81	30	65	35
1 a 15 enero	38	77	-		54	-	30	97	-	46
20 a 30 enero	24	-	-		-	-	5	11	-	-
15 a 28 febrero	0	11	-		-	-	0	0	-	7
100%	497	194	201	452	221	207	538	79	279	224

De agosto a noviembre los cierres se ubican entre los días 15 a 20.
primavera y verano secos.

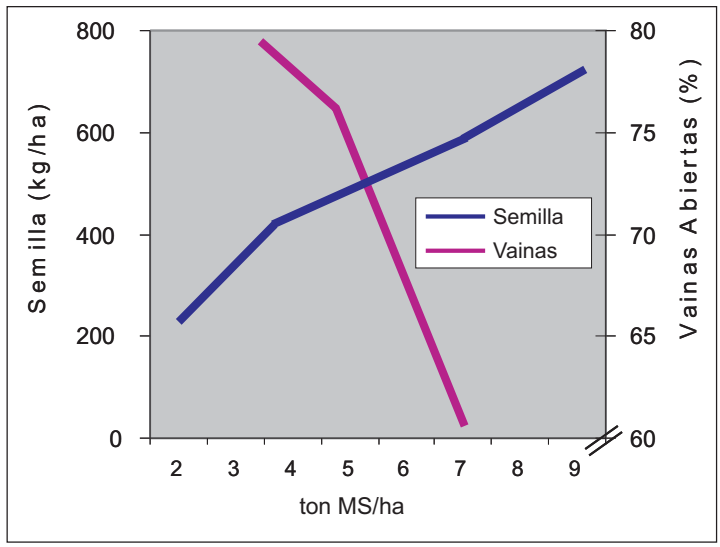


Figura 14. Relaciones entre la acumulación de forraje a cosecha, con los rendimientos de semilla y porcentajes de vainas abiertas.

Las variaciones en los rendimientos de forraje a cosecha se obtuvieron en función de la aplicación de diferentes fechas de cierre, desde mediados de agosto donde se registran los mayores rendimientos acumulados, a fines de noviembre, que presentaron las menores producciones, figura 14. Las condiciones de ambiente favorables durante primavera promovieron el crecimiento de forraje especialmente en los cierres tempranos. Enero, mes de cosecha para todos los cierres, fue seco y con muy baja humedad relativa, o sea, alta demanda de agua del ambiente, característica que determina muy altas tasas de dehiscencia de vainas maduras (Metcalfe *et al.*, 1957). En la figura 14 se observa claramente el impacto que tiene la mayor acumulación de forraje en disminuir la velocidad de secado de las vainas maduras y por tanto, bajar abruptamente el riesgo de desgrane de esta especie. La dehiscencia de las vainas, constituye uno de los mayores impedimentos en registrar elevados rendimientos de semilla en esta especie. Por tanto, la protección de las vainas por el forraje, evitando que la radiación solar impacte sobre las mismas, determina menor tasa de pérdida de humedad, de dehiscencia de frutos y eleva los rendimientos de semilla cosechable por mayores períodos de tiempo, atributo que en la práctica es de muy alta importancia económica.

6. POLINIZACIÓN

Las flores de *Lotus corniculatus* son muy atractivas para las abejas y otros polinizadores, requiriéndose en general entre 2 a 3 colmenas fuertes por hectárea para realizar una polinización eficiente. Semilleros de *Lotus corniculatus* en floración próximos a semilleros de alfalfa o trébol rojo, pueden determinar disminuciones muy importantes en los rendimientos de semilla de alfalfa y rojo, puesto que las abejas van a preferir visitar al *Lotus corniculatus*. Un problema similar ocurre con semilleros de trébol blanco. Sin embargo, las abejas prefieren el trébol blanco sobre *Lotus corniculatus*. Las flores de *Lotus corniculatus* permanecen abiertas unos 10 días si no son visitadas por insectos, una vez fecundadas permanecen abiertas solamente por 4 a 5 días (Morse, 1958).

El número de óvulos convertidos en semilla aumenta con el número de visitas de polinizadores a la flor (Bader y Anderson, 1962). *Lotus corniculatus* contiene entre 20 y 70 óvulos por carpelo, con un número promedio de 45, de los cuales solamente entre 15 a 20 óvulos por ovario se desarrollan en semillas maduras. Los óvulos dentro de un ovario compiten por nutrientes, hecho que determina que éstos varíen en el estado de desarrollo que se encuentran. Dentro del ovario, los óvulos se mantienen fértiles por

Figura 15. Umbela de Lotus con cinco flores, donde se observa la heterogeneidad de estados, una flor fertilizada, dos flores receptivas y dos aun sin abrir.

8 días, aunque individualmente son fértiles por 2 a 3 días (Seaney y Henson, 1970). Los granos de polen de una flor no germinan en la misma, dado que una membrana estigmática actúa como impedimento. Los polinizadores al visitar la flor, provocan el estallido floral y la salida del polen del estigma. Concomitantemente se rompe la membrana estigmática, la cual secreta un fluido estimulante de la germinación del polen y el estigma se vuelve receptivo a los granos de polen de otras flores, que están adheridos en el cuerpo del polinizador, asegurando la polinización cruzada.

En *Lotus corniculatus*, se midieron en INIA Estanzuela los tiempos de pecoreo de las recolectoras de néctar, que insumen 1,94 minutos para visitar 25 flores, mientras que las de polen invierten solamente un minuto para visitar la misma cantidad de flores. Paralelamente se cuantificó la variación existente durante el día en el número de abejas pecoreando en diez metros cuadrados durante un minuto (figura 16).

La máxima actividad se realiza sobre el medio día y la tarde (figura 16).

El manejo de la población de insectos polinizadores determina la cantidad de semilla a cosechar. Cuando se trató el tema de polinización de trébol rojo se realizaron una serie de sugerencias sobre el tema, que se aplican en lotus.

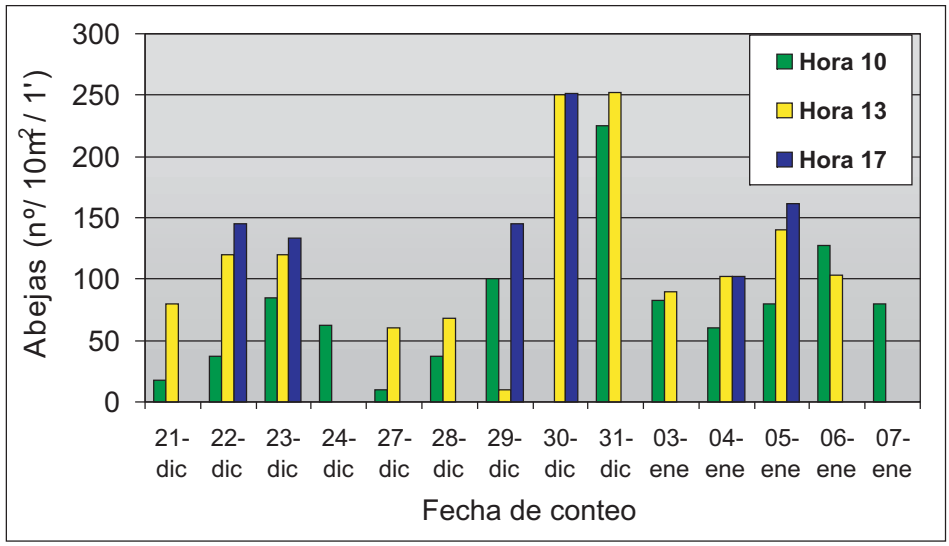


Figura 16. Actividad diaria de abejas pecoreando lotus.

Cuadro 16. Efecto de la densidad de colmenas en los rendimientos de semilla de *Lotus corniculatus* en el litoral agrícola del país.

Colmenas (N /ha)	10	5	2,5	1,2	0,62	0,31	0,15	0,07	0,03
Semilla (kg/ha)	187	224	172	229	203	208	200	200	183

Trabajos realizados en la década del 80 en el litoral agrícola, en semilleros de lotus, con el objetivo de aumentar el número de visitas por flor, a los efectos de incrementar los rendimientos de semilla, mostraron que la abundancia de abejas es de tal magnitud en algunas zonas, que no se obtiene respuesta en rendimiento de semilla frente a variaciones en el número de polinizadores por unidad de superficie, generados por la colocación de diferente número de colmenas fuertes y sanas por hectárea (cuadro 16).

En el presente, el aumento del área de soja, cultivo que requiere de numerosas aplicaciones de insecticidas, por malas prácticas de aplicación de insecticidas y uso de productos tóxicos para abejas y polinizadores en general, es altamente probable que en muchas zonas del país, donde años atrás no había respuesta en rendimiento de semilla por el aumento del número de colmenas por hectárea, actualmente es muy probable que el tema polinización deba priorizarse, puesto que la población de polinizadores ha disminuido en magnitud sumamente importante.

Lotus corniculatus produce poco polen por flor, problema que la especie ha solucionado adaptativamente mediante la producción de flores que abortan, denominadas flores abortivas, pudiendo llegar a ser entre el 40 y 50% de la población total de flores. Estas no producen vainas y tienen un doble objetivo: aumentar la atracción de los polinizadores e incrementar la producción de polen del semillero. En esta especie abortan las semillas formadas por autofecundación.

Otro trabajo realizado en el litoral del país con el objetivo de aumentar la alogamia, mediante el incentivo de incrementar la actividad de las abejas polinizadoras, se realizó mediante el manejo de colonias en un semillero de lotus San Gabriel de segundo año. Se evaluó la colecta de polen de colonias alimentadas con fructosa, en otras se les colocó una trampa de polen, un tercer grupo

Figura 16. De las cinco flores iniciales de la umbela (figura 15), terminan su desarrollo en vainas maduras, solamente dos, se perdió un 60% de esfuerzo reproductivo.

tenía ocho panales de cría abierta y estos tratamientos se compararon con colmenas testigo (cuadro 17).

La información muestra que mediante el manejo de colonias, se puede aumentar significativamente la colecta de polen y consecuentemente, mejorar la polinización. Con el mismo objetivo, incrementar la polinización, se trabajó con un atrayente y estimulante del pecoreo, Bee-Here. La información obtenida se muestra en el cuadro 18.

La aplicación del atrayente y estimulante del pecoreo, no diferenció la población de abejas en relación al tratamiento testigo. De cuatro experimentos donde se comparó la producción de semillas entre tratamientos con Bee-Here con un testigo, solamente en uno, el atrayente aumentó la producción de semilla en un 31% (P<0,05) (cuadro 18).

7. RIEGO EN LOTUS

7.1 Introducción

Esta leguminosa se caracteriza por almacenar bajas cantidades de reservas de energía en sus raíces, por tanto, presenta alta dependencia de su aparato fotosintético. Además es poco tolerante a altas temperaturas, principalmente si las mismas vienen acompañadas de deficiencias hídricas. El crecimiento del consumo de energía por incrementos en la tasa respiratoria en respuesta a mayores temperaturas, es muy superior a la fijación de energía por fotosíntesis, por tanto, el balance neto de energía para la planta disminuye con aumentos de la temperatura. Fisiológicamente, este hecho determina una situación de fragilidad para cada individuo frente a cualquier estrés. Puesto que la fase reproductiva de lotus, ocurre simultáneamente con el aumento de las temperaturas medias y en general con disminuciones en la disponibilidad de agua, el hecho de regar en éste período, implica promover más crecimiento, básicamente se incrementan las ramificaciones de los tallos de la corona, atributo que se contrapone y disminuye o anula la capacidad de reservar energía. Por las razones enunciadas el riego en lotus debe ser encarado considerando sus bajas reservas energéticas y desempeño en condiciones de temperaturas altas.

Por tratarse de una especie de crecimiento indeterminado, el riego debe promover los tallos que generarán vainas, los que provienen de la corona y las ramificaciones de éstos, evitando los excesos de crecimiento vegetativo.

Cuadro 17. Estrategias de manejo de colonias en lotus San Gabriel y su impacto en la colecta de polen.

Colonias	Polen (g)	%
Alimentadas con fructosa	32,6	125
Trampa de polen entre las 8 y 17 horas	36,8	153
Con ocho panales de cría abierta	37,2	156
Testigo	14,5	100

Cuadro 18. Efectos de la aplicación de atrayente y estimulante del pecoreo Bee-Here, en lotus San Gabriel.

	Nº abejas en 10 m^2 en 10 minutos				
	Atrayente	Testigo	Atrayente	Testigo	
Lotus 1er año	1,66	2,66	3,54	3,76	Lotus 2do año
	Todas las comparaciones : no significativas				
	Rendimientos de semilla (kg/ha)				
	Atrayente	Testigo	Atrayente	Testigo	
Lotus 1er año	151	132	343	262	Lotus 2do año
Lotus 1er año	242	213	258	290	Lotus 2do año
Comparación en azul fue la única significativamente diferente P<0,05					

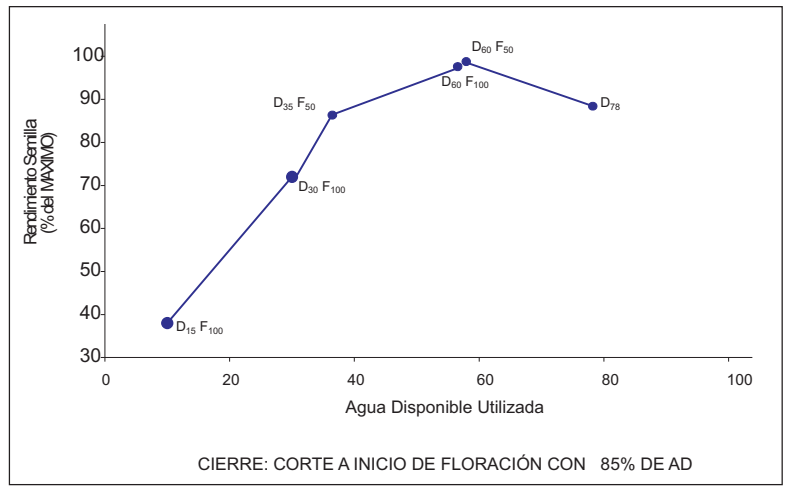


Figura 17. Relación entre el agua disponible en fase reproductiva al momento de irrigación y producción de semillas en lotus de primer año, García y Streiner (2000).

AD= agua disponible. D=disminución del agua disponible en porcentaje del total. F= reposición del agua disponible en porcentaje del total.

Un trabajo de García y Steiner (2000), es ilustrativo respecto a la respuesta al riego en Lotus (figura 17).

En otro trabajo, Garcia *et al*. (2000), regando lotus a razón de dos a tres riegos por semana en un régimen de D6F100 obtuvieron 190 kg/ha de semilla, con un riego prepico de floración manejando el agua disponible en umbrales de D30F100 registró 540 kg/ha, un tercer sistema con un riego en el pico de floración con niveles de D60F50 produjo 750 kg/ha, en tanto el secano, con 43 mm al cierre y 12 mm durante floración semillazón, rindió 690 kg/ha de semilla. Los resultados de este trabajo y el mostrado en la figura 17 indican que para producir semilla lotus requiere, en fase reproductiva de un déficit medio de agua.

7.2 Resultados experimentales

En esta especie se realizaron dos experimentos con el cv INIA Draco, sobre un cultivo de primer año, en la primer y segunda floración.

Con disponibilidades medias y altas de agua en el suelo, lotus direcciona prioritariamente su capacidad de crecimiento hacia la generación de estructuras vegetativas, forraje, en desmedro de las reproductivas, semilla. Depresiones del 95 a 100 % del AD en los primeros 40 cm de suelo resultan muy excesivas para lotus. En estas condiciones, presenta disminuciones importantes en el número de tallos y umbelas por planta, en el número de flores por umbela, semillas por vaina y en los rendimientos de semilla. El crecimiento en altura de los tallos se deprime en tal magnitud que las vainas pueden localizarse a menos de 10 cm de altura a partir del nivel de suelo, de hecho se verificaron valores de tan solo 5 cm, característica que prácticamente no permite la recolección y cosecha de las mismas.

Los efectos negativos que originan depresiones tan importantes del AD, (D 95) sobre las estructuras reproductivas de lotus son superiores en el segundo ciclo de floración - semillazón que en el primero.

Los comentarios precedentes se fundamentan a partir de muestreos realizados durante la primavera 1999 - verano 2000 (condiciones de sequía intensa) en parcelas bajo riego y secano, donde se evaluaba la producción de forraje. En estas, el manejo de cortes impuesto posibilitó que las plantas solamente alcanzaran la etapa de vainas inmaduras.

El período noviembre de 1998 a marzo de 1999 presentó abundantes precipitacio-

nes, especialmente durante la floración y maduración de la semilla. El tratamiento regado recibió dos riegos de 30 mm de lámina bruta en la primera floración y uno de 30 mm en la segunda. El agua adicional suministrada al tratamiento regado fue suficiente para deprimir significativamente (P<0,05) la población de vainas en ambas cosechas y el rendimiento de semillas en la segunda cosecha (cuadro 19).

Lotus presenta un menor potencial de formación de flores y vainas en el segundo período de floración con respecto al primero. Sin embargo, la principal determinante del bajo número de vainas en la segunda cosecha fue consecuencia de un marchitamiento importante de la población de flores (*Colletotrichum acutatum*), verificado tanto en el tratamiento regado como en el secano.

En la primera cosecha, en riego y secano, una alta proporción de vainas presentaba síntomas de podredumbre, probablemente originados por los excesos de humedad sobre las vainas inmersas dentro del estrato vegetal. Los excesos hídricos registrados durante primavera-verano también determinaron pérdida de plantas en ambos tratamientos, riego y secano, aunque con mayor magnitud en el primero.

Con referencia a la población de malezas, estas incrementaron su incidencia con el mayor nivel de agua aplicado. Interesa resaltar que bajo riego, en condiciones estrictamente comparativas entre trébol blanco, rojo, alfalfa y lotus, esta última especie presenta una menor capacidad de competencia frente a malezas. Esta característica debería ser tomada en cuenta en condiciones comerciales de producción, priorizando la elección de chacras limpias, si se planifica regar esta especie.

Los excesos de precipitaciones registrados en los períodos estudiados impidieron determinar la respuesta de lotus en producción de semillas frente a condiciones que presentaran mayores niveles de estrés hídrico.

Bugarin y Scaglioni (1988), con lotus San Gabriel comparando producción de semilla en niveles hídricos, alto, medio y en secano obtienen en el primer año: 487, 440 y 366 kg/ha y en el segundo año, 260, 426 y 480 kg/ha de semilla limpia, respectivamente, para cada nivel. Mientras que en el primer año las diferencias en rendimiento de semilla no fueron significativas (P>0,05), en el segundo año, el secano y el nivel medio de agua superaron en rendimiento, al nivel alto de agua en el suelo.

Considerando la información presentada: a) contenidos elevados de agua disponible en el suelo determinaron problemas de persistencia en el stand, incrementaron la incidencia de enfermedades en vainas, coronas y raíces, disminuyeron la población de vainas y rendimientos de semilla, deprimieron la fuerza de competencia de lotus frente a malezas; b) disminuciones del agua disponible en los primeros 40 cm de suelo del orden del 95%, deprimen drásticamente el potencial reproductivo, pero no lo anulan; c) hasta que no se disponga de información experimental suficiente, se sugiere en forma orientativa y preliminar, manejar en etapa reproductiva un contenido de agua disponible en el suelo de 40 a 50 % del total (D60F50), tratando de evitar valores superiores al 50%.

Cuadro 19. Lotus, producción de vainas (Nº/m) y rendimiento (kg/ha) en la primer y segunda cosecha de semilla.

	Primer cosecha 26/1/99		Segunda cosecha 26/3/99	
	Nº vainas/m^2	kg semilla/ha	Nº vainas/m^2	kg semilla/ha
Secano	3276	152	742	75
Riego	2257	144	340	32
Significación	P<0.05	P>0.05	P<0.05	P<0.05

8. MOMENTOS DE COSECHA

Existe una gran cantidad de trabajos que expresan que en lotus el principal problema para obtener altos rendimientos de semilla es la dehiscencia de sus vainas, (Anderson, 1955; Seaney y Henson, 1970; Li y Hill, 1989; Fairez 1994; García-Díaz y Steiner, 2000). Independiente de su hábito de crecimiento indeterminado y la amplitud de su período de floración, la humedad relativa fue indicada como el factor principal que determina la dehiscencia de las vainas, (Anderson, 1955; Metcalfe et al, 1957), aumentando con la velocidad de pérdida de agua de las mismas. Ante este problema, existe una diversidad de autores que determinaron el momento óptimo de cosecha en función del color de las vainas (Anderson, 1955; Winch y MacDonald, 1961; Li y Hill, 1989; Pieroni y Laverack, 1994). Otros trabajos señalan al momento de inicio de cosecha en función del porcentaje de vainas marrones, variando los porcentajes entre 60 y 80%, existiendo variaciones entre autores en la definición del color marrón, entre ellos: marrón, marrón oscuro, marrón claro, pardo, marrón atabacado, marrón dorado, marrón amarillento, etc., (Anderson, 1955; Winch y MacDonald, 1961; Hughes, 1966; Wiggans *et al*., 1966; Metcalfe *et al.,* 1975; Carámbula, 1981; Pieroni y Laverack, 1994).

Los cambios de color en las vainas y las proporciones entre ellas son altamente variables, puesto que dependen de las condiciones de ambiente, aspecto que complica la definición del momento óptimo de cosecha. En general la maduración de las semillas ocurre cuando han alcanzado su madurez fisiológica, completado su peso y capacidad de germinación, momento en que las vainas presentan un color marrón amarillento, marrón dorado, marrón claro. Este color relaciona el estado de las vainas, con la calidad de la semilla. Luego del pico de floración, este color puede ser logrado entre 30 a 45 días, donde nuevamente las condiciones de ambiente, determinan variaciones importantes en los tiempos, razón por la cual, determinar el momento óptimo de cosecha en función de días posteriores al pico de antesis o floración, en esta especie no se puede utilizar, puesto que puede inducir a cometer errores graves. Inicialmente las vainas presentan colores verdosos de intensidad variable, luego comienzan a presentar tonos amarillentos, los cuales van variando al marrón amarillento, marrón claro, luego oscuro y finalizan presentando un color marrón oscuro con tintes negruzcos. Cuando las vainas pasan de presentar tonos amarillentos al marrón claro presentan los mayores pesos de mil semillas y porcentajes de germinación, es decir han alcanzado la madurez fisiológica. Sin duda, que el color de las vainas es indicativo del momento óptimo de cosecha, pero además del color deben considerarse las proporciones entre los distintos colores de vainas con el objetivo de definir que las vainas objetivo, son mayoría.

Dado que la definición de los colores de vainas, puede tener matices personales, las figuras 18 a 20 indican la evolución desde la flor a las vainas.

A partir de la fase marrón claro (figura 20 e) las vainas y semillas siguen perdiendo humedad, las tonalidades pasan a marrón oscuro, posteriormente comienzan a aparecer tintes negruzcos y en estas etapas los riesgos de dehiscencia son altos.

Rocha y Klaassen (1992) evaluaron la evolución del color de las vainas de lotus San Gabriel, en función de los días posteriores a un pico de floración (cuadro 20).

Los rendimientos superiores de semilla se registraron con vainas marrón verdoso, es decir, perdiendo las tonalidades de verde y pasando paulatinamente al tono marrón claro. En este experimento si se esperara a iniciar la cosecha con 60 a 70% de vainas marrones, se hubiera perdido la cosecha de semilla.

Un aspecto crítico para la cosecha de semilla en lotus, es la dehiscencia de las vainas, que está determinada por el grado de madurez de las mismas y las condiciones de ambiente. Las vainas se abren longitudinalmente por las dos suturas, se retuercen en espiral y las semillas caen. En este sentido, la humedad relativa es una variable de suma importancia, con valores superiores al 50 %, las vainas color marrón

Figura 18. a: umbela compuesta de cinco flores, b: solamente persistieron en la misma dos flores.

Figura 19. Evolución del color de vainas en lotus INIA Draco.

claro a oscuro casi no presentan dehiscencia. Sin embargo, cuando las vainas pierden entre 40 y 60 % de su humedad, son dehiscentes y la velocidad de pérdida de humedad de los frutos tiene gran incidencia en la dehiscencia. Las vainas que se secan en forma lenta, presentan menor dehiscencia a igualdad de contenido de humedad, que otras con secado más rápido. En este aspecto, la cobertura de las vainas por el forraje, es un atributo de alta importancia para disminuir la dehiscencia de las mismas. Otra variable importante que incide en la dehiscencia de las vainas es la temperatura. Aquellas de color marrón claro a oscuro, absorben mucha radiación solar calórica, consecuencia de ello, les aumenta la temperatura, frecuentemente entre 4 y 6 grados por encima de la temperatura ambiente, consecuentemente pierden agua y se produce dehiscencia. Este problema ha sido detectado en vainas expuestas al sol (cierres tardíos de fines de octubre y noviembre), inclusive con humedades relativas del orden de 60 a 64 %. Si las vainas están protegidas por forraje, pese a que la humedad relativa se mantiene, al no impactar los rayos solares directamente, presentan menor temperatura y las vainas no se abren.

En primaveras con alta frecuencia de días nublados y condiciones no limitantes de agua en el suelo, principalmente en cultivos de primer y segundo año, se pueden registrar situaciones donde la floración no presenta un pico marcado, consecuencia que las condiciones de ambiente son poco inductoras de los procesos reproductivos. Esto determina curvas de semillazón extendidas, sin

a. Floración, 9/12.

b. Vainas verdes, 26/12.

c. Vainas verde pálido, 26/12.

d. Vainas pasando de las tonalidades verde claro a marrón claro, 4/1.

e. Vainas marrón claro, 19/1. Momento de inicio de operativo de cosecha.

Figura 20. Evolución en el tiempo de la floración y color da vainas en lotus San Gabriel.

Cuadro 20. Evolución del color de las vainas a partir de un pico de floración abundante, en lotus San Gabriel (Rocha y Klaassen, 1992).

DDPF	9	12	15	18	21
V	56	40	13	8	5
MV	39	48	59	41	13
MC	3	7	13	17	40
MO	0	5	15	34	42
Humedad%	69	60	50	52	37
S (kg/ha)	303	570	629	557	367

DDPF= días a partir de un pico de floración abundante. Vainas: V=verde,MV=marrón verdoso, MC= marrón claro y MO= marrón oscuro. S=semilla.

picos de máxima, donde los porcentajes de vainas maduras difícilmente sobrepasan el 60 %. En estos casos, si se espera a que el semillero alcance el 60 a 70 % de vainas marrones, no se cosechará, puesto que los valores de vainas marrones son inferiores. En estas situaciones, el criterio para comenzar la cosecha debería basarse en el comienzo del proceso de dehiscencia de vainas, cuando el cultivo presenta entre 5 y 15 % de vainas abiertas.

Las curvas de floración-semillazón dependen de las condiciones inductoras de floración del ambiente, la disponibilidad de agua y nutrientes, especialmente fósforo en el suelo, la fecha de siembra del cultivo, la fecha de cierre para semillas, la edad de las plantas, la acumulación de forraje a cosecha. Ante tantas variables incidiendo es esperable variaciones importantes en las curvas de semillazón-floración. En el cuadro 21 se resume, para una secuencia importante de experimentos de producción de semillas de lotus, instalados en un período de más de 15 años, donde se evaluaban las curvas de floración-semillazón, los porcentajes de vainas marrones y abiertas en los momentos que se registraban los rendimientos máximos de semilla.

La información muestra que: a) rendimientos de semilla altos, superiores a los 300 kg/ha, pueden ser obtenidos en semilleros de uno a tres años, b) en semilleros de primer año, los rendimientos máximos de semilla se ubicaron en promedio con 53 % de vainas marrones y 12 % de vainas abiertas, c) cuando se siembra temprano en otoño y además se registran buenas condiciones de ambiente inductoras de floración, pueden obtenerse hasta 78% de vainas marrones en semilleros de primer año, d) y a la inversa, con curvas de floración excesivamente extendidas, sin picos de floración-semillazón definidos, los rendimientos de semilla máximos se ubicaron con solamente 40% de vainas marrones y 33 % de vainas abiertas, valores que muestran consistentemente una dispersión alta entre edades de las vainas, e) en semilleros de segundo año, los rendimientos máximos de semilla se ubicaron en promedio con 60 % de vainas marrones y 9 % de vainas abiertas, f) en éstos, con buenas condiciones ambientales para floración pueden registrarse curvas con picos muy marcados, dando los máximos rendimientos de semilla con valores de 73 % o más de vainas marrones y apenas un 4 a 6 % de vainas abiertas, g) cuando las curvas de semillazón son extendidas sin pico marcado de semillazón, los rendimientos máximos pueden ocurrir con 45 % de vainas marrones y hasta 26 % de vainas abiertas, h) en semilleros de mayor edad, tres años, las curvas de floración son más compactas, menos extendidas y presentan en promedio un 75 % de vainas marrones y un 10 % de vainas abiertas al momento de rendimiento máximo de semillas, con valores extremos de vainas marrones de 81 y 62 % y de abiertas de 18 a 3 %, i) en semilleros de tercer año, primera semillazón, las recomendaciones internacionales de inicio de cosecha se ajustan; en las edades menores, hay alta variabilidad de situaciones y muy frecuentemente los valores de vainas marrones son inferiores a los estipulados, j) en todos los experimentos los momentos de máximo rendimiento de semi-

Cuadro 21. Porcentajes de vainas marrones (%VM), de vainas abiertas (%VA) en el momento de máximo rendimiento de semillas, de curvas del primer ciclo de semillazón para lotus San Gabriel, INIA Draco y Estanzuela Ganador de primer a tercer año.

Primer año			Segundo año			Tercer año		
kg/ha	%VM	%VA	kg/ha	%VM	%VA	kg/ha	%VM	%VA
309	41	2	323	45	22	433	81	19
350	46	17	248	57	26	288	72	3
461	47	15	242	79	6	306	73	4
319	40	33	622	67	11	254	80	7
610	53	6	467	65	5	198	81	11
318	41	3	501	52	3	440	81	18
295	52	5	570	66	12	174	77	9
302	54	5	614	67	18	143	71	12
223	57	19	537	45	13	159	62	11
366	78	12	472	45	15	-	-	-
294	73	9	529	47	4	-	-	-
-	-	-	311	68	5	-	-	-
-	-	-	285	69	12	-	-	-
-	-	-	365	73	4	-	-	-
Promedio	53	12	-	60	11	-	75	10
Máximo	78	33	-	79	26	-	81	18
Mínimo	40	2	-	45	3	-	62	3

En rojo, siembras de abril, primaveras muy inductoras de floración.

lla, presentaron valores de peso de mil semillas y germinación acordes con el estándar nacional (INASE).

A partir de la información mostrada (cuadro 20) se sugiere: a) considerar la edad del semillero, el ambiente, suelo, nivel de disponibilidad de agua, de fósforo, y, b) determinar la proporción de vainas (marrón claro más marrón amarillento más marrón oscuro) y las vainas abiertas con respecto a la población total de vainas, c) ignorar las flores amarillas existentes, d) determinar la cantidad de vainas maduras expuestas a radiación solar directa y aquellas protegidas por el tapiz, e) tener presente los valores promedios de vainas marrones y abiertas (cuadro 20) y proceder en consecuencia.

El valor del porcentaje de vainas abiertas, a pesar de su variabilidad, constituye una de las variables agronómicas que posibilitan determinar con mayor grado de certeza el momento óptimo de cosecha, ubicándose en promedio entre 5 y 15 %.

9. MÉTODOS DE COSECHA

9.1 Introducción

Para la cosecha de especies forrajeras que presentan alto riego de desgrane, resulta prioritaria una adecuada planificación con el objetivo de armonizar todos los operativos de cosecha con la disponibilidad de maquinaria, mano de obra, a los efectos de realizar los operativos en el menor tiempo posible y evitar pérdidas excesivas de semilla por desgrane.

Un trabajo realizado en el litoral, con productores con experiencia en producción de semillas de lotus, muestra que en general se siembran áreas superiores a las que se pueden cosechar eficientemente (figura 21).

Evidentemente, a pesar de tratarse de productores con experiencia en el tema, los aumentos del área de los semilleros no van acompasados armónicamente de los reque-

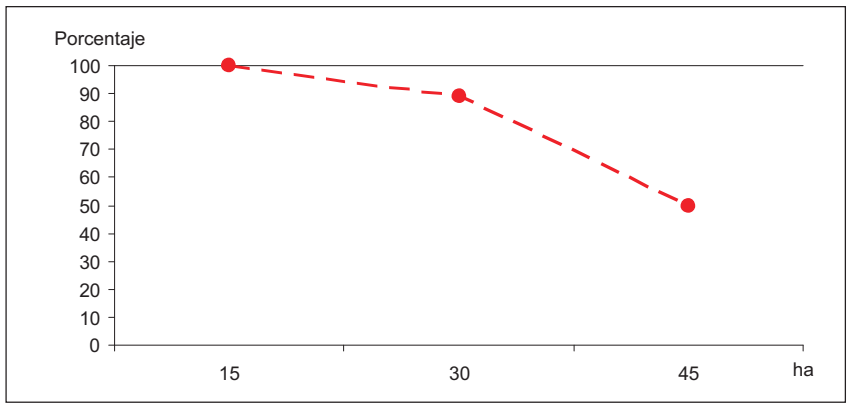


Figura 21. Relación entre la superficie de semilleros de lotus y los rendimientos relativos de semilla que obtienen.

rimientos que éstos necesitan para realizar eficientemente las tareas necesarias. Tamaños de semilleros de 45 ha, determinan disminuciones en los rendimientos de semilla que se obtienen del 50 %, comparativamente con los de 15 ha.

9.2 Métodos de cosecha

Existe diversidad de criterios entre investigadores en los métodos de cosecha a utilizar en esta especie, cosecha indirecta (CI) mediante corte-hilerado simultáneo con pastera de tambores y posterior recolección con cosechadora provista con recolector de las gavillas secas, o directamente, mediante el uso de una plataforma flex y ayuda en la recolección del forraje cortado mediante el molinete de la plataforma, o cosecha directa (CD), mediante la aplicación previa de desecante o sin desecante.

La cosecha directa sin haber aplicado desecante previamente, es un método utilizado cuando el lotus se siembra asociado a trigo. Luego de la cosecha del cereal, persisten los tallos secos del trigo, que además de aportar materia seca al flujo de forraje que entra a la cosechadora, facilitando la trilla, mantiene erectos los tallos del lotus. Este operativo se realiza generalmente "peinando" el rastrojo de trigo. Puesto que las plantas de lotus se mantienen erectas por los tallos secos del trigo y las vainas en general se sitúan en el tercio superior del tapiz, se regula la altura de la plataforma en la cosecha directa de tal forma, que se corta e ingresa a la cosechadora la mitad superior del tapiz. Los rendimientos de semilla con esta opción tecnológica son bajos, 50 a 100 kg/ha, debido a que el lotus debió soportar la competencia del cereal. Cuando éste se siembra a surco alterno con el lotus, los rendimientos de semilla de la leguminosa aumentan.

Por lo general, el volumen de forraje acumulado al momento de iniciar los operativos de cosecha, determina el método a utilizar. Cuando en el semillero se acumulan altas cantidades de forraje a cosecha, generalmente muy folioso y relativamente húmedo, el método de cosecha a utilizar es el indirecto. Actualmente este se realiza de varias formas, una consiste en cortar con pastera de tambores o hileradora automotriz, generalmente provista de discos cortadores, donde el forraje es engavillado, a los efectos que se seque lo suficiente como para poder ser trillado. En esta opción, si las gavillas tienen abundante forraje, se secan más rápido en la parte superior expuesta directamente al sol, donde se desgranan vainas, en tanto la parte inferior demora más en secarse apropiadamente. Esta estrategia puede determinar pérdidas de semilla por desgrane importantes en la parte superior de la gavilla, o si se pretende evitar estas, la parte inferior de las gavillas, más húmeda, no permite realizar una trilla eficiente, perdiéndose vainas sin trillar, o semilla adherida a hojas y tallos húmedos.

En situaciones de alto volumen de forraje, sobre chacras sin piedras y relativamen-

te bien niveladas, puede cortarse el semillero con pastera de tambores, o mejor aún, de platos provista de tabla separadora de forraje. Este implemento al no formar gavillas, deja el forraje del semillero tendido en forma más uniforme, tipo alfombra, lo que permite un secado más rápido y parejo, donde posteriormente se recoge mediante plataforma flex. La tabla separadora de los cortes en la pastera es imprescindible, a los efectos de poder utilizar la plataforma sin enganchar forraje de otras hileras y generar pérdidas de semilla y roturas del molinete.

Cuando se realiza cosecha indirecta, puede utilizarse la cosechadora para hilerar, pasándola con la máxima abertura entre cilindro y cóncavo, regulando cuidadosamente el viento para evitar pérdidas de semilla. Con esto se logra cosechar las semillas ya maduras y luego de secarse las gavillas, estas se recosechan con recolector o flex. Esta opción también se denomina como doble cosecha y por su costo es poco utilizada.

Cuando el volumen de forraje del semillero es bajo, cierres tardíos, malas condiciones ambientales, puede realizarse la cosecha directa, previa aplicación de desecante.

Si se pretende cosechar eficientemente un semillero de lotus, por cualquiera de los métodos descriptos, no debe dejarse secar excesivamente las vainas, puesto que se corre el riesgo que las mismas se abran y se pierda semilla; el secado debe ser suficiente para que el cilindro trille la semilla. En estas situaciones, normalmente las semillas cosechadas tienen exceso de humedad y calientan, razón por la cual se deben tender y revisar frecuentemente para evitar que la temperatura se eleve. Sobre este aspecto, frecuentemente se debe monitorear la tolva de la cosechadora, puesto que a nivel comercial, es muy frecuente que la semilla comience a calentarse en la propia tolva de la cosechadora. Normalmente esta debe ser vaciada frecuentemente, media tolva o menos, según la velocidad de cosecha. Obviamente, cuando se realiza cosecha directa con desecante, el riesgo que la semilla caliente se eleva.

La segunda cosecha de lotus en general acumula menos forraje y rendimiento de semilla que la primera. Sin embargo, los momentos de ésta ocurren en otoño, período que frecuentemente se registran rocíos fuertes, crecimiento de nuevos tallos, alta suculencia, vainas muy hidratadas, que frecuentemente se abren por exceso de hidratación y otras veces, la semilla es atacada por hongos y parte de ella se pierde. En ésta época hay mas daños por enfermedades y se retarda la maduración de la semilla. Las horas de cosecha disminuyen en forma importante y en general en estas condiciones predomina la cosecha indirecta. Una dificultad existente en este período radica en que cuando se corta, por estar el forraje muy hidratado, este tiene mayor peso y es común que la gavilla se "aplaste" contra el suelo, dificultando aún más el secado. Los rocíos y altas humedades relativas, sobre todo a fines de marzo y abril, determinan que se pierda semilla humedecida y pegada al forraje por la cola de la cosechadora.

Un aspecto a resaltar cuando se hace cosecha indirecta, son los recolectores. Estos deben minimizar el número de huecos y ranuras que presentan, puesto que son lugares potenciales de pérdidas de semilla. Otro aspecto importante a considerar radica en que la parte superior, delantera de los recolectores, es un plano inclinado hacia adelante. En estos casos, se puede perder mucha semilla madura de lotus que rueda hacia delante, hecho que se evita colocando listones transversales de madera de por lo menos un centímetro de altura sobre la lona, que operan deteniendo contra ellos, la semilla que rueda.

Con relación al uso de desecantes, se realizaron experimentos evaluando la capacidad de secado de lotus en función del momento de aplicación. Como antecedentes en semilleros de lotus, Obrador (1966); Sorrondegui (1977); Clariget y Echegoimberry (1980), mostraron reducciones importantes en los contenidos de humedad, tanto con diquat como con paraquat. En el cuadro 21 se presenta un resumen de resultados. El lotus presentaba al inicio de las aplicaciones 47 cm de altura y una disponibilidad de forraje de 3540 kg MS/ha.

Cuadro 21. Porcentajes de materia seca del forraje, dos horas pos aplicación, para diferentes formas de desecación (Berrutti y Grauert, 1994).

Forma de desecación	Dosis (ia/ha)	Hora de aplicación	
		8	19
Diquat	0,28	35,5 Af	36,0 Ae
Diquat	0,55	36,0 Bf	41,5 Ad
Diquat	0,82	39,0 Be	48,5 Ab
Paraquat	0,28	43,0 Bd	46,0 Ac
Paraquat	0,55	46,5 Bc	48,5 Ab
Paraquat	0,82	51,0 Ab	50,0 Ab
Corte-hilerado	-	73,5 Ba	81,4 Aa
Lotus imperturbado	-	34,0 Af	33,4 Af

Comparación dentro de la fila, mayúsculas; dentro de la columna, minúsculas. Medias seguidas con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

El lotus imperturbado, diquat a dosis baja y paraquat a dosis alta no diferenciaron las concentraciones de materia seca entre las dos horas de aplicación, en los restantes tratamientos, siempre las aplicaciones de las 19 fueron más efectivas en desecar a igualdad de dosis y producto, que las realizadas a las 8. El corte-hilerado fue más efectivo en aumentar el secado cuando se realizó a las 19 comparativamente con las 8, siendo la opción agronómica que seca más rápido el forraje. Este aspecto puede determinar mayores tasas de dehiscencia, puesto que las vainas se abren en mayor proporción, cuanto más rápido es la velocidad de secado. Trabajos similares con otras leguminosas forrajeras, trébol rojo y alfalfa dieron resultados similares. Dentro de cada desecante, el aumento de dosis elevó las concentraciones de materia seca, y paraquat, mayoritariamente determinó mayores tasas de secado que diquat.

También se comparó la evolución de los porcentajes de materia seca hasta las 120 horas pos aplicación de diquat y paraquat, cada uno aplicado en tres dosis a las 8 y 19. Se presentaran los resultados promedios de las tres dosis de cada desecante, cuadro 22, mientras que en el cuadro 23 se muestran resultados de una aplicación de diquat, comparando sus efectos con el corte-hilerado y el cultivo imperturbado.

Cuadro 22. Evolución de los porcentajes de materia seca de lotus, para distintas opciones de secado del forraje, en dos horas de aplicación, 8 y 19 y rendimientos medios de semilla para las distintas opciones (Berrutti y Grauert, 1994).

Opción	ia/ha	Hora	Horas pos aplicación					Medias
			24	48	72	96	120	
Diquat	0,75	8	38,0	38,0	35,5	36,0	37,5	37,0
Diquat	0,83	19	45,0	39,0	45,0	36,5	43,5	42,0
S kg/ha	-	-	429	392	337	261	137	311
Paraquat	0,79	8	46,0	47,0	46,0	44,5	50,5	47,0
Paraquat	0,83	19	50,0	47,0	48,0	46,5	50,0	48,5
S (kg/ha)	-	-	442	431	375	261	120	319
CH	-	8	59,5	60,0	81,0	79,5	87,5	73,5
CH	-	19	84,0	79,0	80,5	85,5	78,0	81,5
S kg/ha	-	-	244	228	145	115	88	164
LI	-	8	35,5	35,5	33,0	33,0	34,0	34,0
LI	-	19	39,0	32,0	34,0	30,0	31,5	33,5
S (kg/ha)	-	-	429	377	357	364	142	334

CH=corte-hilerado. LI= lotus imperturbado. S kg/ha=rendimiento de semilla.

Cuadro 23. Evolución de los porcentajes de materia seca del forraje en lotus con dos opciones de desecación (Costa y Panizza, 1997).

Horas PA	12	36	60	84	108	132
Diquat 0,74 ia/ha	36,0Bc 138	41,3Bbc 138	47,8Bb 103	56,8Ba 89	54,8Ba 62	60,0Ba 68
CH	50,5Ae 140	66,0Ad 81	86,5Abc 90	90,3Aab 62	80,3Ac 60	94,8Aa 35
LI	36,3 Bc 113	35,3 Cc 139	38,8 Cbc 152	44,8 Cab 134	39,0 Cbc 113	46,3 Ca 116

CH=corte-hilerado. LI= lotus imperturbado. PA= pos-aplicación. Letras minúsculas comparan dentro de filas, mayúsculas dentro de columnas. Números en rojo=rendimientos de semilla (kg/ha). Medias con igual letra no difieren al nivel 5%.

Las aplicaciones de desecante a las 19 fueron más efectivas que a las 8 y paraquat es más efectivo que diquat en aumentar las concentraciones de materia seca. El corte-hilerado es la opción que deseca más rápido y alcanza los mayores valores de porcentaje de materia seca. Las disminuciones en los tenores de materia seca en algunos tratamientos entre las 48 y 72 horas son consecuencia de una lluvia.

El trabajo de Costa y Panizza (1997) reafirma que con corte-hilerado se aumenta más rápido y en valores superiores los contenidos de materia seca con relación a diquat.

Consistentemente, los trabajos realizados con desecantes, determinan una tasa de secado más lenta que el corte-hilerado. Los rendimientos de semilla en las horas subsiguientes a aplicar el desecante o realizar el corte-hilerado, son superiores con la aplicación de desecantes. Durante el operativo de corte-hilerado se pierde semilla y además a medida que aumenta la velocidad de secado, aumenta la dehiscencia de vainas, ambos hechos explican los menores rendimientos de semilla registrados en el corte-hilerado.

Con relación a la calidad de la semilla, los desecantes, en germinación, vigor no originan diferencias con relación al corte-hilerado.

En lotus se realizaron cuatro trabajos a escala comercial que comparan distintas opciones de cosecha (cuadro 24).

Los datos de los cuatro trabajos muestran consistentemente las grandes pérdidas de semilla que se registran entre que se evalúa el rendimiento potencial, pre inicio de cosecha y el mejor rendimiento de semillas obtenido, con el método de cosecha más eficiente. Las pérdidas de semilla se ubicaron entre 61 y 42% del rendimiento potencial.

En el trabajo 1, la cosecha directa con 75 % de las vainas marrones más aplicación de desecante, superó ampliamente a los restantes métodos, ubicándose los rendimientos de semilla menores en el corte e hilerado y posterior cosecha con recolector. Los autores señalan que la CD sin desecante, origina muchos inconvenientes durante la cosecha y que el desecante se justifica solo con CD.

En el experimento 2, también se registra el rendimiento superior con cosecha directa al 75 % de vainas marrones con aplicación de desecante. Sin embargo en este trabajo, el mejor tratamiento no se diferenció de la cosecha directa con 60 % de vainas marrones, con o sin aplicación de desecante. Los autores resaltan que la cosecha sin desecante, originó muchas dificultades operativas durante la misma. Este aspecto indica que cuando aumenta el área del semillero, si se pretende cosechar con mayor eficiencia, se debe aplicar desecante. En los trabajos 3 y 4, también la cosecha directa, con o sin aplicación de desecante produjo los mayores rendimientos, comparativamente con la cosecha indirecta. Sin embargo, cuando se hace la segunda pasada de cosechadora (recosecha), cuando no se aplicó desecante, se registran rendimientos de recosecha superiores. En el trabajo 4, la cosecha directa sin desecante, primer pasada de la cosechadora con cilindro abierto, produjo 315 kg/ha, valor que no se diferenció del corte hilerado, sea con pastera co-

Cuadro 24. Experimentos de métodos de cosecha en lotus San Gabriel.

	1		2		3		4	
Método	**kg S/ha**	**RR**	**kg S/ha**	**RR**	**kg S/ha**	**RR**	**kg S/ha**	**RR**
Rend. Potencial	772	100%	528	100%	542	100%	664	100%
CD cd (75%VM)	298 a	39	255 a	48	314+22 a	58	368+17a	55
CD sd (75%VM)	191 b	25	193 b	36	319+86 a	59	315+93ab	47
CD cd (60%VM)	-		235 ab	44	-		-	
CD sd (60%VM)	-		252 ab	48	-		-	
CH sd en chacra	-		-		148 c	27	166 c	25
CHR sd (75%VM)	141 c	18	-		-		-	
CHR cd (75%VM)	131 d	17	-		-		-	
CH A cd 75%VM	126 d	16	-		-		-	
CH A sd 75%VM	100 e	13	-		-		-	
CH pastera común	-		-		240 b	44	286 b	43
CH pastera platos	-		-		196 c	36	297 b	45

CD= cosecha directa, CHR=corte hilerado y recolector de lona, CH A= corte hilerado y trilla con cosechadora automotriz con recolector, cd= con desecante, sd= sin desecante, VM=vainas marrones. Números en rojo, significan recosecha.

1. Izmendi y Molla, 1982, lotus San Gabriel de 3er año. 2. García y Noguera, 1981, lotus San Gabriel de 1er año. 3 y 4: Formoso, 1983, 1984, lotus San Gabriel de 1er y 2do año (informes internos). Pastera común con cuchilla de movimiento alternativo y de platos, provistas de tablón hilerador.

1. El desecante usado fue paraquat (gramoxone) a 2 litros/ha más 1 litro de agral 90 en 460 litros de agua/ha, aplicado de mañana. Los cortes se realizaron con pastera de cuatro platos (Taarup) provista de tablón hilerador. La altura del lotus fue de 72cm. La CD se realizó con 44 % de materia seca, las restantes con 83 %.
2. García y Noguera 1981, lotus San Gabriel de 1er año. Pastera de barra con movimiento alternativo, con parrilla hileradora = corte e hilerado. Se aplicó 2.5 litros/ha de gramoxone + 415 litros de agua + 415 cc agral 90. Los cortes se hicieron con 60 %VM.
3 y 4. Semillero con 4866 y 5045 kgMS/ha para 1983 y 1984 respectivamente. El gramoxone se aplicó a 3 litros/ha.

mún (cuchilla con movimiento alternativo) o de platos. En un quinto trabajo con Lotus INIA Draco, se obtuvo 205 kg/ha de semilla limpia, cosechándose el cultivo en directa con 75% de vainas marrones y 306 kg/ha, un 49 % más de semilla, cuando dos días previos a la cosecha directa se aplicaron de noche, 2,5 litros/ha de gramoxone. Un tercer tratamiento de corte hilerado simultáneo con pastera de tambores y posterior cosecha con automotriz provista de recolector, produjo solamente 129 kg/ha de semilla limpia, un 52 % menos que la cosecha directa con desecante.

En los cuadros 22, 23 y 24, se visualizan las mayores pérdidas de semilla que se originan en el corte-hilerado, en esta opción, los tiempos de secado de las gavillas deben ser minimizados lo suficiente, como para que la cosechadora pueda hacer una trilla eficiente. En la medida que las gavillas permanezcan en el campo con el objetivo de alcanzar secados del forraje y las vainas superiores, generalmente la apertura de éstas, determina bajos rendimientos de semilla.

La disponibilidad actual de cosechadoras con mayor potencia y la posibilidad de equiparlas con plataformas flex (figura 22), utilizadas en soja, posibilita cortar e hilerar los semilleros mediante pastera de tambores y proceder a la recolección de las gavillas, sobre suelo nivelado, directamente con la plataforma flex contra el suelo, utilizando el molinete como recolector para colocar la gavilla sobre la plataforma. Cuando se sincroniza la rotación del molinete con la velocidad de avance de la cosechadora, es factible de realizar cosechas eficientes.

En dos trabajos adicionales se comparó la cosecha tradicional de corte-hilerado con pastera de dos tambores más cosecha con cosechadora provista de recolector, con la recolección de las gavillas mediante cosechadora provista de plataforma flex.

En este experimento las gavillas se dejaban secar lo suficiente como para que las vainas fueran trilladas con eficiencia. Mientras que con la cosecha indirecta se obtuvieron 188 y 217 kg/ha, con la cosecha mediante plataforma flex se registraron 261 y

Figura 22. Semillero de lotus cortado e hilerado con pastera de tambores y cosechado con cosechadora provista de plataforma flex.

303 kg/ha. Los rendimientos superiores con esta modalidad de cosecha, se explican por menores pérdidas de semilla.

Todos los trabajos concuerdan que los mayores rendimientos de semilla se logran con cosecha directa previa aplicación de desecante y que la cosecha indirecta, corte-hilerado y posterior cosecha con cosechadora provista de recolector, generalmente genera más pérdidas de semilla y menores rendimientos de chacra. En los dos últimos experimentos, la utilización de la plataforma flex con el molinete para recoger gavillas, determinó menores pérdidas de semilla que la recolección mediante cosechadora automotriz provista de recolector.

9.3 Eficiencia de cosecha

En el cuadro 25 se muestran pérdidas de cosecha cuantificadas durante un solo año, en las diferentes tareas que deben realizarse, en 10 productores del litoral, de los cuales nueve realizaron cosecha indirecta y uno sólo directa sin desecante.

El total de pérdidas de semilla fue de 32 %, es decir, se pierde casi un tercio de la semilla, con un valor máximo para cosecha indirecta de 44 % y un mínimo de 14 %. Los valores mínimos evaluados en cada uno de los operativos entre los distintos productores indican que todos los operativos pueden ser mejorados en el sentido de minimizar pérdidas de semilla. El problema radica en que prácticamente no se verifican situaciones donde todos los operativos dentro de un mismo semillero, se hagan con alta eficiencia. A nivel de semillero, lo normal entre productores es que desarrollan algunas tareas muy eficientemente y fallan en otras, el resultado final de todos los procesos, en general indica que se pierde de cosechar mucha semilla.

En la única situación que se realizó cosecha directa sin desecante (caso 9), el semillero permaneció imperturbado con el objetivo que aumentara el porcentaje de materia seca del forraje, hecho que originó pérdidas por desgrane del 16 %. Sin embargo, el problema principal se ubicó en las pérdidas de semilla a nivel de plataforma, 34 %, originadas por una mala sincronización entre la velocidad de avance de la cosechadora con la rotación del molinete, la posición excesivamente delantera de éste y un porcentaje de plantas que no eran cortadas por la barra de corte de la cosechadora.

En dos experimentos donde se midieron pérdidas de cosecha, en lotus San Gabriel de primer y segundo año, con rendimientos de semilla precosecha de 542 y 529 kg/ha, respectivamente, se obtuvieron 151 y 193 kg/ha de semilla limpia con cosecha indirecta. Estos valores definen un 28 y 36 % de eficiencia de cosecha respectivamente, lo que indica que se pierde más semilla de la que se cosecha. En estos trabajos, las pérdidas de semilla superiores se originaron durante el corte-hilerado (35% en promedio de los dos trabajos), pérdidas de semilla en las gavillas (53%) debido a un secado excesivo de las mismas y consecuentemente, apertura de vainas y pérdidas de semilla.

Cuadro 25. Pérdidas de semilla durante la cosecha de lotus expresada en términos relativos (%) del rendimiento precosecha.

Perdidas (%)	Productores										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media
Desgrane Natural	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-
Corte e Hilerado	16	22	12	7	12	3	4	4	-	34	13
Bajo Gavillas	6	3	11	2	11	2	2	1	-	2	4
Plataforma	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-
Recolector	1	3	1	2	1	2	4	9	-	3	3
Sacapajas + Zarandas	4	3	8	3	5	32	20	6	4	5	9
Total Perdidas	27	31	32	14	29	39	30	20	54	44	32
Rend. Total Estim. (kg/ha)	371	365	322	315	312	278	242	169	142	118	263

Los 10 productores cosecharon en promedio 186 kg/ha que con el rendimiento total estimado, 263 kg, dando una eficiencia de cosecha de 69%.

En cosecha de lotus, a nivel mundial, se señala como uno de los principales factores determinantes de bajos rendimientos de semilla, las bajas eficiencias de cosecha, en parte explicadas por la amplitud del período de floración y semillazón y la dehiscencia de vainas.

10. ENFERMEDADES, PLAGAS Y CONTROL DE MALEZAS EN LOTUS

Excepto en el año de implantación, que durante otoño e invierno pueden surgir problemas, especialmente de insectos defoliadores, hormigas, etc., y deban controlarse, en los años subsiguientes, normalmente antes del cierre pueden suceder ataques de hongos o insectos, donde la opción más frecuentemente empleada consiste en pastorear el semillero. Generalmente, después del primer mes de cerrado el lotus, se realizan inspecciones con el objetivo de detectar algún problema, para erradicarlo mediante aplicaciones con agroquímicos, antes de que comience la floración. Si durante ésta deben hacerse aplicaciones, debe preferenciarse de hacerlas durante las horas que no trabajan los insectos polinizadores, principalmente en horas de final de tarde o de noche. En situaciones que deba aplicarse en floración durante el día, debe tenerse especial cuidado en seleccionar productos no tóxicos para abejas y proteger las colmenas.

10.1 Enfermedades

Altier (1997) enumera las principales enfermedades de corona y raíz, donde el principal género asociado a estas fue *Fusarium* sp., aislado en el 72 % de las plantas evaluadas, siendo *Fusarium oxisporum* la especie mas prevalente, seguida por *Fusarium solani*. En el mismo trabajo detalla enfermedades de tallo y hoja y finalmente, dentro de otras enfermedades cita a *Colletotrichum acutatum* que es el agente causal del tizón de la flor de lotus, enfermedad que puede llegar a afectar seriamente la producción de semillas, puesto que marchita las flores. Este patógeno puede aparecer en floración, cuando prevalecen condiciones húmedas durante la misma (Stewart y Altier, 1993).

10.2 Plagas

Con relación a plagas, Alzugaray (1991 y 2004), hace una reseña de las principales que originan daños en semilleros de leguminosas. En los trabajos de producción de semillas de trébol blanco y rojo se hicieron referencias sobre el tema.

La avispita de las leguminosas (*Bruchophagus* sp.) se caracteriza porque las hembras ponen los huevos en la semilla, la cual presenta agujeros por donde salen los adultos, quedando solamente las envolturas exteriores de la misma.

La arañuela roja, *Tetranychus urticae* ataca en períodos calurosos, primavera y vera-

no especialmente, aunque a veces también se producen ataques en otoño. Succiona jugos celulares, savia, debilitando las plantas, donde las zonas atacadas generalmente se tornan amarillas y mueren.

Otras plagas como *Epinotia aporema*, Chinches, (*Piezodorus gulldini, Nezara viridula)*, insectos defoliadores (lagartas, grillos, hormigas) y pulgones pueden originar problemas en semilleros de lotus.

10.3 Control de malezas

Para el control de malezas en el año de siembra debe priorizarse de realizarlo con las malezas sin excesivo desarrollo y el lotus ramificado. En los años siguientes, aplicando el mismo criterio, las aplicaciones se hacen normalmente en otoño o invierno.

Las recomendaciones para control de malezas latifoliadas en lotus se muestran en el cuadro 26.

Para el control de raigrás, deberían rotarse los graminicidas mediante el uso de diferentes ingredientes activos, a efectos de no generar resistencia en esta gramínea al aplicarse sucesivamente, frecuentemente de un mismo principio activo (cuadro 27).

Cuadro 27. Graminicidas para el control de gramíneas anuales, selectivos para las leguminosas (Ríos, 2007).

Herbicida	Dosis ia/ha
Clethodim	0,1 a 0,175
Diclofop metilo	0,568 a 1,136
Fenoxaprop-p-etil	0,88 a 1,54
Fluazifop-p-butil	0,14 a 0,21
Haloxifop metil	0,07 a 0,9
Propaquizafop	0,8-1,0
Setoxidim	0,18 a 0,23

Cuadro 26. Recomendaciones de control de malezas latifoliadas en semilleros de *Lotus corniculatus* (Ríos, 2007)

Herbicida	Dosis kg ia/ha	Consideraciones	Sintomatología de daño en lotus*
Clorsulfuron	0,0075 a 0,015	Lotus con 15 cm de altura, buen control de malezas, efecto residual	C
Clorsulfuron + clorpiralid	0,0075+0,038 a 0,015+0,058	Lotus con 15 cm de altura, buen control de malezas, de trébol blanco, efecto residual	C+R
2,4-D	0,48 a 0,72	Mayor dosis con malezas desarrolladas como crucíferas protegiendo a la leguminosa.	R
2,4-DB ester	1,0 a 1,3	Buena espectro de control, especialmente *Carduus spp, Circium vulgare, Rumex spp., Polygonum aviculare, Polygonum convolvulus.* No controla crucíferas.	R
Flumetsulam	0,03 a 0,072	*Echium plantagineum, Rumex spp, Circium vulgare, Carduus spp, Silene gallica, Brassica spp., Raphanus spp, Rapistrum spp., Ammi spp., Anthemis cotula, Stellaria media, Stachys arvensis.* Aún con la dosis mayor puede ser limitado el control de crucífera de mayor tamaño Tiene efecto residual.	D
Flumetsulam + 2,4-DB ester	0,03 + 1,0 a 0,072 + 1,3	Sumatoria del control de los dos activos, no controla *Anthemis cotula.* Tiene efecto residual.	D + R
Imazetapir	0, 05 a 0,07	Control de gramíneas y latifoliadas que no superen las tres a cuatro hojas, efecto residual.	D
Lotus de segundo año o más			
Diuron	0,8 a 1,2	Aplicar antes del rebrote de la leguminosa, control excelente de trébol blanco y *Coleostephus miconys*.	C
Bromacil	0,8 a 1,2	Aplicar antes del rebrote de la leguminosa, control excelente de trébol blanco, *Cynodon dactylon*	C

* C=clorosis D=detención de crecimiento. Q= quemado de folíolos. R=retorcimiento de folíolos.

11. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ADDICOT, F. T.; STOCKING, L.R. 1957. Defoliation and desication; harvest-aid practices. Advances in Agronomy 9: 67-93.

AGUIRRE, L.; FERRES, M. 1999. Manejo y fertilización de semilleros de Lotus Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

ALIBEGOVIC-GRBIC, S.; GATARIC, D. 1988. Effects on vegetation cycle, row spacing and seeding rates on seed yield and seed yield components of birdsfoot trefoil. Proceedings of the 12th General Meeting of the European Grassland Federation: 493-497.

ALISON, M.W. JR.; HOVELAND, C.S. 1989. Birdsfoot trefoil management. I. Root growth and cabohydrate storage. Agron. J, 81, 5: 739-745.

ALISON, M.W., JR.; HOVELAND, C.S. 1989. Birdsfoot trefoil management. II. Yield, quality, and stand evaluation. Agron. J, 81, 5: 745-749.

ALISON, M.W., JR.; HOVELAND, C.S. 1989. Root and herbage growth response of birdsfoot trefoil entries to subsoil acidity. Agron. J, 81:677-680.

ALTIER, N. 1997. Enfermedades del Lotus en Uruguay. Serie técnica de INIA La Estanzuela, N 93. 16p.

ALVIM, M.J.; LONDERO, E. 1983. Efeitos de níveis de nitrogenio, mistura de gramínea com leguminosas e práticas de manejo sobre a producao de sementes de Lolium multiflorum Lam., *Lotus corniculatus* L. E *Trifolium repens* L. Rev. Soc. Bras. Zoot, Vol. 12, Nº: 1: 72-85.

ALZUGARAY, R. 1996. Seguimiento de poblaciones de insectos en semilleros de leguminosas forrajeras. In: Leguminosas en la Región Noreste. Estación Experimental Agropecuaria del Norte. Tacuarembó, Uruguay. CIAAB. Miscelánea Nº: 21: 57-75

ANDERSON, S.R. 1955. Development of pods and seeds of birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L., as related to maturity and to seed yields. Agron. J. 47, 483-487.

ANDERSON, S.R.; METCALFE, D.S. 1957. Seed yields of birdsfoot trefoil, (*Lotus corniculatus* L.) as affected by pre-harvest clipping and growing in association with three adapted grasses. Agron. J., vol. 49, Nº 1: 52-55.

ARRILLAGA, I.; CODURI, G. 1997. Manejo de defoliación de *Lotus pedunculatus* cv. Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 70p.

ARTOLA, A.; CARRILLO-CASTAÑEDA, G.; GARCÍA DE LOS SANTOS, G. 2003. A seed vigor test for *Lotus corniculatus* L. based on vacuum stress. Seed Sci. & Technol., 32, 573-581.

BADER, K.L.; ANDERSON, S.R. 1962. Effect of pollen and nectar collecting honeybees on the seed yield of birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. Crop Sci.2, 148-49.

BADER, K.L.; ANDERSON, S.R. 1962 Seed yields of birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L., as affected by preharvest clipping combined with control of injurious insects. Agron. J. vol. 54, Nº: 1: 306-309.

BASCANS, M.; GUERRA, S. 1992. Persistencia productiva de mejoramientos de pasturas con laboreo convencional y siembra directa (cobertura). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 103pp.

BASCOU, G.; COSTA R. 1995. Evolución de la semillazón y características asociadas en Lotus Maku (*Lotus pedunculatus* Auct. Non.CAV.). Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay, Facultad de Agronomía. 93p.

BERRUTTI, A.L.; GRAUERT C.F. 1994. Efectos de diferentes métodos de desecación sobre la producción de semillas de *Lotus corniculatus* L. cv Estanzuela Ganador y *Medicago sativa* L. cv Crioula. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 140p.

BEUSELINCK, P.R.; MCGRAW, R.L. 1988. Indeterminate flowering and reproductive success in birdsfoot trefoil. Crop. Sci. 28: 842-845.

BEUSELINCK, P.R.; MCGRAW, R.L. 1989. Environmental considerations for Lotus production: seed versus herbage. In XVI International Grassland Congress, Nice, France, 649-650.

BEUSELINCK, P.R.; ROBERTS, C.A. 1994. The first international Lotus Symposium. Pp:146.

BEUSELINCK, P.R.; KREMER, R.J.; MCGRAW, R.L. 1989. A survey of microorganisms associated with birdsfoot trefoil seed. Journal of applied seed production, vol. 7: 32-37.

BOLOGNA, J.J.; ROWARTH, J.S.; FRASER, T.J. 1996. The Effect of Closing Date on Seed Production from a Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.). Pasture. Journal of Applied Seed Production, volume 14. 47-52.

BROCK, J.L.; ROLSTON, M.P.; GREER, D.H.; FLETCHER, R.H. 1990. Herbicide and Frost Interactions on the Growth and Seed Production of *Lotus pedunculatus*. Journal of Applied Seed Production, volume 8. 6-11

CARDOZO, O. 1986. Manejo de Lotus en sueldos arenosos: efecto de la frecuencia de defoliación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 327p.

CARLETON, A.E.; COOPER, C.S. 1972. Seed size effects upon seedling vigor of three forage legumes. Crop Science, Vol. 12. 183-186.

CASTAÑO, J.P.; MENÉNDEZ, F.G. 1998. Caracterización vegetativa y producción de semillas de Lotus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 67p.

CAVIGLIA, J.F.; GASPARRI, D. 1995. Producción de semilla de *Lotus corniculatus* en siembras asociadas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 63p

CHARLTON, J.F.L.; HAMPTON, J.G. 1989. Effects of low temperature on germination of herbage species used in New Zealand. Proceedings of the XVI International Grassland Congress: 453-454.

CLARIGET, J.B.; ETCHEGOIMBERRY, J.R. 1980. Uso de desecantes en la cosecha de semillas de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 72 p.

COOPER, C.J.; FERGUSON, H. 1964. Influence of a barley companion crop upon root distribution of alfalfa, birdsfoot trefoil and orchardgrass. Agron. J., 56(1):63-66.

COOPER, C. J. 1967. Response of birdsfoot trefoil and alfalfa to various levels of shade. Crop Science 6 (1):63-66.

COOPER, C.S. 1967. Relative growth of alfalfa and birdsfoot trefoil seedlings under low light intensity. Crop Science 7(3):176-178.

COSTA, E.; PANIZZA DE LEÓN, A. 1997. Incidencia de tratamientos precosecha en los rendimientos de semilla de *Lotus corniculatus.* Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 41p.

CRISTINA, J. P.; FRIGERIO, A. 1982. Métodos de instalación de pasturas en siembras asociadas. Tesis Ing. Agr., Montevideo. Uruguay, Facultad de Agronomía. 135p. Etchegaray, M 1979 Producción de semilla de trébol blanco y lotus. Revista del Plan Agropecuario, 7(18):7-12.

FAIREY, D.T. 1994. Seed production in birdsfoot trefoil, Lotus spp.:A review of some limiting factors. In: Beuselinck. P.R., and Roberts.C.A (ed). First Int.Lotus Symp., St. Louis, MO. 22-24 March 1994. Univ. Exten., Univ. of Missouri. Columbia. MO.p.81-85.

FORMOSO, F.; ALLEGRI, M. 1980. Comportamiento de leguminosas en suelos arenosos, pesados e hidromórficos. In: Leguminosas en la Región Noreste. Estación Experimental Agropecuaria del Norte. Tacuarembó, Uruguay. CIAAB. Miscelánea Nº: 21: 1-8.

FORMOSO, F. 1993. *Lotus corniculatus* I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. INIA La Estanzuela, Uruguay. Serie técnica Nº: 37. 20p.

FORMOSO, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica Nº: 80, p 1-20.

FORMOSO, F. 1996. Producción de semillas de especies forrajeras. In: Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica Nº: 80, p. 85-92.

FORMOSO, F. 2011. Manejo de mezclas forrajeras, leguminosas puras y gramilla, producción y calidad del forraje. INIA La Estanzuela. ST188, 2011.

GARCÍA-DIAZ, C.A.; STEINER, J.J. 1999. Birdsfoot trefoil seed production: I. Crop-water requirements and response to irrigation. Crop Sci.39, 775-783.

GARCÍA-DIAZ, C.A.; STEINER, J.J. 2000. Birdsfoot trefoil seed production: III. Seed shatter and optimal harvest time. Crop Sci. 40: 457-462.

GARCÍA, J.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F.; ASTOR, D. 1991. Producción de semillas forrajeras, tecnologías en uso. Serie Técnica (2): 25 p.

GARCÍA, M.; NOGUERA, E. 1981. Evaluación de diferentes métodos de cosecha de semilla de *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 89 p.

GARDNER, A.L.; CENTENO, G.A.; DE LUCÍA, G.R.; ALBURQUERQUE, H.E. 1968. Comportamiento de once variedades de *Lotus corniculatus* en La Estanzuela. Boletín técnico Nº: 8. 23 p.

GATARIC, D.; ALIBEGOVIC-GRBIC, S. 1989. Influence of the manner of sowing and vegetation cycle on the yield and seed quality of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). XVI International Grassland Congress, Nice, France: 645-646.

GIST, G.R.; MOTT, G.O. 1957. Some effects of light intensity; temperature and soil moisture on the growth of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil seedling. Agronomy Journal 49(1): 33-36.

GIST, G.R.; MOTT, G.O. 1958. Growth of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil seedling under various quantities of light. Agron. J. 50(6): 583-586.

BUGARIN, G.; SCAGLIONI, C. 1988. Efecto del régimen hídrico sobre la producción de forraje y semilla de lotus, trébol blanco y trébol rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 170 p.

GRANT, W. F.; MARTEN, G.C. 1985. Birdsfoot trefoil. In M. E. Heath, R. F. Barnes and D.S. Metcaif (eds.). Forages, the science of grassland agriculture, 98-108. Ames, Iowa: Iowa State University Press.

GREUB, L.J.; WEDIN, W.F. 1971. Leaf area, dry-matter and carbohydrate reserve levels of birdsfoot trefoil as influence by cutting height. Crop Science 11(9):734-738.

GRIFFITHS, D.J. *et al.* 1967. Principles of herbage seed production. Scotland. Welsh Plant Breeding Station. Technical Bulletin Nº:1. 135 p.

HAMPTON, J.G.; LI, Q.; HARE, M.D. 1989. Growth regulator effects on seed production of *Lotus corniculatus* L. and *Lotus uliginosus* Schkuhr. Proceedings of the XVI International Grassland Congress: 631-632.

HAMPTON, J.G. 1990. Genetic variability and climatic factors affecting herbage legume seed production. Journal of applied seed production 8: 45-51.

HARE, M.D.; LUCAS, R.J. 1984. Grassland Maku seed production 1) Development of Maku Lotus seed and determination of time of harvest for maximum seed yields. Journal of Applied seed production 2, 58-64.

HARE, M.D. 1984. 'Grasslands Maku' Lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) Seed Production. 2. Effect of Row Spacings and Population Density on Seed Yields. Journal of Applied Seed Production, vol. 2, 65-68.

HARE, M.D.; LUCAS, R.J. 1984. 'Grasslands Maku' Lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) Seed Production. 1. Development of Maku Lotus Seed and the Determination of time of Harvest for Maximum Seed Yields. Journal of Applied Seed Production, volume II. 58-64.

HARE, M.D. 1985. Grasslands Maku Lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) Seed Production. 3. Effect of Time of Closing and Severity of Defoliation on Seed Yields. Journal of Applied Seed Production, volume III. 1-5.

HOVELAND, C.S.; HAALAND, R.L.; HARRIS, R.R.; MCGUIRE, J.A. 1982. Birdsfoot trefoil in Alabama. Bulletin 537, Alabama Agricultural experiment station. 16p.

HOVELAND, C.S.; HARRÍS, R.R.; HAALAND, R.L.; MCGUIRE, J.A.; WEBSTER, W.B.; CALVERT II, V.H. 1985. Birdsfoot trefoil-grass pasture for steers in the Tennessee Valley. Auburn Iniv. (Ala.) Agrie. Exp. Stn. Bull. 567.

HOVELAND, C.S.; ALISON, M.W. JR.; DOBSON, J. Jr. 1987. Performance of birdsfoot trefoil varieties in North

Georgia. The Georgia Agricultural Experiment Stations College of Agriculture the University of Georgia. Research Report 528. 5p.

HOVELAND, C.S.; HILL, N.S.; LOWERY, R.S. Jr.; FALES, S.L.; MCCORMICK, M.E.; SMITH, A.E. 1988. Beef steer performance on birdsfoot trefoil and alfalfa pasture in central Georgia. J. Prod. Agric. 1: 343-346.

IZMENDI, M.; MOLLA E. 1982. Métodos de cosecha de semilla de *Lotus corniculatus* L. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay, Facultad de Agronomía. 125 p.

JOFFE, A. 1958. The effect of photoperiod and temperature on the growth and flowering of birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. South American Journal of Agricultural Science, Vol. 1, number 4: 435-450.

JOFFE, A. 1958. The effect of photoperiod and temperature on the growth and flowering of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). South-African Journal of agriculture Science 40(1): 81-93.

JONES, L.G. 1951. Defoliants reduce shattering of Birdsfoot trefoil seed; promise bigger harvests. Crops and soil 4: 30.

JONES, D.A.; TURKINGTON, R. 1986. Biological flora of the British Isles. Journal of Ecology, 74, 1185-1212.

LANCASHIRE, J.A. 1980. Grassland Maku lotus seed production, research and practices. In Herbage Seed Production, New Zealand Grassland Association. Research and Practice Series (1):80-85.

LI, Q.; HILL, M.J. 1988. An examination of different shoot age groups and their contribution to the protracted flowering pattern in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Journal of Applied Seed Production 6, 54-61.

LI, Q.; HILL. M.J. 1989a. A study on post peak flowering shoot manipulation for seed production of *Lotus corniculatus* L. Journal of Applied seed production 7, 71-75.

LI, Q.; HILL. M.J. 1989b. A study of flower development and seed yield components in birdsfoot trefoil. Journal of Applied seed production 7, 65-70.

LI, Q.; HILL, M.J. 1989. An examination of different shoot age groups and their contribution to the protracted flowering pattern in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). Journal of applied seed production, Vol. 6: 54-62.

LI, Q.; HILL, M.J. 1989. Seed development and dormancy characteristics in *Lotus corniculatus* L. New Zealand Journal of Agricultural Research, vol. 32: 333-336.

LI, Q.; HILL, M.J. 1989. The effect of the growth regulator PP333 (paclobutrazol) on plant growth and seed production of *Lotus corniculatus* L. New Zealand Journal of Agricultural Research 32: 507-514.

LORENZETTI, F. 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions. 17th International Grassl. Congr.1621-1628

LONG BARNES, M^{C} GRAW. 1989. Birdsfoot trefoil pod and seed development affected by temperature. Crop Science 29, 391-395.

MAC VICAR, R.M.; GIBSON, D.R. 1955. The use of disseccants for the preharvest treatment of legume seed crops. Canadian Journal of Agriculture Science 35 (1): 83-90.

McGRAW, R.L.; BEUSELINCK, P.R. 1983. Growth and seed yield characteristics of birdsfoot trefoil. Agron. J., vol. 75: 443-446.

McGRAW, R.L.; BEUSELINCK, P.R.; SMITH, R.R. 1986. Effect of latitude on genotype environment interactions for seed yield in birdsfoot trefoil. Crop Science, Vol. 26 603-605.

McGRAW, R.L.; BEUSELINCK, P.R.; INGRAM, K.T. 1986. Plant population density effects on seed yield of birdsfoot trefoil. Agron. J. 78, 201-205.

McKEE, G.W. 1963 Influence of daylength on flowering and plant distribution in birdsfoot trefoil. Crop Science 3: 205-208.

METCALFE, D.S.; JOHNSON, I.J.; SHOW, R.H. 1957. The relation between pod dehiscence, relative humidity and moisture equilibrium in birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus*. Agron. J., 49 (3): 130-133.

MILLER, D.A. 1975. Predicting seed yield of birdsfoot trefoil clones. Agron. J., 56(2): 129-137.

MILLER, D.A.; ELING, L.J.; BALDRIDGE, J.D.; SANDAL, P.C.; CARMER, S.G.; WILSIE, C.P. 1975. Predicting seed yield of birdsfoot trefoil clones. North Central Regional Research Publication Nº: 227. 16p.

MORALES, A. 1992. Manejo de la defoliación de *Lotus corniculatus* sembrado en cobertura sobre una pastura natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 71p.

MORSE, R. A. 1958. The pollination of birdsfoot trefoil. Proc 10th. Int.Congr. Ent.4, 951-953

NELSON, C.J.; SMITH, D. 1968. Growth of birdsfoot and Alfalfa II. Morphological development and dry matter distribution. Crop Science 8(1): 21-25.

OBRADOR, J. 1966. Desecantes en producción de semillas de plantas forrajeras. Agricultura Técnica, Chile, 26 (4): 164-168.

OLMOS, F. 1996. Estrategias de persistencia y productividad en Lotus. Tesis de Maestría, PEDECIBA, Montevideo, Uruguay. 102p.

ONTARIO AGRICULTURAL COLLEGE. 1966. Trefoil seed production. Crop Science Department. University of Guelph. Agron. J., 58 (4): 146-148.

ORSI, S. 1963. Il ginestrino e la produzione del seme. Birdsfoot trefoil and seed production. Sementi elette 9 (3) 196-206.

PANKIW, P.; BONIN, G.; LIEVERSE, J.A. 1977. Effects of row spacing and seeding rates on seed yield in red clover, alsike clover and birdsfoot trefoil. Canadian Journal of plant science: 57: 413-418.

PIERONI, S.J.; LAVERACK, G.K. 1994. Determination of Harvest Date in *Lotus corniculatus* by Pod Colour. Journal of Applied Seed Production, volume 12. 62-65.

PINTO, J.C.; RODRIGUEZ, N. 1989, Avaliaçao de plantas e progenies de *Lotus corniculatus* LE. e *Lotus uliginosus*. Anuario Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas "Francisco Osorio" 14: 114-197.

PRITSCH, O.; ROSELL, C. 1973. Producción de semillas de plantas forrajeras. IN: La Estanzuela. Pasturas III. MGA. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". 12-26.

QINGFENG, L.; HILL, M.J. 1988. An Examination of Different Shoot Age Groups and their Contribution to the Protracted Flowering Pattern in Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.). Journal of Applied Seed Production, volume 6. 54-61.

QINGFENG L.; HILL, M.J. 1989. Effect of the growth regulator PP333 (Paclobutrazol) on plant growth and seed production of *Lotus corniculatus* L. New Zealand Journal of Agricultural Research, vol. 32: 507-514.

QINGFENG L.; HILL, M.J. 1989. A study of flower development and seed yield components in Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). Journal of Applied Seed Production, volume 7. 65-70

QINGFENG L.; HILL, M.J. 1989. A study on post-peak flowering shoot manipulation for seed production of *Lotus corniculatus* L. Journal of Applied Seed Production, volume 7. 71-75

REBOLLO, J.; DUHALDE, L. 1987. Evolución de la semillazón y características asociadas en *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 60p.

REBUFFO, M. 1998. *Lotus corniculatus* INIA Draco: características agronómicas. In Jornada Lechería y Pasturas 1998. INIA La Estanzuela, Uruguay. Serie Actividades de Difusión Nº: 163, pp 103-106.

RHYKERD, C.L.; LANGSTON, R.; MOTT, G.O. 1959. Influence of light on the foliar growth of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil. Agron. J., 51(4): 199-201.

RIOS, A. 1996. Consideraciones para el manejo eficiente de las malezas en forrajeras. In: Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica Nº: 80: 77-84

RÍOS, A. 2007. Manejo de malezas en pasturas. INIA La Estanzuela. Actividades de difusión N 483. 50p.

ROCHA, L.C.; KLAASSEN, H.E. 1982. Momento de cosecha de *Lotus*

corniculatus variedad San Gabriel. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 82pp.

ROLSTON, M.P.; HAMPTON, J.G.; HARE, M.D.; FALOON, R.E. 1989. Fungicide effect on seed yield of temperate forage grasses. Proceedings of the XVI International Grassland Congress: 669-670.

ROLSTON, M.P.; CLIFFORD, P.T.P.; CHARLTON, J.F.L.; HAMPTON, J.G.; WHITE, J.G.H.; WRIGTH, A.G.; KNOX, D. 1990. New Zealand´s herbage seed industry: an overview. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 52: (in press).

SANHA, G.S.; TWAMLEY, B.E.; CHRISTIE, B.R. 1977. Analysis of quantitative variability for seed yield and related characters *Lotus corniculatus* L. cv. Leo. Euphytica, vol. 26, number 1: 113-121.

SANTIÑAQUE, F.H.; DE BATTISTA, J.P. 2003. Niveles de agua y frecuencias de defoliación en el comportamiento de *Lotus corniculatus* L. Agrociencia, vol. VII Nº, 1: 41-51.

SCHOLL, J.M.; BRUNCK, R.E. 1957. Birdsfoot trefoil stand establishment as influences by control of vegetative competition. Agron. J., 49(3): 142-144.

SEANEY, R.R.; HENSON, P.R. 1970 Birdsfoot trefoil. Advances in Agronomy, 1970, 22:119-157.

SHELDRICK, R.D.; MARTYN, T.M. 1991. Progress with screening Lotus species and varieties on an acid, low-phophate soil type in UK. Lotus Newsletter 22: 37-39.

SORRONDEGUI, J.L. 1977. Herbicidas post-emergentes y desecantes pre-cosecha en semilleros de trébol blanco (Trifolium repens L), trébol rojo (*Trifolium pratense* L) y Lotus (*Lotus corniculatus* L). Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 165p.

STEPHENSON, A.G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. Ann.Rev.Ecol.Syst. 12, 253-279.

STEPHENSON, A.G. 1984. The regulation of maternal investment in indeterminate flowering plant (*Lotus corniculatus* L.). Ecology:65, 1, 113-121.

STEWART,S.; ALTIER,N. 1993. A flower blight on birdsfoot trefoil. Lotus Newsletter: 23, 27.

STEWART, S.; FORMOSO, F.; ALTIER, N. 1994. A flower blight on birdsfoot trefoil, caused by *Colletotrichum acutatum*. In: Beuselinck, P.R. and Roberts, C.A. (ed.). Proc. First International Lotus Symposium, Marzo 22-24, St. Louis, MO. Univ. Missouri, Columbia Pub. P. 210-211.

STRICKLER, F.C.; WASSON, C.E. 1963. Emergence and seedling vigor of birdsfoot trefoil as affected by planting depth, seed size and variety. Agron. J., 55 (1): 78.

WIGGANS, S. C.; METCALFE, D. S.; THOMPSON, H. E. 1956. The Use of Desiccant Sprays in Harvesting Birdsfoot Trefoil For Seed. Agron. J., 48: 281-284.

WINCH, J.E.E.; MAC DONALD H.A. 1961. Flower, pod and seed development relative to the timing of the seed harvest of Viking birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Canad.J.Pl.Sci.41,3,523-32.

VAN KEUREN, R. W.; DAVIS, R. R. 1968. Persistence of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) as influenced by plant growth habit and grazing management. Agron. J. 60:92-95.

WIGGANS, S.C.; METCALFE, D.S.; THOMPSON, H.E. 1956. The use of desiccant sprays in harvesting birdsfoot trefoil for seed. Agron. J., vol.48, number 7: 281-284.

WINCH, J.E.; MC DONALD, H.A. 1961. Flower, pod and seed development relative to the timing of the seed harvest of Viking Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Canadian Journal of Plant Science 41: 523-532.

WINCK, J.E. 1976. Varieties, seed and mixtures of bird`s-foot trefoil. Ministry of agriculture and food, Ontario.

ZERBINO, M.S.; ALZUGARAY, R. 1991. Epinotia en cultivos de leguminosas. Hoja de divulgación de INIA La Estanzuela, Nº: 23. 4p.

IV. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE ALFALFA

ALFALFA

1. INTRODUCCIÓN

Alfalfa es una leguminosa de crecimiento indeterminado, que florece en primavera y verano, con fotoperíodos de más de 12 horas de luz, requiriendo además temperaturas medias superiores a los 20 °C y alta intensidad de radiación. Las flores en número de 5 a 40 se agrupan en racimos y sus órganos sexuales no son funcionales hasta que la flor estalla. Cuando los polinizadores originan el estallido, aumenta la cantidad y calidad de semilla por vaina y en la medida que incrementa la polinización cruzada, aumenta la población de vainas en las plantas. Cuando ocurre autopolinización, disminuye la población de vainas y estas contienen entre una a dos semillas. Cuando se produce fecundación cruzada por polinizadores, aumenta la población de vainas en las plantas y estas contienen entre 4 y 9 semillas. Una vez producido el estallido, el estigma es receptivo por aproximadamente 24 horas. El polen producido en baja cantidad por las flores de alfalfa, en ambientes soleados y calurosos persiste hasta catorce días, hasta que un polinizador provoque el estallido y germina entre 50 y 75 %. Con tiempo lluvioso la persistencia del polen es muy corta y germina entre un 12 y 32 % (Moriya *et al.,* 1958). Las vainas son espiraladas y retienen por largos períodos la semilla.

Las precipitaciones durante la floración y fructificación deprimen la germinación del polen, el número de flores fecundadas y el número de semillas por fruto, características que se traducen en bajos rendimientos de semilla. En este sentido, Ochoa (1977) clasifica las condiciones climáticas luego de la floración como excelentes o muy buenas, cuando las precipitaciones se ubican entre 0 y 20 mm, o entre 20 y 40 mm. En nuestro país las condiciones ambientales en general no son favorables para la producción de semillas de alfalfa. En el mundo se seleccionan áreas con mucha radiación solar, días largos, escasas o nulas precipitaciones y el agua se suplementa en base a riego por superficie. Puesto que humedades relativas altas, también perjudican la fructificación, el riego por aspersión no es recomendable en esta especie. Veranos muy secos, calurosos, soleados y disponibilidad de riego por superficie favorecen la producción de semilla, en tanto, las precipitaciones estivales la reducen en gran escala (Rincker *et al.,* 1988).

Según Echevarría *et al.*, (1995), las condiciones de ambiente que favorecen la producción de semilla son: a) temperaturas medias diurnas de 24 a 25 °C y nocturnas de más de 18 C, durante el período de floración, b) humedades relativas durante el día y la noche, menores al 50 %, c) alta radiación solar, sin o con poco viento, durante floración y un mínimo de días nublados y frescos, d) días largos, de 14 horas o más. Los atributos resaltados seleccionan áreas semiáridas o áridas, con posibilidades de riego por superficie.

Marble *et al.*, (1986), indican que los días entre floraciones se acortan de 38 a 24, al pasar de duraciones de luz de 12 a 16 horas. La luz y la temperatura mejoran el desarrollo de las inflorescencias, la fertilidad de óvulos y polen, la fecundación y el crecimiento de los frutos. Bajas intensidades de luz, días nublados, reducen los niveles de carbohidratos de reserva y concomitantemente, disminuye la floración (Nittler y Kenny, 1964).

2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE SEMILLA

Lorenzetti (1996) estimando los rendimientos de semilla potenciales y actuales, indica para alfalfa los valores siguientes: 3750 inflorescencias/m^2, 16 flores por inflorescencia, 10 óvulos por flor, peso de 1000 semillas de 2 g, un rendimiento potencial de 1,2 toneladas/ha. Los sitios de utilización de óvulos son el 8% y los rendimien-

tos agriculturalmente realizables del potencial, los ubica en 0,5 toneladas/ha, que representa un 4% del rendimiento potencial.

En el país, con alfalfa Estanzuela Chaná, los máximos experimentales registrados (Formoso, informes internos) fueron: 3500 inflorescencias/m^2, 53000 flores/ m^2, con un promedio de nueve óvulos por flor y un rendimiento de semilla de 590 kg/ha.

Hacquet (1990) muestra que el número de inflorescencias tiene un impacto significativo sobre los rendimientos de semilla, determinando correlaciones positivas significativas entre rendimiento de semilla y vainas por racimo. Mientras que el número de semillas por vaina, de dos a nueve, es un carácter fuertemente heredable, la baja fertilidad del polen (Blondon *et al.,* 1979) y los tubos polínicos cortos (Rice *et al.,* 1970) son factores que bajan la tasa de fertilización. El aborto de óvulos después de la fertilización, es la principal causa en bajar la fertilidad y disminuir el número de semillas por vaina (Sayers y Murphy, 1966). El número de semillas por vaina esta correlacionado con el grado de cruzamiento, (Pedersen, 1968), o con la actividad de abejas, por tanto, es un indicador de la actividad polinizadora.

Marble (1980) y Rincker et al., (1988) informan que en semilleros densos de alfalfa, las flores son menos atractivas a los polinizadores, tienen menos néctar y el aborto floral alcanza magnitudes importantes. Las siembras a baja densidad y con surcos espaciados, determinan, según Echevarría *et al*., (1995), plantas más erectas, dosel foliar más abierto que facilita el trabajo de los polinizadores, permite una mejor penetración de la luz, aumenta la temperatura y reduce la humedad dentro del tapiz, disminuyen los problemas de enfermedades de hoja y tallos, reduce el desprendimiento de flores y vainas y mejora la penetración de agroquímicos en casos que fuere necesario aplicarlos.

3. VARIABLES AGRONÓMICAS RELACIONADAS CON EL ESTABLECIMIENTO DE ALFALFA

3.1 Suelos

Alfalfa es la leguminosa con mayor tolerancia a la sequía de las que se siembran en el país. Las variedades nacionales, Crioula y Estanzuela Chaná, pueden sembrarse en suelos a partir de ph 5.4 a 5.5, produciendo mayor cantidad de forraje en la medida que el ph se aproxima a neutro. Requiere fósforo y calcio, siendo tolerante a la salinidad y al frío. Una limitante importante consiste en que requiere suelos bien drenados, tanto en superficie como dentro del perfil, siendo suficiente pocas horas de encharcamiento para que las plantas se afecten seriamente y puedan morir. Texturalmente se adapta a suelos franco arcillo limosos, arcillo limosos y arcillosos, debiéndose evitar aquellos que presenten capas impermeables al agua. Tanto la deficiencia de drenaje, como los excesos de humedad, causan anoxia en sus raíces, disminuyendo el potencial de producción de forraje y semillas.

En general se recomienda sembrar alfalfa en suelos fértiles y profundos. En el país, con primaveras y veranos normales, que implican precipitaciones mensuales del orden de 80 mm, en suelos profundos, alfalfa extrae agua de mucha profundidad. En estas situaciones produce abundante forraje y los rendimientos de semilla generalmente son bajos, 30 a 50 kg/ha o menos. Cuando esta especie se siembra en suelos mas superficiales, como los desarrollados sobre Cristalino, tipo 5.02b o similares, debido al bajo volumen de agua disponible que tienen, alfalfa entra en estrés hídrico durante floración y en general produce mayor cantidad de semilla que en suelos fértiles y profun-

dos. En verano por ser el ambiente más seco y caluroso, normalmente la humedad relativa del aire es menor y todas estas características favorecen la mayor producción de semilla en esta especie.

3.2 Densidades de siembra

Las densidades y formas de siembra de alfalfa utilizadas en el mundo, probablemente sean las que mayor variabilidad presentan dentro de especies forrajeras. Las densidades abarcan un espectro desde 0,25 hasta 14 kg/ha, con espaciamientos entre surcos desde 0,20 a 1,20 metros. Con las densidades más bajas y los mayores espaciamientos, en ambientes seleccionados para producción de semilla de esta especie, se logran rendimientos superiores a los 1000 kg/ha. Sobre el tema, Dovrat *et al.,* (1969), informa que cuando las plantas de alfalfa se encuentran espaciadas entre y dentro del surco, tienen mayor número de tallos fértiles, reproductivos, un número superior de racimos por tallo y una mayor cantidad de vainas por racimo, comparativamente con las siembras realizadas a mayores densidades.

Nuestro país, por la distribución mensual de las precipitaciones, no constituye un buen ambiente para producir con cierto margen de seguridad rendimientos medios de semilla, así en primavera y verano llovedores, se registran rendimientos inferiores a 30-50 kg/ha de semilla y en años muy secos, es posible obtener entre 300 a 500 kg/ha de semilla, en buenos semilleros con adecuada polinización. Ante esta incertidumbre referente a los rendimientos de semilla a obtener, los semilleros de alfalfa se instalan con un doble objetivo, producción de forraje y semillas.

En el cuadro 1, se resume la información de siete trabajos de población y distribución de plantas y su impacto en los rendimientos de semilla y otras variables agronómicas.

Los trabajos se evaluaron durante el segundo y tercer año del cultivo de alfalfa. En las situaciones: 1, 3 y 7, los menores rendimientos de semilla se explican por la ocurrencia de mayores precipitaciones durante el período reproductivo de alfalfa.

En términos de producción de semillas, en general los rendimientos aumentan con disminuciones en las densidades de siembra e incrementan con el espaciamiento entre surcos. Los semilleros siempre estuvieron durante la fase reproductiva libres de malezas, puesto que los herbicidas aplicables en alfalfa son muy efectivos en el control de las mismas, sin embargo, a medida que aumenta la distancia entre surcos, el contenido de malezas en fase vegetativa fue superior. Conjuntamente con la producción de semilla, se evaluaba la producción de forraje en ensayos paralelos. Para el conjunto de los siete experimentos, se presentan los rendimientos relativos de forraje durante el segundo y tercer año. Se corrobora

Cuadro 1. Efectos de la densidad de siembra y espaciamientos entre surcos en los rendimientos de semilla de alfalfa. (Formoso, informes internos).

Siembra	kg/ha	1	2	3	4	5	6	7	RF
		Cr	Ch	Ch	Cr	Cr	Ch	Ch	
V	15,0	50	61	33	76	64	79	27	93
L 0,15	15,0	49	74	45	89	77	84	21	100
L 0,30	7,5	51	147	52	144	211	175	32	98
L 0,45	5,0	89	276	66	281	317	298	111	76
L 0,60	3,7	126	312	75	336	349	324	154	59
L 0,75	3,0	161	387	88	375	388	369	183	43
MDS 5%		33	39	13	48	54	49	27	9

1-2-3-4: Brunosoles de INIA La Estanzuela. 5-6-7: suelos sobre basamento cristalino, 5.02b, Florida. Cr= Alfalfa Crioula. Ch=alfalfa Estanzuela Chaná. V=siembra al voleo, L= siembra en líneas. RF=rendimientos relativos de forraje durante el segundo más tercer año, tomando como base 100% la siembra en líneas a 0,15m =19874 kg MS/ha.

que la siembra al voleo, en líneas a 0,15 o 0,30 m, produjo rendimientos similares de forraje, en tanto, los espaciamientos de 0,45; 0,60 y 0,75 m, deprimen los rendimientos de forraje que se obtienen (cuadro 1).

En nuestro país, las siembras de alfalfa con el doble objetivo de producción de semillas y forraje, se establecen en siembra directa o con preparación convencional de suelo, siendo lo más frecuente la siembra en líneas, generalmente distanciadas a 0,30 o 0,38 m, utilizando densidades de siembra entre 8 y 15 kg/ha. En determinadas zonas del país, especialmente en Canelones y San José, es frecuente ver siembras para forraje y semillas realizadas al voleo.

3.3 Fertilización fosfatada

A pesar de ser una especie con hábito de crecimiento indeterminado, presenta un muy alto potencial de crecimiento anual de forraje, lo que implica extracciones de nutrientes altas. Por tanto, las dosis de fertilización fosfatada deben estar en concordancia con su potencial de crecimiento y extracción de nutrientes. Sobre el tema se realizaron varios experimentos cuyos resultados se muestran en el cuadro 2. Todos los trabajos se realizaron sobre Brunosoles y la fuente de fósforo utilizada fue el superfosfato de calcio 0-21-23-0, aplicado en otoño. Las siembras fueron en líneas a 0,30 y 0,45 m. Se cuantificó rendimiento de semillas en cinco experimentos y número de vainas en 20 tallos principales, en cuatro ensayos, presentándose esta variable en términos relativos al testigo sin fósforo, tomado como base 100%. Los cultivares usados fueron Estanzuela Chaná y Crioula multiplicados en el país.

Con excepción del experimento 1, con rendimientos de semilla muy bajos originado por excesos de precipitaciones durante la fase reproductiva de alfalfa, en los restantes trabajos, tanto en rendimiento de semillas, como el número de vainas en 20 tallos principales, muestra que esta leguminosa respondió hasta la máxima dosis aplicada. Las mayores expresiones de estructuras reproductivas, semillas o vainas, se registraron en los trabajos dos y ocho, que correspondieron a períodos relativamente secos durante la etapa reproductiva. En general, los sitios donde se ubicaron los experimentos siempre presentaron abundancia de flores que competían por polinizadores con alfalfa.

En la figura 1 se relacionan diferentes dosis de aplicación de P_20_5 con la cantidad de forraje acumulado desde el cierre a cosecha, información promedio de tres experimentos. En la misma se verifica una respuesta lineal en acumulación de forraje a cosecha con aumentos en la tasa de fertilización fosfatada, donde por cada kilo de P_20_5 aplicado, el rendimiento de forraje aumenta 13,2 kg MS/ha.

Generalmente en leguminosas de crecimiento indeterminado, se sugiere acotar las dosis de fertilización fosfatada con el objetivo que las plantas prioricen la producción de semillas sobre la de forraje, dado que el fósforo es un fuerte potenciador de todos los meristemos relacionados con crecimiento vegetativo. Sin embargo, en la medida que

Cuadro 2. Rendimientos de semilla de alfalfa en respuesta a distintas dosis de fósforo.

kg/ha P_20_5	Semilla: kg/ha					N°vainas/20 tallos (%)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	14	82	88	83	62	100	100	100	100
40	34	84	141	125	96	159	152	211	147
80	44	258	167	135	136	171	186	293	173
160	49	314	182	178	240	207	245	401	206
MDS 5%	18	55	36	39	28	33	44	67	39

N° de vainas en 20 tallos principales en el testigo sin fósforo, se asignó como base 100%. 1 a 5= experimentos diferentes. Experimentos 1-2 y 3 = INIA La Estanzuela, 4 y 5=Florida, 6 y 8=Yaguarí, Ruta 26, Pueblo del Barro, 7= Frayle Muerto, 9=Cruz de los caminos, Ruta 26.

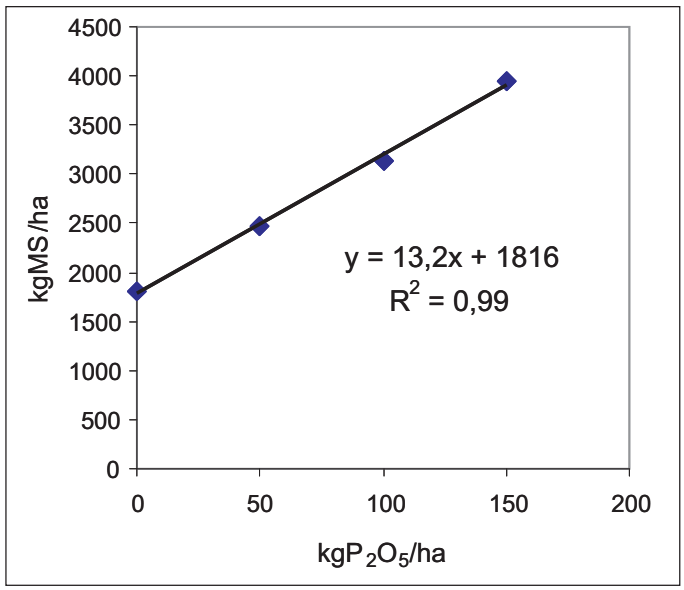


Figura 1. Relación entre la dosis de fertilización fosfatada, aplicada en otoño y la acumulación de forraje entre el cierre y la cosecha de semilla.

estas especies aumentan el número de estructuras, mayor longitud de tallos, número de entrenudos, de ramificaciones, también se incrementa el número de sitios potenciales de formación de inflorescencias y consecuentemente los potenciales de producción de semillas. En la figura 2 se muestra,

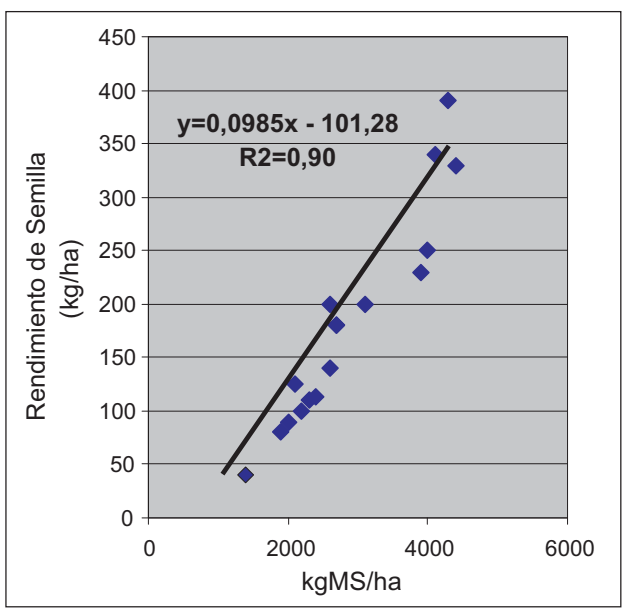


Figura 2. Relación entre los rendimientos de forraje (kg MS/ha) acumulados entre el cierre y la cosecha, con los rendimientos de semilla (kg/ha).

como a consecuencia de un mayor suministro de fósforo, se incrementa el rendimiento de forraje acumulado entre el cierre y la cosecha y los aumentos en esta variable, posibilitan aumentar los potenciales de rendimiento de semilla, siempre que el semillero haya sido sembrado en líneas separadas por lo menos a 0,30 m. En cultivos al voleo o sembrados a 0,15 m, altas dosis de fertilización fosfatada, probablemente disminuyan los rendimientos de semilla, consecuencia de generar un dosel foliar muy cerrados y húmedos.

Cada incremento en 1000 kgMS/ha acumulado a cosecha, posibilita aumentar los rendimientos de semilla en 98 kg/ha (figura 2).

3.4 Variables relacionadas con el establecimiento

Con el objetivo de producir semilla en el año de siembra, es importante planificar para sembrar temprano en otoño. Sin embargo, durante la última década, períodos en marzo relativamente secos y acompañados de altas temperaturas durante varios días, determinaron en cuatro años de una secuencia de diez, alta mortalidad de plantas de distintas especies forrajeras, con la excepción de avena Estanzuela 1095 a. Los experimentos se sembraban todos los años de dos formas, en siembra directa y con laboreo convencional del suelo o mínimo laboreo, verificándose que el mayor porcentaje de plantas muertas se registraba cuando se sembraba en directa, comparativamente con laboreo convencional (Formoso, 2005, 2007). El promedio de establecimiento para alfalfa en siembras de marzo fue de 32% en siembra directa y de 58% cuando la siembra se realizó sobre suelo preparado en forma convencional o con mínimo laboreo, siendo la diferencia

altamente significativa (P<0,01). Dada la frecuencia de este problema, se comenzó a sugerir como época de siembra, el mes de abril, a partir que el suelo disponga de adecuado nivel de humedad, dado que siembras en esta época, minimizan el problema de desecación por altas temperaturas y permiten producir semilla en el año de siembra.

La profundidad de siembra es un factor de suma importancia en determinar el número de plántulas a obtener, razón por la cual es importante disponer de sembradoras que aseguren manejar correctamente esta variable. Sembrando a profundidades de siembra adecuadas, se garantiza un mejor flujo continuo de agua a la semilla, si se logra un adecuado contacto semilla-suelo. Trabajos realizados sobre suelo desnudo, dieron porcentajes de establecimiento de: 42, 75, 63 y 48% para siembras al voleo tapando la semilla con rastra, a 6, 12 y 25 mm de profundidad respectivamente. Cuando el suelo disponía de rastrojo de raigrás, las siembras a 6 mm de profundidad superaron a las de 12 mm y estas originaron mayores porcentajes de establecimiento que las realizadas al voleo (Formoso, 2006, 2007).

El establecimiento de semilleros de alfalfa, tarde en otoño, luego de la cosecha de sorgos con destino de silo de planta entera (rastrojo bajo) o de grano húmedo (rastrojo alto), difiere con los tratamientos que se hagan sobre el rastrojo (Formoso, 2007). La siembra directa, colocando la semilla en la línea, con sembradora monodisco angulado, posibilita obtener los mayores porcentajes de plantas establecidas, medidas a través del área cubierta por la especie sembrada en el surco de siembra. Cuando el rastrojo de sorgo es quemado con fuego, donde solamente se queman las hojas, dio un 67%, con porcentajes algo inferiores le sigue la siembra sobre el rastrojo alto, 55% o bajo, 45%. Los menores porcentajes de establecimiento se registraron cuando el rastrojo de sorgo es picado con rotativa, 37%, o cuando la línea de siembra está sobre la gavilla dejada por la cosechadora, 27%.

Durante cuatro años, se cuantificó el establecimiento de alfalfa, sembrada en la línea, en directa, sobre rastrojos de varias especies (Formoso, 2007). En esta situación, el establecimiento se cuantificó en función de los rendimientos relativos de forraje, tomando al rastrojo de sorgo como base 100%. Los rastrojos de pasto de verano (*Digitaria* sp.), soja y sorgo presentaron los mismos rendimientos sin diferenciarse (P>0,05), los rastrojos de moha, maíz y girasol, posibilitaron obtener un 16% más de forraje de alfalfa y el de raigrás, un 30% más.

Alfalfa es una especie sensible a la compactación de suelo y a los excesos de humedad, cuando ambas variables actúan simultáneamente, las plantas obtenidas disminuyen. Sobre suelo compactado, el establecimiento de alfalfa disminuyó entre 24 y 30% comparativamente con el suelo sin compactar. Estas disminuciones se incrementan si además se siembra sobre suelo compactado y húmedo. Los efectos de la compactación pueden persistir por períodos prolongados, así, la siembra sobre suelo compactado acumuló a fines de septiembre 1400 kgMS/ha, mientras que el sin compactar produjo 2330 kgMS/ha (Formoso, 2007).

Actualmente, para la siembra de leguminosas se sugiere proteger la semilla mediante fungicidas (cuadro 3).

Cuadro 3. Alfalfa Estanzuela Chaná, efecto del curasemilla Metalaxil 35SC aplicado a 1cc/kg de semilla, sobre en número de plantas por metro de surco, expresado en términos relativos al testigo, base 100% sin curasemilla.

Mes de siembra			
Marzo y Abril	Mayo y Junio	Julio y Agosto	Agosto y Septiembre
129	126	161	121
124	137	156	116
100	101	243	164

Cada fila corresponde a un año y chacra diferente.

Para una misma chacra, frecuentemente entre épocas de siembra diferentes, se pueden generar diferencias muy importantes en el establecimiento de plantas, mientras que en otros no se detectan diferencias (Formoso, 2006). Puesto que el costo de estos productos curasemillas es marginal con relación a la inversión que significa la siembra de un semillero, se sugiere su adopción.

4. MANEJO DE ALFALFA EN FASE VEGETATIVA, PERÍODO PRE-CIERRE

Alfalfa tiene una velocidad de crecimiento inicial lenta luego de la siembra, razón por la cual durante la primer primavera (P1), se optó por asegurar un buen establecimiento de la misma, por tanto los manejos de defoliación comenzaron a aplicarse a partir del primer verano, iniciado el 30 de noviembre (cuadro 4).

Esta especie presentó una respuesta a los manejos de cortes aplicados sistemáticamente durante todo el período de evaluación, donde mayoritariamente los rendimientos anuales superiores se registraron en la frecuencia de cortes cada 45 días, seguida por la de 60 + 30 días (cuadro 4). En esta última, por tener un período largo de crecimiento imperturbado, 60 días, en varias oportunidades los rendimientos disminuyen comparativamente con la frecuencia de 45 días, consecuencia de pérdidas, especialmente de hojas. Estas, durante períodos prolongados de crecimiento, envejecen y por tanto se pierden hojas situadas en el estrato inferior del tapiz, o son atacadas por hongos, que muchas veces originan la muerte y desprendimiento de las mismas.

Esta especie generalmente catalogada como altamente sensible a la frecuencia de cortes, que con los manejos más frecuentes de defoliación, cortes cada 22 ó 30 días, aplicados durante toda la vida del cultivo, si bien determinaron disminuciones en la ca-

Cuadro 4. Producción estacional y anual de alfalfa defoliada durante toda su vida útil en cuatro frecuencias de cortes.

Alfalfa						
Cortes	**Año**	**O**	**I**	**P**	**V**	**Total**
22	1	S	0	0	2710	2710
30	1	S	0	0	2829	2829
45	1	S	0	0	3338	3338
60+30	1	S	0	0	2247	2247
22	2	1721	757	2705	2486	7669
30	2	2797	877	2885	2791	9350
45	2	2587	1500	3914	2944	10945
60+30	2	1664	1500	4749	3346	11259
22	3	1962	1354	3947	4027	11290
30	3	2220	1607	4305	4395	12527
45	3	2751	2149	4807	5407	15114
60+30	3	2707	2765	6233	4846	16551
22	4	1091	127	2470	2006	5694
30	4	1077	212	2211	2668	6168
45	4	1688	198	3143	2524	7553
60+30	4	1397	330	2606	2443	6776

pacidad de crecimiento de 27 y 18% respectivamente comparativamente con el manejo de 45 días, en el acumulado de todo el período, dichos rendimientos en el cuarto y quinto año fueron superiores a los del lotus INIA Draco, Formoso (2010).

La respuesta de alfalfa al manejo de cortes en función de la altura del forraje pre-corte mostró una respuesta lineal positiva de forma similar a lotus. Sin embargo, difiere de este, en que los incrementos en los rendimientos de forraje que se obtienen a consecuencia de realizar los cortes con alturas del forraje pre-corte mayores, es de dimensión menor, del orden de 293 kg MS por cada cm de altura pre-corte del forraje en el intervalo entre 14 y 43 cm (figura 3).

Las respuestas menores de alfalfa con relación a *Lotus corniculatus* a las alturas pre-corte, se explicarían porque esta especie desarrolla una raíz pivotante con una corona de tamaño muy superior al lotus, lo que posibilita disponer de una mayor cantidad de yemas iniciadoras de rebrote, abastecidas de una cantidad de energía almacenada también superior. Adicionalmente AA es más eficiente que lotus en desarrollar tasas fotosintéticas superiores, sobre todo cuando las especies se apartan de las condiciones ideales de manejo.

En otro experimento denominado estacional, donde en solo una estación se aplican los cuatro manejos de corte y en las restantes se defolia cada 45 días, los rendimientos anuales a partir del segundo año en adelante no se diferenciaron entre manejos. Este hecho demuestra que si esta especie viene siendo manejada con intervalos de 45 días, la aplicación de esquemas más frecuentes de cortes, cada 22 ó 30 días durante una estación o período de 90 días, no deprimen la producción anual del segundo año en adelante, es decir, las plantas toleran este estrés energético sin repercusiones productivas negativas posteriores. La excepción se verifica en el primer verano, donde los cortes cada 22 ó 30 días determinan disminuciones productivas ($P<0,05$) con respecto al manejo de 45 días. Este suceso es comprensible ya que alfalfa aún no culminó en el primer verano de desarrollar completamente sus órganos subterráneos, especialmente la corona y raíz pivotante.

En el experimento estacional, los efectos residuales del manejo de cortes cada 22 ó 30 días generaron depresiones productivas importantes en la estación siguiente. Cuando se comparan con las producciones registradas en el intervalo de 45 días, los cortes cada 22 días en la estación previa originaron en la siguiente disminuciones productivas de: 48% en el segundo invierno, 11% en el segundo verano, 41% en el tercer invierno, 20% en el cuarto otoño, 24% en el cuarto verano y 56% en el quinto invierno. Esta información muestra que cortes cada 22 días aplicados en otoño determinan frecuentemente disminuciones productivas importantes en la capacidad de producción invernal de AA.

Los rendimientos de forraje acumulados en el experimento anual muestran que en general los manejos de cortes cada 45 días, o de 60+30, fueron los que acumularon más forraje (cuadro 5).

En rotaciones cortas a tres años, o más largas a cuatro años, las depresiones de aplicar sistemáticamente durante toda la vida del cultivo, frecuencias de 22 o 30 días, implicaron comparativamente con los intervalos a 45 días, disminuciones productivas de 27 y 18% en esquemas

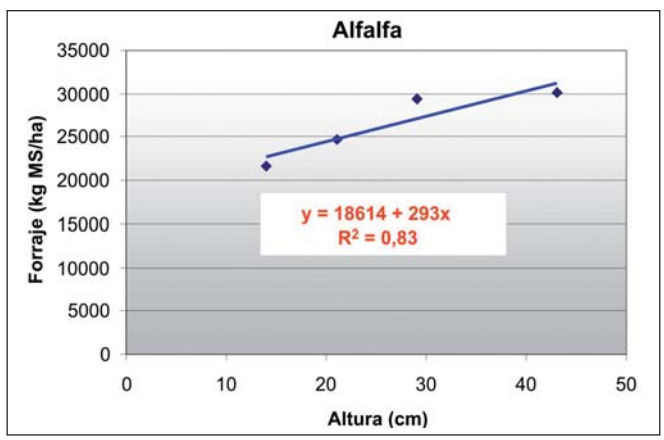


Figura 3. Relaciones entre los rendimientos de forraje acumulados de tres años y las alturas promedio de forraje al momento de los cortes.

Cuadro 5. Rendimientos de forraje (kgMS/ha) anuales y acumulados de alfalfa en respuesta a cuatro manejos de cortes aplicados continuamente durante la vida productiva de la especie.

Cortes	1	2	3	4	5	1+2+3+4+5
22	2710	7668	11290	5694	2300	29662
30	2829	9350	12527	6165	2284	33155
45	3338	10945	15114	7553	3456	40406
60+30	2247	11260	16551	6776	2868	39702
MDS 5%	**765**	**1330**	**1624**	**916**	**408**	**4640**

1 a 5 = edad en años de alfalfa.

de tres años y de 26 y 17% en rotaciones a cuatro años.

La aplicación de distintas frecuencias de corte en AA mostró: a) que mayoritariamente los rendimientos anuales superiores se registraron en la frecuencia de cortes cada 45 días, seguida por la de 60 +30 días, b) que frecuentemente períodos de crecimiento imperturbado de 60 días, en varias oportunidades originaron disminución en los rendimientos de forraje comparativamente con la frecuencia de 45 días, consecuencia de pérdidas de forraje, especialmente de hojas, c) que cortes cada 22 ó 30 días, aplicados durante toda la vida del cultivo, si bien determinaron disminuciones en la capacidad de crecimiento de 27 y 18% respectivamente comparativamente con el manejo de 45 días, en el acumulado de todo el período, d) en términos relativos, los rendimientos de forraje de los manejos de cortes cada 22, 30, 45 y 60 + 30 días fueron respectivamente 72, 82, 98 y 100%, e) si esta especie viene siendo manejada con intervalos de 45 días, la aplicación de esquemas más frecuentes de cortes, cada 22 ó 30 días durante una estación o período de 90 días, no deprimen la producción anual del segundo año en adelante, es decir, las plantas toleran este estrés energético sin repercusiones productivas negativas posteriores, f) la excepción al comentario precedente se verificó en el primer verano, donde los cortes cada 22 ó 30 días determinaron mermas productivas con respecto al manejo de 45 días, explicado porque aún las plantas estaban desarrollando su raíz y corona, g) con relación a los efectos residuales del manejo aplicado en una estación sobre la siguiente se observa que, no son muchas las situaciones donde los manejos más frecuentes de cortes cada 22 ó 30 días, generan depresiones productivas importantes en la estación siguiente, h) los efectos residuales del manejo de cortes cada 22 días aplicados en otoño, determinan frecuentemente disminuciones productivas importantes en la capacidad de producción invernal de alfalfa comparativamente con esquemas cada 45 días, i) en rotaciones cortas a tres años, o más largas a cuatro años, las depresiones de aplicar sistemáticamente durante toda la vida del cultivo, frecuencias de 22 ó 30 días, implicaron comparativamente con los intervalos a 45 días, disminuciones productivas de 27 y 18% en esquemas de tres años y de 26 y 17% en rotaciones a cuatro años.

Alfalfa maximizó sus rendimientos de forraje en regímenes de cortes cada 45 días, sin embargo en algunos períodos de 90 días podrían incrementarse las frecuencias de cortes a 30 días sin mayores problemas para que las plantas persistan. La excepción fue otoño, que de cortarse frecuentemente deprime el potencial productivo de invierno. Se destaca que cuando se maneja correctamente la frecuencia de defoliación, no es necesario dejar área foliar remanente en la leguminosa, de hecho, los cortes realizados no dejaban área fotosintética.

Las respuestas mostradas de AA frente a los diferentes manejos de cortes aplicados, sirven a los productores semilleristas para planificar la carga animal en función de los rendimientos esperables de forraje frente a una amplitud de manejos e intervalos de cortes, importante.

5. FECHAS DE CIERRE

Alfalfa florece en primavera y verano, con fotoperíodos de más de 12 horas de luz, requiriendo además temperaturas medias superiores a los 18 a 20 C y alta intensidad de radiación. Dado que las legumbres en esta leguminosa se mantienen adheridas a la planta, es posible acumular dos floraciones con sus respectivas fructificaciones y así aumentar los rendimientos de semilla obtenibles. De registrarse períodos muy secos, sin precipitaciones o escasas, se pueden acumular hasta tres floraciones. Desde la polinización a la maduración de las vainas, el tiempo requerido se ubica en torno a los 40 días, pudiendo disminuir el mismo si se dan condiciones de temperaturas superiores. En esta especie se realizaron varios experimentos de fechas de cierre, cuya información se muestra en el cuadro 6. Los trabajos se hicieron en secano, con los cultivares Crioula o Estanzuela Chaná, sembrados en líneas a 0,30 o 0,45m y con buena disponibilidad de fósforo, 10 a 15 ppm de P_20_5 determinado por Bray 1. Se realizaron nueve experimentos, la información de dos no se muestra porque por períodos excesivamente llovedores, los rendimientos de semilla no sobrepasaron los 27 kg/ha. Los trabajos uno y cinco, también presentaron niveles de precipitaciones durante la floración relativamente importantes.

Todas las situaciones, previo al cierre, durante la etapa vegetativa, las plantas estaban sometidas a una frecuencia de cortes con intervalos entre 40 y 45 días. De forma general, la época de cierre de noviembre fue la que determinó los rendimientos de semilla superiores, seguida por el cierre de octubre. La producción de semilla de alfalfa es altamente sensible a las condiciones de ambiente, respondiendo muy positivamente cuando la floración se produce en períodos muy secos, luminosos, de baja humedad relativa y poco viento, de forma tal que no perjudique el trabajo de los polinizadores. Estas condiciones explican los altos rendimientos de semilla registrados en la ubicación 6, cuando se cerró el 20 de enero. En esta situación el llenado de semilla se produjo a fines de febrero y marzo, que fueron meses muy secos y con buena radiación.

6. POLINIZACIÓN EN ALFALFA

Mientras que en trébol blanco y lotus, la polinización no es problema, en trébol rojo y alfalfa este aspecto es vital, si se pretende tener buenos rendimientos de semilla. De acuerdo con Crane y Walter (1984), citado por Fairey et al (1997) se requieren para alfalfa entre 5 y 10 colmenas/ha y Todd and Vansell (1952) indican que en horas próximas a medio día, deberían haber entre 3 y más abejas por m^2. El manejo de los polinizadores es otro aspecto de alta importancia (Fairey *et al*., 1997) y cuando se trató este tema en trébol rojo, en el numeral 7.2, se realizaron una serie de sugerencias al respecto. Sobre el tema, Fairey *et al*., (1997) indican que la falta de atención a los detalles referentes para obtener una polinización efectiva por abejas, principalmente en las leguminosas menos atractivas, trébol rojo y alfalfa, determina generalmente fracasos

Cuadro 6. Rendimientos de semilla (kg/ha) de alfalfa en función de diferentes fechas de cierre y en distintas localidades.

Cierres	1	2	3	4	5	6	7	Media	%
20/9	54	98	145	77	33	222	179	115	44
20/10	55	213	279	253	54	298	366	216	82
20/11	87	239	328	278	61	395	458	263	100
20/12	36	184	158	156	73	184	277	152	58
20/1	63	66	111	89	25	199	87	91	35
MDS 5%	**ns**	**37**	**57**	**40**	**ns**	**55**	**61**	**-**	**-**

1 y 2: INIA La Estanzuela. 3 y 4: Florida, suelo 5.02b
5 y 6: Yaguarí, Pueblo del Barro y Cruz de los caminos,
Ruta 26, 7: Regosol sobre Yaguarí.

económicos en la producción de semillas de estas especies.

El trabajo de manejo de polinizadores, boletín de divulgación N 21 (1973) resume el comportamiento de abejas en alfalfa, a partir de información americana.

Para Argentina, Echevarría *et al*., (1995), sugieren para abeja melífera: a) que la colmena tenga una reina joven, con alta capacidad de postura de huevos, b) una colonia fuerte con un mínimo de 6250 cm^2 de cría, c) utilizar 8 a 10 colonias por hectárea a los efectos de disponer de 3 a 5 obreras/m^2, d) colocar el 50% de las colonias con la alfalfa entre 25 y 40% de floración, completando el resto a los 7 a 10 días, e) agrupar las colonias de 10 a 15 dentro del semillero, de tal forma que el rango de vuelo de las abejas se superponga a intervalos de 100 a 150 metros, f) eliminar el polen competitivo, tanto como sea posible.

Surge claramente que el buen manejo de las abejas acopiadoras de polen es fundamental para la obtención de buenos rendimientos de semilla en alfalfa. Con el objetivo de aumentar el número de polinizadores, se realizaron experimentos mediante la aspersión de un atrayente y estimulante del pecoreo (cuadro 8).

Ninguna de las aplicaciones del atrayente y estimulante del pecoreo resultó efectiva.

La sensibilidad de alfalfa en producción de semillas, frente a las condiciones de ambiente, se refleja claramente en el cuadro 9, donde se comparan rendimientos de semilla en donde el período de floración fructificación fue muy seco, o con precipitaciones normales, o con exceso de precipitaciones.

Los trabajos se realizaron en INIA La Estanzuela, con abundancia de flores competidoras por polinizadores. En el primer y segundo año, cuando las condiciones de

Cuadro 7. Comportamiento en alfalfa de abejas acopiadoras de néctar y polen. Fuente: Boletín de divulgación N 21, La Estanzuela.

	Acopiadoras de néctar	Acopiadoras de polen
Flores estalladas en %	1	80
Flores visitadas/minuto	14	8
Flores polinizadas/hora	8	384
Relación de eficiencia	1	45

Cuadro 8. Efectos de la aplicación de atrayente y estimulante del pecoreo: Bee-Here, en seis experimentos con alfalfa Estanzuela Chaná.

N° de abejas en 10m^2 en 10 minutos			
Atrayente	**Testigo**	**Atrayente**	**Testigo**
8,33	10,16	4,68	5,58
Todas las comparaciones: no significativas			
Rendimientos de semilla kg/ha			
Atrayente	**Testigo**	**Atrayente**	**Testigo**
27	26	97	109
115	88	145	142

Cuadro 9. Polinización de alfalfa Estanzuela Chaná, rendimientos de semilla (kg/ha).

Edad	Primer año	Segundo año	Cuarto año
2 colmenas/ha	87 a	195 a	273 a (MS)
Sin colmenas	36 b	73 b	291 a (MS)
Fase reproductiva con exceso de precipitaciones			
2 colmenas/ha	6	23	39
8 colmenas/ha	9	35	51

MS= muy seco.

ambiente fueron relativamente normales, el hecho de no colocar colmenas en el semillero, deprimió en forma importante los rendimientos de semilla. Sin embargo, cuando se presentan condiciones muy secas, gran parte de las flores competitivas de lotus y trébol blanco se marchitaron, quedando sólo las de alfalfa. Al disminuir la cantidad de flores por unidad de superficie, los polinizadores trabajaron en el semillero de alfalfa sin colmenas, no diferenciándose los rendimientos de semilla con el que disponía de dos colmenas fuertes por hectárea. La abundancia de colmenas en el litoral hace posible que ocurran éstos hechos. Probablemente en regiones extensivas, con baja cantidad de colmenas, los semilleros de alfalfa sin colmenas produzcan muy poca semilla. Cuando durante el período de floración fructificación, ocurren abundantes precipitaciones, disminuyen los rendimientos de semilla de alfalfa, independientemente de que los semilleros dispongan de bajo o alto número de colmenas/ha, cuadro 9.

El impacto de las condiciones ambientales en la floración, fructificación de alfalfa en nuestro país puede visualizarse en las figuras 4 a 9.

En la figura 5 se visualiza el desprendimiento de abundante cantidad de flores del raquis del racimo, consecuencia de exceso de humedad en el ambiente y precipitaciones. En la figura 6, se observan varias flores marchitas, sin polinizar, muchas flores abortadas desprendidas de la inflorescencia

Figura 4. Racimos de alfalfa Estanzuela Chaná en pico de floración.

Figura 5. Inflorescencia de alfalfa. 19 de diciembre.

Figura 6. Inflorescencia de alfalfa con polinización deficiente. 26 de diciembre.

Figura 7. Racimo de alfalfa al 30 de diciembre, mal polinizado.

y escasas vainas, resultado de una deficiente polinización.

Las figuras 6 y 7 muestran la ineficiencia de la polinización, consecuencia de las malas condiciones ambientales, precipitaciones, cielo nublado y alta humedad relativa.

La figura 8 muestra un racimo de alfalfa, con vainas verdes, mejor polinizado que los anteriores, pero distante de presentar alto porcentaje de flores fecundadas como para producir rendimientos de semilla altos.

La mayoría de las figuras muestran baja eficiencia de polinización. Esto frecuentemente sucede en las condiciones ambientales de nuestro país, marginal para la producción de semillas de alfalfa. Estos hechos contrastan fuertemente con los rendimientos de semilla obtenibles en semilleros ubicados en ambientes áridos o semiáridos, con riego por superficie, donde llegan a obtenerse entre 1000 y 1500 kg/ha de semilla.

Tratando de mejorar la polinización en alfalfa, se realizaron dos trabajos mediante la cooperación de Cadyl-Prova-INIA La Estanzuela, en Young, en semilleros de alfalfa Estanzuela Chaná y Crioula, evaluando la polinización y los rendimientos de semilla, mediante la utilización como polinizador de

Figura 8. Racimo de alfalfa, mejor polinizado, al nueve de enero, con 25 frutos de los 50 a 60 que debería tener en situación de buena polinización.

Figura 9. Racimo de alfalfa, mal polinizado, con apenas cuatro vainas maduras.

Megachile rotundata. Las condiciones de ambiente imperantes durante el período de evaluación (1/12/1993 a 16/2/1994) fueron malas para la producción de semillas de alfalfa, las precipitaciones totalizaron 295 mm en 15 días con lluvias y la humedad relativa entre las 9 AM y 19, promedio para el período fue de 89,2 ± 5,9.

Los rendimientos de semilla, el número de Megachiles/m^2 en 10 minutos, en función de la distancia al domicilio, se muestran en el cuadro 10.

A pesar de las muy malas condiciones ambientales, los trabajos permitieron mostrar que: mediante la polinización con Megachile rotundata, es factible obtener altos rendimientos de semilla de alfalfa y que para la realización de los mismos a nivel de campo, se debe disponer de un número de domicilios adecuados con el objetivo que la polinización sea eficiente. A medida que las distancias del domicilio aumentan, la polinización y los rendimientos de semilla disminuyen (cuadro 10).

Cuadro 10. Polinización en alfalfa mediante *Megachile rotundata*, incidencia de la distancia al domicilio en metros sobre los rendimientos de semilla (kg/ha).

Distancia al Domicilio en metros	Estanzuela Chaná		Crioula	
	kg/ha	N°M	kg/ha	N°M
9	416	19	266	23
18	379	7	221	13
36	242	2	175	5
72	111	0	130	1
150	22	0	76	0
MDS 5%	37	-	31	-

N° M = número de Megachiles/m^2 en 10 minutos.

Este trabajo presentó como dificultad, que la población inicial de Megachiles disminuyó fuertemente al final del ciclo de semillazón, debido a problemas de adaptación al ambiente, enfermedades, lo que implica que se deban importar o producir todos los años, aspecto que aumenta los costos. El tema, amerita mayores estudios.

7. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS CON RIEGO

7.1 Introducción

Los trabajos realizados en el país utilizaron riego por superficie, aplicando una lámina bruta muy alta, estrategia que no permite un adecuado control del agua disponible en el suelo, llevando en general el contenido de la misma a capacidad de campo. Los altos umbrales de riego elegidos durante la fase reproductiva, determinaron aumentos excesivos en la producción de forraje de alfalfa y bajos rendimientos de semilla.

En predios que hacen agricultura, la inclusión de leguminosas en la rotación con cultivos, constituye una tecnología clave para mejorar los suelos y actualmente, esta opción está plenamente validada a escala comercial. Si estas leguminosas además de producir forraje se destinan para producir semilla, los ingresos generados por este rubro pueden contribuir a mejorar la sustentabilidad y rentabilidad global del sistema de producción.

Las plantas y tallos de alfalfa son indeterminados y ante excesos de disponibilidad de nutrientes y agua, pueden direccionarse excesivamente hacia la producción de forraje y disminuir los rendimientos de semilla.

Alfalfa requiere necesariamente cierto nivel de estrés hídrico en las diferentes etapas dentro de la fase reproductiva, si el objetivo es maximizar la producción de inflorescencias y semilla. Esta leguminosa presenta una profundidad de exploración radicular mayor que otras, consecuentemente, es más difícil que las plantas en fase reproductiva presenten estrés hídrico. En alfalfa, contenidos de agua disponible, ya sea por riego o lluvia, próximos a capacidad de campo durante fase reproductiva, determinan una probabilidad alta de obtener bajos rendimientos de semilla cosechable, especialmente si los semilleros tienen poblaciones altas por unidad de superficie.

Se debe tener presente, que las condiciones climáticas de nuestro país son marginales para la producción de semillas de esta especie. Esto no quiere decir que no se pueda producir, sino que los excesos de precipitaciones y la variabilidad de éstas, en fase reproductiva, determinan rendimientos de semilla en general bajos, muy variables entre años, donde no es raro obtener una producción económicamente nula, a pesar de que se haya aplicado correctamente, toda la tecnología de manejo disponible.

En el mundo predominan los semilleros de alfalfa en zonas desérticas o con muy bajas precipitaciones durante floración y fructificación. En estos ambientes, el riego por superficie es necesario y pueden obtenerse rendimientos superiores a los 1000 kg/ha. En estas situaciones, las poblaciones de los semilleros son muy bajas y la distancia entre surcos es amplia. En nuestro país, con

semilleros de alfalfa sembrados en alta densidad, puesto que tienen el doble objetivo, semillas y forraje, sumado a las frecuentes condiciones de ambiente desfavorables para la producción de semillas de esta especie, por ejemplo excesos hídricos, determinan muy bajos rendimientos.

7.2 Resultados experimentales

La información fue obtenida de experimentos localizados sobre Brunosoles eútricos de INIA La Estanzuela. Los comentarios que se realicen con relación al agua en el suelo se refieren al agua disponible (AD) en los primeros 40 cm de suelo durante el período comprendido entre inicio y pico de floración. Con la letra D se indican las disminuciones del agua disponible en porcentaje del total a partir de capacidad de campo (100% de AD) y con la letra F la reposición del AD en porcentaje del total a partir del punto de marchitez permanente (0 % de AD). Así por ejemplo, el par de valores D70 F50, indica que el AD disminuye un 70% a partir del 100% o capacidad de campo (o sea, queda un remanente de 30% de AD para las plantas) y se repone hasta el 50% del total de AD partiendo de 0, coeficiente de marchites permanente. Si se desea calcular el AD promedio en el período comprendido entre D y F, para el ejemplo anterior sería (30 + 50) ÷ 2 = 40 %.

Se realizaron cinco experimentos, dos en 1997/98, dos en 1998/99 y uno en 1999/2000 en semilleros de tercer, primer y cuarto año respectivamente (cuadro 11).

Las precipitaciones mensuales (P mm), los días con lluvia (D) y los días con precipitaciones iguales o superiores a 10 mm (D10) se muestran en el cuadro 12, donde además se visualizan las dificultades que las condiciones de ambiente pueden generar en la producción de semillas de esta leguminosa.

De las cinco situaciones, en las primeras cuatro cosechas realizadas, los rendimientos experimentales de semilla obtenidos fueron muy bajos, económicamente despreciables en condiciones comerciales de producción (cuadro 11).

Los altos contenidos de AD en floración (cuadro 12), resultado de las precipitaciones registradas (secano), o de éstas más los riegos, determinaron fracasos en la expresión reproductiva de esta especie, bajos números de flores, vainas y semillas por vaina. En la mayoría de las vainas los óvulos abortaron, es decir, no desarrollaron semilla y el número máximo de semillas por vaina cuantificado fue de dos. Paralelamente, los excesos hídricos promovieron mayores problemas de enfermedades, especialmente *Phytophtora megasperma* Drechs. FR. Sp. medivaginis T. Kuan (podredumbre húmeda de la raíz), que determinó muerte de plantas.

En la primavera de 1999 se registraron escasas precipitaciones y días con lluvia, determinando disminuciones importantes del total de AD, registrándose extremos de D100, valor que implica que en los primeros 40 cm de suelo el AD fue 0 (cuadros 11 y 12). Condiciones de estrés hídrico severo en floración, alto nivel de radiación, muy baja humedad relativa del aire, son atributos que determinaron una disminución en la producción de forraje y una muy buena expresión reproductiva, elevados números de flores, vainas y semillas por vaina. Consecuentemente los rendimientos de semilla resultaron muy interesantes económicamente, alcanzando en el secano los 362 kg/ha (cuadro 11).

Cuadro 11. Producción de semillas de alfalfa cv Crioula (kg/ha) en diferentes situaciones de disponibilidad de agua en el suelo, considerando una lámina de 40 cm.

	AD	20/1/98 kg/ha	AD	25/3/98 kg/ha	AD	26/1/99 kg/ha		26/3/99 kg/ha		3/1/00 kg/ha
S	D80 F100	40	D50 F100	0.9	D20 F100	15	D20 F100	9	D 95 D 100	362
R	D70 F100	10	D80 F100	0.8	D 20 F100	11	D 20 F100	9	D 95 F26	157
Signi.		**NS**		**NS**		**NS**		**NS**		**P<0.01**

S (secano), R (riego), día de cosecha, Signi (nivel de significación). NS= no significativo.

Cuadro 12. Precipitaciones mensuales (P mm), días con lluvia (D) y con precipitaciones iguales o mayores a 10 mm (D10), en diferentes períodos experimentales.

Mes	10	11	12	1	2	3
Año	**1997**	**1997**	**1997**	**1998**	**1998**	**1998**
P	114	72	226	87	73	118
D	11	13	13	9	11	9
D10	8	3	6	4	1	3
Año	**1998**	**1998**	**1998**	**1999**	**1999**	**1999**
P	30	110	150	93	179	283
D	5	7	10	10	7	12
D10	1	5	4	4	3	6
Año	**1999**	**1999**	**1999**	-	-	-
P	13	24	58	-	-	-
D	5	7	8	-	-	-
D10	0	0	1	-	-	-

En el tratamiento regado (aspersión) se aplicaron a las 19 horas dos riegos de 30 mm de lámina bruta cada uno, uno en floración temprana y otro previo al pico de máxima floración, llevando el AD a solamente un 26% del total (F26). El riego estimuló levemente la producción de forraje, deprimió la formación de flores, vainas y número de semillas por vaina, por tanto, los rendimientos de semilla disminuyeron un 57 % con relación al secano, pasando de 362 en el secano a 157 kg/ha en el tratamiento regado.

La obtención de buenos rendimientos de semilla en alfalfa requiere que durante el período de floración, semillazón, el contenido de agua disponible en el suelo (primeros 40 cm) se deprima en forma importante, en el entorno de 95 a 100 % del total disponible y que, además, se den condiciones de alta radiación y baja humedad relativa del aire.

Pequeñas recargas de agua en floración que eleven el contenido a valores próximos al 25 - 30 % de agua disponible, ya son suficientes para determinar depresiones importantes en los rendimientos de semilla.

Contenidos altos de agua disponible en el suelo en floración, generalmente se traducen en rendimientos muy bajos de semilla, que muchas veces pueden llegar al extremo que no justifiquen económicamente la cosecha. Los semilleristas de alfalfa en nuestro país conocen que en las primaveras y/o veranos llovedores deben destinar los alfalfares para producción de forraje. En contraposición, períodos de sequía importantes como los registrados en 1989 y 1999, determinaron que en condiciones comerciales de producción, frecuentemente se obtuvieran rendimientos de semilla limpia superiores a los 300 kg/ha.

Un error generalizado en nuestro país consiste en seleccionar las mejores chacras dentro de los establecimientos para producir semilla de alfalfa. Comúnmente estas se corresponden con los mejores suelos, los más profundos y fértiles. Las condiciones de fertilidad y profundidad del perfil potencian el crecimiento vegetativo de esta especie. Este irá en desmedro del desarrollo reproductivo, es decir, comúnmente se eligen características exactamente opuestas a las que deberían seleccionarse si el objetivo es semilla.

La gran capacidad de alfalfa de explorar suelo, determina que sea muy difícil y poco frecuente que ocurran períodos prolongados con muy bajas o nulas precipitaciones, suficientes como para generar una disminución importante del contenido de agua disponible en el suelo, tal que asegure buenos rendimientos de semilla.

La elección de suelos menos profundos para producción de semillas aumenta las probabilidades de que alfalfa entre en estrés hídrico más intenso y consecuentemente se obtengan mayores rendimientos. Estos ambientes, frecuentes en suelos desarrollados sobre basamento cristalino, tienen además en el período de floración de alfalfa, generalmente mayores temperaturas y menores humedades relativas, aspectos que favorecen la producción de semilla en esta especie.

7.3 Sugerencias

Como resumen, se sugiere que para la obtención de altos rendimientos de semilla de alfalfa, es imprescindible que durante el período de floración, el agua disponible en el suelo disminuya a valores muy bajos, del orden del 5 % o menos en los primeros 40 cm, y que contenidos de agua disponible del 30 % o más, determinan disminuciones importantes en la producción de semilla. En tanto, contenidos de 50 % a capacidad de campo, pueden traducirse en rendimientos tan bajos que no justifiquen la cosecha. Alfalfa en la lámina de suelo de 0 a 40 cm debería manejarse con un agua disponible de 0 a 10%, dejando bajar el agua disponible entre 95 y 100% y reponiendo un 10%.

8. MÉTODOS DE COSECHA

Alfalfa se cosecha tanto en forma indirecta como directa. En la cosecha indirecta el corte-hilerado se realiza con el forraje humedecido por rocío, de noche o en la mañana temprano, cuando aproximadamente el 70% de las vainas presentan color marrón oscuro y no se inició el desprendimiento de vainas por exceso de maduración. Se utiliza una hileradora y posteriormente con cosechadora provista de recolector, se procede a la recolección de las gavillas y se trilla. En áreas donde no se dispone de hileradoras, este operativo se realiza con pastera de tambores. Este implemento puede producir pérdidas importantes de semilla, cuando las vainas rozan el bastidor de la pastera y un porcentaje de ellas, las que tienen mayor grado de madurez, se desprenden.

Actualmente, sobre chacras con el suelo bien nivelado, en algunas situaciones, el semillero se corta e hilera y posteriormente se recogen las gavillas y se cosecha mediante una cosechadora provista de plataforma con Flex (figura 10).

En la cosecha indirecta, con el objetivo de disminuir pérdidas de semillas durante la recolección de gavillas, debe priorizarse el uso de recolectores que tengan el menor número de orificios o ranuras, que son sitios donde se producen las pérdidas de semilla o vainas (figura 11).

Figura 10. Cosecha de alfalfa Estanzuela Chaná, donde las gavillas se recogen con plataforma Flex.

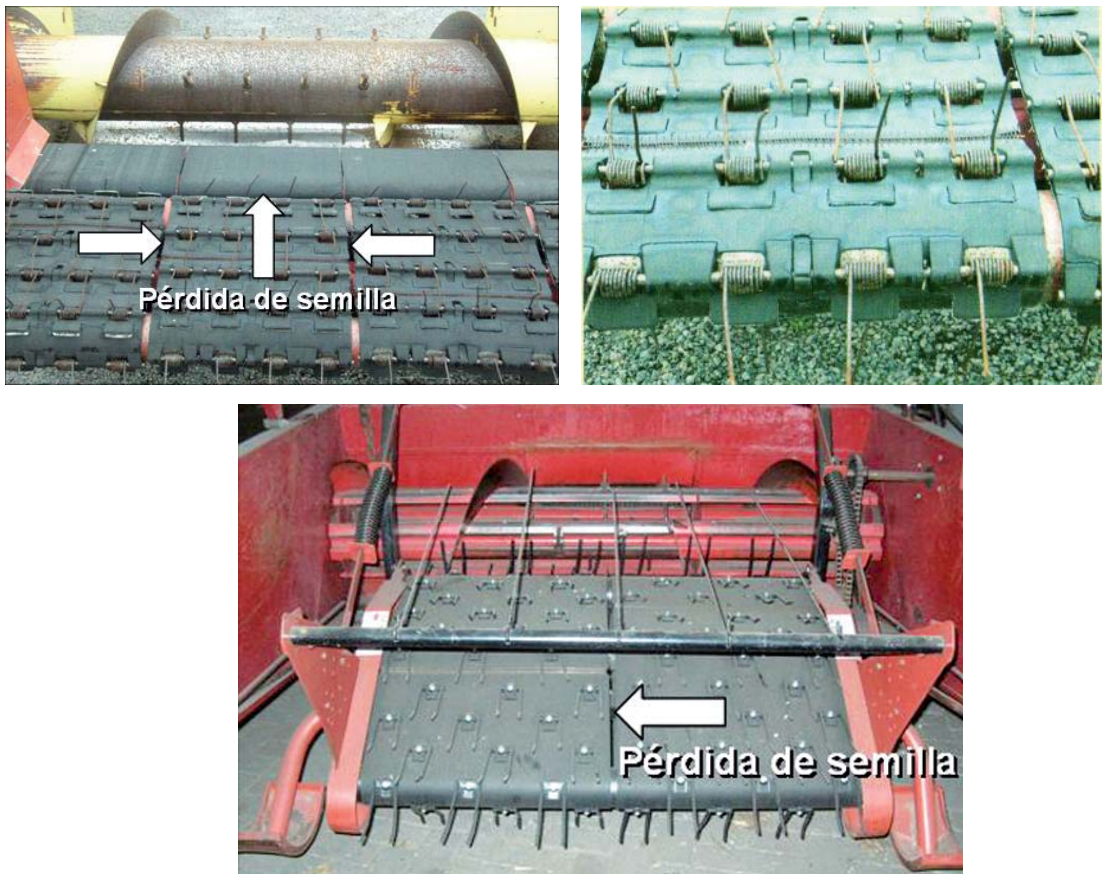


Figura 11. Recolectores con exceso de separación entre bandas y con doble banda de goma, delantera y trasera.

En la figura 11 se señalan sitios del recolector donde se pueden producir elevadas pérdidas de vainas o semilla.

El método de cosecha directa, consiste en aplicar un desecante sobre el semillero cuando aproximadamente el 80% de las vainas se encuentran maduras. Cuando el semillero tiene un doble objetivo, forraje y semilla, generalmente presentan alta densidad de plantas, razón por la cual, muchas veces se requiere una aplicación doble de desecante, con el objetivo de conseguir un grado de desecación adecuado y uniforme, que posibilite mejorar la trilla y minimizar pérdidas de vainas sin trillar. En estos operativos, las aspersiones con desecante, deberían realizarse con máquinas que tengan barras de aspersión anchas, con el propósito de pisar el semillero lo menos posible. Posteriormente cuando las plantas presentan un grado de desecación apropiado, que se visualiza cuando con la mano es relativamente fácil desprender las vainas del raquis del racimo, se procede a cosechar en forma directa, en períodos del día, donde el forraje esté seco.

En nuestro país, paulatinamente se sigue sustituyendo la cosecha indirecta por directa, esta presenta menores costos por unidad de superficie, es más rápida, sencilla, y normalmente origina menores pérdidas de cosecha (cuadro 13). Países con mucha experiencia e historia en cosecha de semilla de alfalfa, como USA, se cosecha en directa casi el 100% de los semilleros.

En el cuadro 13 se resumen los rendimientos de semilla (kg/ha), de cuatro experimentos que compararon cosecha directa (CD) e indirecta (CI). Para la cosecha directa, se realizó entre las 19 y 22 según los experimentos, una aplicación de paraquat a 3 litros/ha, con 250 litros de agua más

Cuadro 13. Rendimientos de semilla de alfalfa Estanzuela Chaná o Crioula, en función del método de cosecha utilizado, directa (CD), o indirecta (CI).

	San José (1)	Puntas de Carretera, Tacuarembó (2)	San José (3)	San José (4)
CD	319	198	96	285
CI	254	112	43	203
MDS 5%	45	52	NS	48

(1)= Crioula; 2, 3 y 4= Estanzuela Chaná. NS= no significativo.

humectante no iónico a 1,5 litros por hectárea. Las situaciones 1 y 3 eran alfalfas de quinto año, la situación 2, de tercer año y la 4, de sexto año.

Los mayores rendimientos de semilla se registraron con la cosecha directa. Las situaciones 1 y 4 corresponden a períodos reproductivos de alfalfa con bajas precipitaciones, en la 3 fue donde ocurrieron las más altas.

Berrutti y Grauert (1994), realizaron un estudio en alfalfa Crioula cuantificando la desecación producida por distintas dosis de diquat, paraquat, aplicados a las 8AM y 19, comparativamente con el corte e hilerado y el cultivo imperturbado (cuadro 14).

Los porcentajes de materia seca interaccionaron (P<0,01) con las horas de aplicación y los tratamientos. La aplicación a las 19 aumentó la eficiencia de secado, con excepción de paraquat a dosis alta, producto que mantuvo su eficiencia de secado, independientemente de las horas de aplicación. La interacción horas de aplicación por tratamientos, determina que cada hora de aplicación se estudie en forma independiente. Los mayores porcentajes de materia seca se registran con el corte e hilerado (cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentajes medios de materia seca del forraje según formas de desecación, a las 48 y 96 horas luego de las aplicaciones realizadas a la 8 AM y 19 (Berrutti y Grauert, 1994).

Aplicación de las 8 AM			
Desecante	**Dosis (ia/ha)**	**%MS (48 horas)**	**%MS (48 horas)**
Diquat	0,28	49,0	39,0
Diquat	0,55	54,0	58,0
Diquat	0,82	55,5	58,5
Promedio		53,0	52,0
Paraquat	0,28	46,0	46,0
Paraquat	0,55	53,0	56,5
Paraquat	0,82	59,5	64,0
Promedio	-	53,0	55,5
Corte hilerado	-	73,0	86,0
C. imperturbado	-	43,0	77,0
Aplicación de las 19			
Desecante	**Dosis (ia/ha)**	**%MS (48 horas)**	**%MS (48 horas)**
Diquat	0,28	48,0	59,5
Diquat	0,55	52,5	67,0
Diquat	0,82	59,0	67,0
Promedio		53,0	64,5
Paraquat	0,28	45,0	52,0
Paraquat	0,55	52,0	65,0
Paraquat	0,82	55,5	69,0
Promedio	-	51,0	62,0
Corte hilerado	-	94,5	92,0
C. imperturbado	-	43,0	45,0

A las 8 AM, las dosis medias y altas de ambos desecantes, aumentaron el secado entre las 48 y 96 horas, anulando los efectos de las precipitaciones registradas a las 48 y 96 horas, en tanto la dosis baja de desecante presentó respuesta opuesta.

Con la aplicación a las 19 el corte hilerado sigue presentando los mayores porcentajes de materia seca, en tanto no se detectaron efectos entre desecantes, sin embargo, a medida que se aumentan las dosis, la desecación fue mayor ($P<0,05$).

En producción de semillas de alfalfa, mientras que la aplicación de los desecantes a las 8 AM determinó rendimientos de semilla de 218 kg/ha, la de las 19 rindió 277 kg/ha, valor superior ($P<0,05$) al anterior.

Los rendimientos promedio de semilla de alfalfa para diquat a las 48 y 96 horas fueron 211 y 244 kg/ha respectivamente, para paraquat los valores fueron de 226 y 292 kg/ha, en tanto el corte e hilerado rindió 163 y 197 kg/ha respectivamente. La calidad de la semilla y las tasas de rebrote no fueron afectadas por los desecantes (Berrutti y Grauert, 1994).

Sugerencias

Para la cosecha de semilla de alfalfa se sugiere priorizar la cosecha directa mediante el uso de desecantes. Estos, según la velocidad de secado que se quiera obtener, deberían aplicarse entre 2 y 4 litros de producto comercial, diquat o paraquat, por hectárea, priorizando las aplicaciones de las 19 en adelante y de noche.

9. INSECTOS PLAGA Y CONTROL DE MALEZAS

9.1 Problemas de insectos

El corte de primavera correspondiente a la fecha de cierre constituye una opción que disminuye en forma importante la población de insectos perjudiciales para la producción de semillas de esta especie, principalmente en los semilleros densos, sembrados para producir forraje y semilla. En éstos, de ocurrir ataques de insectos perjudiciales, los excesos de forraje pueden interferir en obtener un buen control con insecticidas de contacto. Con el objetivo de evitar daños a los polinizadores, se deben seleccionar cuidadosamente los insecticidas a utilizar, priorizando las aplicaciones de los mismos, preferentemente en etapa vegetativa hasta inicio de floración, donde se pueden utilizar mayor cantidad de principios activos comparativamente a los períodos que trabajan los polinizadores. En éstos, de ser necesario realizar aplicaciones, deberían priorizarse las nocturnas. Cuando se toma la decisión de aplicar insecticidas, debe considerarse la presencia de enemigos naturales de los insectos plaga, que frecuentemente pueden ejercer un control efectivo, principalmente en ataques de pulgones.

Con relación a insectos, Alzugaray (2004), describe la avispita de la alfalfa, Bruchophagus roddi, donde las hembras ponen sus huevos en las vainas inmaduras y las larvas perforan la semilla, se alimentan con ella, dejando la semilla vana. Los insecticidas no son eficientes controlando este insecto y sugiere la limpieza de rastrojos con insecticidas en invierno aplicados con suelo húmedo.

Una larva desarrollada de *Epinotia aporema* (quinto estadio) consume en promedio seis flores por día de alfalfa, en un rango de 2,5 a 9, (Alzugaray y Zerbino, 1998). Los ataques de este insecto se producen en floración, las larvas se ubican dentro de las estructuras florales, tejiendo una tela que comprime los brotes (Alzugaray, 2004).

Otros insectos que potencialmente pueden originar daños son: *Halticus pygmaeus*, que es una chinche negra pequeña, de unos 2 mm de longitud, que se alimentan del follaje, perforando tejidos y succionando savia; arañuela, *Tetranychus urticae*, donde el daño comienza por manchones, se observa una tela blanca, con sequía los daños aumentan y puede determinar la muerte de la planta; chinches,(*Piezodorus guildinii* y *Nezara viridula*), que dañan directamente la semilla dejándola vana, por lo que durante el período de maduración debe muestrearse seguido; pulgones, donde existen varias especies que atacan alfalfa, que mediante su aparato bucal chupador se alimentan de sa-

via e inyectan toxinas a las plantas que determinan disminuciones en la capacidad de crecimiento, cuando los ataques son importantes, el crecimiento puede cesar; gorgojos, que pueden originar daños importantes en las raíces pudiendo matar las plantas; insectos defoliadores como lagartas, langostas, grillos, hormigas, (Alzugaray, 1991, 2004).

9.2 Control de malezas

Alfalfa, de forma similar a Lotus, tolera un menú de herbicidas que posibilita tener los semilleros prácticamente limpios de malezas latifoliadas y gramíneas (cuadros 12 y 13).

Con relación al control de raigrás, se aconseja rotar los graminicidas mediante el uso de diferentes ingredientes activos, a efectos de no generar resistencia en esta gramínea con aplicaciones sucesivas de un mismo herbicida.

Cuadro 12. Recomendaciones de control de malezas latifoliadas en semilleros de alfalfa (Ríos, 2007).

Herbicida	Dosis kg ia/ha	Consideraciones	Sintomatología de daño en alfalfa*
Clorimuron	0,005 a 0,010	Espectro amplio de control, malezas chicas	D + C
2.4,DB ester	1,0 a 1,3	Buena espectro de control, especialmente *Carduus spp, Circium vulgare, Rumex spp., Polygonum aviculare, Polygonum convolvulus.* No controla crucíferas.	R
Flumetsulam	0,03 a 0,072	*Echium plantagineum, Rumex spp, Circium vulgare, Carduus spp, Silene gallica, Brassica spp., Raphanus spp, Rapistrum spp., Ammi spp, Anthemis cotula, Stellaria media, Stachys arvensis.* Aún con la dosis mayor puede ser limitado el control de crucíferas de mayor tamaño Tiene efecto residual.	D
Flumetsulam + 2.4,DB ester	0,03 + 1,0 a 0,072 + 1,3	Sumatoria del control de los dos activos, no controla *Anthemis cotula.* Tiene efecto residual.	D + R
Imazetapir	0, 05 a 0,07	Control de gramíneas y latifoliadas que no superen las tres a cuatro hojas, efecto residual.	D
Alfalfa de segundo año o más			
Diuron	0,8 a 1,2	Aplicar antes del rebrote de la leguminosa, control excelente de trébol blanco y *Coleostephus miconys*.	C
Bromacil	0,8 a 1,2	Aplicar antes del rebrote de la leguminosa, control excelente de trébol blanco, *Cynodon dactylon*	C

*C=clorosis D=detención de crecimiento. Q= quemado de folíolos. R=retorcimiento de folíolos.

Cuadro 13. Algunas alternativas de graminicidas para el control de gramíneas anuales selectivos para las leguminosas (Ríos, 2007).

Herbicida	Dosis
	ia/ha
Clethodim	0,1 a 0,175
Diclofop metilo	0,568 a 1,136
Fenoxaprop-p-etil	0,88 a 1,54
Fluazifop-p-butil	0,14 a 0,21
Haloxifop metil	0,07 a 0,9
Propaquizafop	0,8-1,0
Setoxidim	0,18 a 0,23

10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ADDICOTT, F.T.; LYNCH, R.S. 1957. Defoliation and desiccation: harvest-aid practices. Advances in Agronomy: 9, p 67-93.

ALTIER, N. 1987. Uso de curasemillas en leguminosas forrajeras. CIAAB, Est. Exp. La Estanzuela (Uruguay). Día de Campo pasturas, carne, leche, lana; 30 de octubre, 1987.

ALTIER, N. 1990. Incidencia de enfermedades en la implantación de alfalfa. CIAAB, Est. Exp. La Estanzuela (Uruguay). Día de Campo pasturas, carne, leche, lana; 3 de octubre, 1990.

ALTIER, N. 1999. Diagnóstico y manejo de enfermedades en alfalfa. Serie Actividades de Difusión N°: 209:79-87.

Altier, N. 2000. Reconocimiento y manejo de enfermedades. En: Tecnología de Alfalfa. Boletín de Divulgación Nº 69:125-143.

ALZUGARAY, R. 1991. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. INIA La Estanzuela. Boletín de Divulgación N° 10.p 19.

ALZUGARAY, R. 2004. Daños por insectos en la producción de semilla de leguminosas forrajeras. INIA La Estanzuela, Serie Técnica N° 141,24p.

ALZUGARAY, R.; ZERBINO, M.S. 1998. Daño de *Epinotia aporema* (Lepidoptera, Tortricidae) en trébol rojo (*Trifolium pratense*) y lotus (*Lotus corniculatus*). In Congreso Brasileiro de Entomología (17, Río de Janeiro, Br). Resumos, Rio de Janeiro, SEB, p. 555.

BOLTON, J.L. 1962. IV. Morphology and seed setting. In: Alfalfa, botany, cultivation and utilization. Ed: Polunin, N, World Crops Books. p 97-114.

BELL, A.: MARBLE, V. L. 1985. Alfalfa seed production in California. In: National Alfalfa Symposium. Iowa State University, USA.

BLONDON, F.; CAMBIER, B.; DATTÉE, Y.; GUY, P. 1979. Influence de la temperature sur la fertilite male et femelle de luzerne: temoins, male-steriles et mainteneurs. Annales Amélior Plant 29, 89-96.

BOHART, G.E. 1957. Pollination of alfalfa and red clover. Annual review of Entomology 2, 355-380.

BERRUTTI, A.L.; GRAUERT, C.F. 1994. Efecto de diferentes métodos de desecación sobre la producción de semillas de *Lotus corniculatus* L y *Medicago sativa* L cv Crioula. INIA La Estanzuela. Tesis de Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Uruguay. 103p.

CARÁMBULA, M. 1981. Algunas particularidades de las principales leguminosas en producción de semillas de plantas forrajeras. Ed. Hemisferio Sur. p 463-498.

CRANE, E.; WALKER, P. (1984). Pollination Directory for World Crops. International Bees Research Association. London.

DELL´AGOSTINO, E.; MOSCHETTI, C.J.; MARTÍNEZ, E.M. 1987. Producción de semilla de alfalfa en el valle bonaerense del Río Colorado. INTA-EEA Hilario Ascasubi (Argentina). Boletín de Divulgación Nº 8, 10p.

DOVRAT, A.; LEVANON, D.; WALDMAN, M. 1969. Effect of plant spacing on carbohydrates in roots and components of seed yield in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Crop Sci. Vol.9:33-34.

ECHEVERRÍA, E.M. 1993b. Producción de semilla alfalfa en áreas bajo riego: Potenciales de rendimiento y principios claves en la producción. In: Primeras Jornadas Nacionales de Producción de Semillas y Mejoramiento Genético de Especies Forrajeras. Conferencias y Resúmenes. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina. p. 31c-33c.

ECHEVERRÍA, E.M.; MOSCHETTI, C.J.; MARTÍNEZ, E.M. 1995. 11. Producción de semilla de alfalfa. In: La alfalfa en la Argentina. Ed. Hijano, E.H., Navarro, A. INTA, Subprograma alfalfa. 208-238.

FAIREY, D.T. 1993. Pollination and seed set in herbage species: a review of limiting factors. J. of Appl. Seed Production: 11, 6-12.

FICK, G.W.; HOLT, D.A.; LUGG, D.G. 1988. Environmental physiology and crop growth. In: Hanson, A.A., K. Barnes and R.R. Hill (Ed.). Alfalfa and Alfalfa Improvement.ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI, USA. Agronomy Series N° 29. Cap. 5, p. 163-194.

FORMOSO, F. 1984. Efectos de curasemillas en la implantación de especies forrajeras. Investigaciones Agronómicas N° 5:14-17.

FORMOSO, F. 2000. Manejo de alfalfa para producción de forraje. Boletín de divulgación N° 69. INIA La Estanzuela. p 53-74.

FORMOSO, F. 2005. Eficiencia de la producción y utilización de forraje en otoño e invierno. Serie Actividades de difusión, N° 406. p 59-66.

FORMOSO, F. 2006. Instalación de pasturas, conceptos claves. En: Seminario de actualización técnica: "Instalación y Manejo de Pasturas para el Litoral Oeste". p 1-8.

FORMOSO, F. 2007. Conceptos sobre implantación de pasturas. Serie Actividades de difusión, N° 483. p 19-39.

FORMOSO, F. 2011. Manejo de mezclas forrajeras, leguminosas puras y gramilla, producción y calidad del forraje. INIA La Estanzuela. ST N°188, 2011.

GOLDMAN, A.; DOVRAT, A. 1980. Irrigation regime and honey bee activity as related to seed yields in alfalfa. Agron. J. 72, 961-965.

GOSS, J.R. 1979. Harvesting alfalfa seed. In: Proc. Curso de Producción de Semilla de Alfalfa. Proyecto - Programa Alfalfa FAO-INTA. Argentina. 15 p.

HACQUET, J. 1990.Genetic variability and climatic factors affecting Lucerne seed production. J. of Appl. Seed Prod. 8, 59-67.

HAGEMAN, R.W.; WILLARDSON, S.; MARSH, A.W.: EHLING, C.F. 1975. Irrigating for maximum alfalfa seed yield. California Agriculture 29, 14-15.

HAGEMAN, R.W.; EHLING, C.F.; HUBER, M.J.; REYNOSO, R.Y.; WILLARDSON, L.S. 1978. Effect of irrigation frequencies on alfalfa seed yield. California Agriculture 32, 17-18.

HELY, F.W.; ZORIN, M. 1977. Influence of temperature and humidity on tripping of lucerne flowers. Aust. J. Agric. Res. 28: 1015-1027.

ITRIA, C.D.; BARIGGI, C. 1980. Producción de semilla de alfalfa en la Argentina. In: Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA. Argentina. N° 391-392: 1-4

JONES, L.G.; POMEROY, C.P. 1962. Effect of fertilizer, row.spacing and clipping en alfalfa seed production. California Agriculture. 16(2): 8-10.

KEPHART, K.D., TWIDWELL, E.K., BORTNEM, R.; BOE, A. 1992. Alfalfa yield component responses to seeding rate several years after establishment. Journal of the American Society of Agronomy 84 (5), 827-831.

LORENZETTI, F. 1993. Achieving potencial herbage seed yields in species of temperate regions. Proc. of the XVII Int.Grassl.Congr. 1621-1628.

MARBLE, V.L.; OCHOA, L.H.; MOSCHETTI, C.J. 1986. Producción de semilla de alfalfa. In: Investigación,

Tecnología y Producción de Alfalfa. INTA, Buenos Aires. Colección Científica. Cap. 11 p. 371-442.

MARBLE, V.L. 1980. Manejo del cultivo de alfalfa para producción de semilla. In: Simposio de Producción de Semilla de Alfalfa. IDIA. Argentina. N° 391-392: 6-23.

MORIYA, N.; IKEDA, J.; HOSHINO, M.1958. Studies on the seed production of alfalfa. II: Effect of rainfall on the seed production. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. 14,193-204. Japón.

MOSCHETTI, C.J.; E. DELL'AGOSTINO. 1982. La cosecha de semilla de alfalfa. Revisión Bibliográfica. INTA - EEA Hilario Ascasubi (Argentina). Informe Técnico N° 24. 13p.

MOSCHETTI, C.J.; E. DELL'AGOSTINO. 1990. La cosecha directa de semilla de alfalfa. INTA - EEA Hilario Ascasubi (Argentina). Hoja Informativa N° 16, 4 p.

MOSCHETTI, C.J.; E. DELL'AGOSTINO. 1979. El uso de desecantes en la cosecha de semilla de alfalfa. INTA - EEA Hilario Ascasubi (Argentina). Boletín Técnico. N° 18, 12 p.

NITTLER, L.W.; KENNY, T.J. 1964. Induction of flowering in alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover as an aid testing for variety purity. Crop Sci, 4. 187-190.

OCHOA, L.H. 1977. Documento básico para el desarrollo de la producción de semilla de alfalfa en el país. INTA, Est. Exp. Agrop. La Banda. Argentina.

PEDERSEN, M.W. 1968. An interaction between pollinators and reciprocals in an alfalfa cross. Crop Sci: 8, 107-109.

PNAKIW, P.; BOLTON, J.L. 1965. Characteristics of alfalfa flowers and their effects on seed production. Canadian Journal of Plant Science 45, 333-342.

RICE, J.S.; WANG, C.L.; GRAY, E. 1970. Relationship of pollen and pistil characteristics with self and cross compatibility in alfalfa. Crop Science 10, 59.

RINCHER, C.M. 1976. Alfalfa seed yields from seeded rows vs. spaced transplants. Crop Sci. 16:268-270.

RINCKER, C.M.; GEORGE, D.A. 1985. Effect of Pesticide Residues in Alfalfa Pollen and Nectar on the Foraging and Reproduction Activities of Alfalfa Leafcutting Bees (*Megachile rotundata*). Journal of Applied Seed Production, volume III. 33-36.

RINCKER, C.M.; MARBLE, V.L.; BROWN, D.E.; JOHANSEN, C.A. 1988. Seed Production Practices. In: Hanson, A.A. D.K. Barnes and R.R. Hill, (Ed.). Alfalfa and Alfalfa Improvement. ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wi, USA. Agronomy Series N° 29. Ch. 32, p. 985-1021.

SAYERS, E.R.; MURPHY, R.P. 1966. Seed set in alfalfa as related to pollen tube growth, fertilization frequency, and post fertilization ovule abortion. Crop Science 6, 365-368.

STEINER, J.J. ; HUTMACHER, R.B. ; GAMBLE, S.D. ; AYARS, J.E. ; VAIL, S.S. 1992. Alfalfa seed water management. I. Crop reproductive development and seed yield. Crop Science 32, 476-481.

STEPHEN, W.P.; MOSCHETT, C.J. 1976. La cosecha de semilla de alfalfa. Proyecto programa alfalfa FAO-INTA. Bol 1, p 6-19

TAYLOR, S.A.; MARBLE, V.L. 1986. Lucerne irrigation and soil water use during bloom and seed set on red-brown earth in south-eastern Australia. Aust. J. Exp. Agrie. 26:577-81.

TAYLOR, S.A.; HADDOCK, J.L.; PEDERSEN, W. 1959. Alfalfa irrigation for maximum seed production. Agron. J. 51: 357-360.

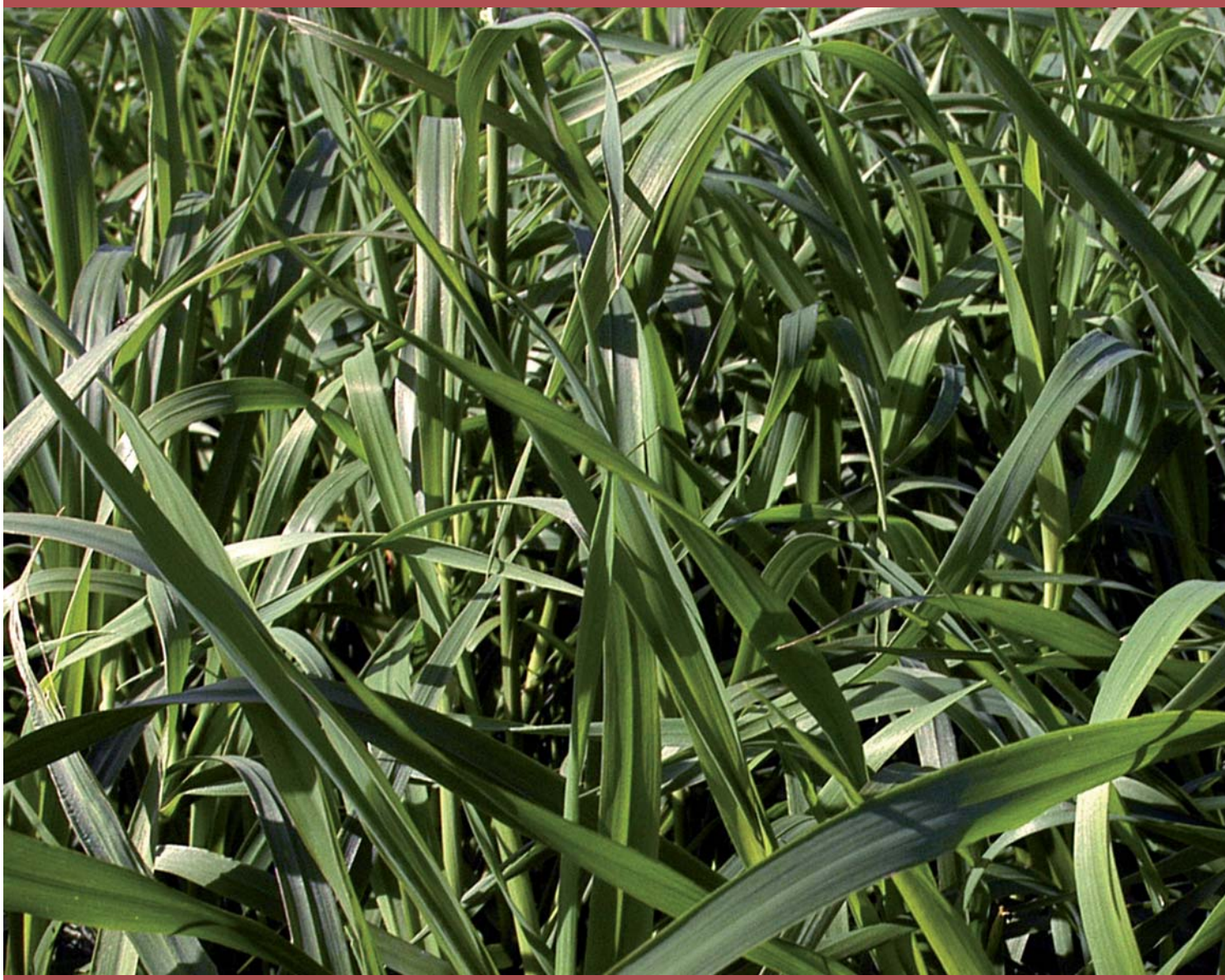
TEUBER, L.R.; BRICK, M.A. 1988. Morphology and anatomy. In: Hanson, A.A. (ed) Alfalfa and Alfalfa Improvement. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 125-162.

TODD, F.E.; VANSELL, G.H. 1952. The role of pollinating insects in legume seed production. Proc. Sixth Int. Grassl.Congr. I, 835-840.

TYSDAL, H.M. 1946. Influence of tripping, soil moisture, plant spacing, and lodging on alfalfa seed production. Agron. J. 38:51 5-535.

ZERBINO, M.S.; ALZUGARAY, R. 1998. Captura de adultos de *Epinotia aporema* (Lepidoptera, Tortricidae) en trampas de luz y su relación con la población de larvas en el campo. In Congreso Brasileiro de Entomología (17,Río de Janeiro, Brasil). Resumos, Rio de Janeiro, SEB, p 488.

V. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS
D*actylis glomerata* L CV INIA LE OBERÓN



Dactylis glomerata L CV INIA LE OBERÓN

1. INTRODUCCIÓN

Dactylis INIA LE Oberón es una variedad sintética integrada por 23 constituyentes, de ciclo largo, que encaña a fines de octubre, inicios de noviembre, creciendo en suelos de fertilidad moderada. Tiene buena capacidad de macollaje, alto potencial de producción de forraje invernal, no tiene latencia estival, produciendo forraje en verano. Presenta buena resistencia a la sequía y a enfermedades foliares, especialmente roya. Es de porte semierecto y se asocia bien con todas las leguminosas. En mezclas forrajeras de cuatro a seis años de duración, se destaca por su capacidad de producción (García, 1995; Formoso, 2010).

Estimación del rendimiento potencial de semillas de dactylis, (Lorenzetti, 1993), lo ubica en 4600 kg/ha, sobre la base de 600 inflorescencias/m^2, 760 flores por inflorescencia, un óvulo por flor y un peso de 1000 semillas de un gramo. Asumiendo un 40% de óvulos realizados en semilla, determina un rendimiento agriculturalmente realizable de 800 kg/ha, valor que implica un 17 % del rendimiento potencial estimado.

2. ESTABLECIMIENTO DEL SEMILLERO

2.1 Suelos

El cv Oberón se adapta a una diversidad de suelos, desde los que presentan texturas arenosas hasta los que tienen altos contenidos de arcilla y limo. Prospera en suelos de fertilidad media, sin embargo, desde el punto de vista de semilleros, los suelos de mayor fertilidad determinan rendimientos de semilla superiores. A diferencia de cultivares de dactylis que se importaban entre los años 1960 a 1970 al país, caracterizados por tener enraizamiento superficial y alta sensibilidad a la sequía, Oberón explora el perfil del suelo a profundidades de 80 a 90 cm (Formoso, 2007b) presentando alta tolerancia a la sequía.

Una característica que debe tenerse especialmente en cuenta con este material, radica en su baja tolerancia a excesos hídricos, razón por la cual, deben evitarse las siembras en suelos hidromórficos, con baja permeabilidad y alta compactación.

2.2 Variables relacionadas con la siembra

Oberón puede establecerse tanto con siembra en directa como sobre suelo preparado en forma convencional o mínimo laboreo, sin generarse grandes diferencias productivas entre ambos métodos. La excepción se produce cuando la siembra se realiza sobre suelos compactados en la zona superficial, donde esta especie disminuye en forma importante su capacidad de crecimiento inicial, respondiendo positivamente a la descompactación del suelo, realizada por laboreo convencional o mínimo laboreo. En términos relativos, la siembra en directa sobre rastrojos de soja, girasol y maíz en promedio producen un 16 % más de forraje en el segundo año, que las realizadas sobre rastrojos de sorgo granífero o moha, tomados como base 100, en tanto los rastrojos infestados de pasto blanco, (*Digitaria* sp.), determinan disminuciones productivas del orden de 10 %. Sin embargo, los rendimientos de semilla de dactylis en el segundo año, no se diferenciaron (P>0,05) entre los diferentes rastrojos. Por tratarse de una especie bien adaptada al sombreado producido por cultivos, tolera el establecimiento en siembras asociadas a trigo o cebada, (Formoso, 2007a).

Las siembras pueden realizarse en marzo y abril, tanto en siembra directa como con preparación convencional del suelo, sin embargo, en el período 2001 a 2009, las siembras tempranas realizadas en los primeros quince días de marzo, determinaron en cuatro años, porcentajes importantes de muer-

te de plantas pos siembra, originadas por desecación de las mismas, consecuencia de la ocurrencia de temperaturas del orden de 30 a 35 °C durante varias horas del día, acompañadas de baja disponibilidad de agua en el suelo. La muerte de plantas, siempre fue muy superior cuando se sembró en directa, comparativamente a cuando el suelo fue laboreado en forma convencional (Formoso, 2007c).

En la siembra de semilleros debe priorizarse la siembra en líneas sobre voleo, aunque dactylis es una gramínea que se establece bien en siembras al voleo. Trabajos realizados durante tres años, referentes a la respuesta a la aplicación de fungicidas a la semilla, del tipo captan más tiram, mayoritariamente generaron respuestas positivas en aumentar los porcentajes de establecimiento, alcanzando incrementos máximos de 48% (Formoso, 1984).

La profundidad de siembra es un factor de suma importancia en determinar el número de plántulas a obtener, por tanto, es importante disponer de sembradoras que aseguren manejar correctamente esta variable. En dactylis, los porcentajes máximos de implantación logrados en siembras en la línea utilizando sembradoras con tren de siembra monodisco angulado, fueron de 58 % sobre suelo desnudo, sembrando a profundidades de siembra entre seis y doce milímetros de profundidad, en tanto, la siembra al voleo alcanzó solamente 37 % de establecimiento (Formoso, 2007 b).

2.3 Efectos de la población y distribución sobre la producción de semillas

Se evaluó la producción de semilla durante los primeros cinco años de un cultivo sembrado en mayo, sobre suelo preparado en forma convencional (cuadro 1). El nivel de fósforo en el suelo se mantuvo entre 8 y 13 ppm (Bray 1), mientras que el nitrógeno se aplicó, al inicio de macollaje en el primer año (60 kg N/ha bajo la forma de urea) y en los restantes se aplicaba entre el 20 y 30 de septiembre, a razón de 69 kg N/ha.

Los rendimientos de semillas superiores en general se registraron con la siembra en líneas, con densidades de siembra entre 5 y 3,3 kg/ha y con espaciamientos entre líneas de 30 a 45 cm. Este último, en general produjo rendimientos de semilla mayores. Estos espaciamientos entre líneas concuerdan con los indicados por Castaño (1995) para dactylis en el sudeste bonaerense.

En la medida que la distancia entre surcos aumenta, la población de malezas fue superior. En promedio para los cinco años, las densidades de siembra de 10 kg/ha, al voleo o en líneas a 15 cm, presentaron un 4 % de área cubierta por malezas, la siembra en líneas a 30 cm, un 14 %, en tanto las de 45 y 60 cm, tuvieron 26 y 35 % respectivamente. En invierno se controlaban las malezas con herbicidas, permaneciendo limpios los semilleros hasta la cosecha.

Cuadro 1. Efectos de la población y distribución en el rendimiento de semillas (kg/ha).

Densidad (kg/ha)	Método de siembra	Edad del semillero				
		Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
10	Voleo	185	191	164	155	127
10	L 15cm	252	209	178	164	119
5	L 30cm	219	247	309	271	208
3,3	L 45cm	233	308	378	322	294
2,5	L 60 cm	186	335	306	335	261
MDS 5%	**-**	**31**	**46**	**44**	**38**	**31**

L= siembra en líneas.

3. MANEJO DE DEFOLIACIÓN

García, (1995) comparó dos sistemas de manejo contrastantes del Oberón, consistentes en: un manejo denominado normal, consistente en cortes cada 52 días, con alturas de la gramínea del orden de 20 cm y una disponibilidad promedio de 1173 kgMS/ha, opción que implica siete cortes por año, comparado con un manejo de cortes denominado frecuente, que consistió en cortes cada 25 días, con la gramínea entre 10 y 12 cm de altura, estrategia que implica 15 cortes por año, con una disponibilidad promedio de 460 kgMS/ha. En ambos manejos se dejaba una altura de césped residual de 4 cm y fueron aplicados durante tres años. La producción de forraje promedio por año fue de 7800 y 6400 kgMS/ha para el manejo normal y frecuente, respectivamente y las pérdidas de plantas en ambos manejos al cuarto año fueron de 12 % para el manejo normal y 13 % para el manejo frecuente. El autor concluye que Oberón presenta buena versatilidad al manejo, adaptando el hábito de crecimiento a estructuras postradas, cuando se corta en forma frecuente

4. CONTROL DE MALEZAS

En la elección de chacras para la instalación de semilleros de dactylis, debe ponerse énfasis especial en que esté limpia de raigrás. Este determina mermas de maquinación muy importantes cuando está contaminando la semilla de dactylis.

A partir de experimentos realizados en INIA La Estanzuela, Giménez (1994), realiza las siguientes sugerencias:

Semilleros de primer año

Diuron (80 %), a 1,6 kg ia/ha. Se aplica cuando el cultivo comienza a macollar y antes de que desarrolle mucha área foliar. Buen control de malezas de hoja ancha y aceptable de raigrás. Las malezas deben estar poco desarrolladas o sin nacer, en el momento de aplicación del herbicida.

Metsulfuron (60 %) a 3 g ia/ha o Clorsulfuron (70 %) de 7 a 10 g ia/ha. Se aplica uno u otro cuando el cultivo comienza a macollar. Buen control de malezas de hoja ancha.

2,4-D (48 %) + tordon 24K (24 %) a 480 cc ia/ha + 28 cc ia/ha, o, 2,4-D (48 %) a 480 cc ia/ha + banvel (48 %) 72 cc ia/ha. Se aplica durante el macollaje y presentan un buen control de malezas de hoja ancha.

Semilleros de 2 o más años

Diuron (80 %), 1,6 a 2,4 kg ia/ha, aplicado después de un corte o pastoreo. Buen control de malezas de hoja ancha y aceptable de raigrás. Las malezas deben estar poco desarrolladas o sin nacer al momento de aplicación.

Atrazina (90 %), 2,25 a 2,70 kg ia/ha, aplicada después de un corte o pastoreo. Buen control de malezas de hoja ancha y aceptable de raigrás. Las malezas deben estar poco desarrolladas o sin nacer al momento de aplicación.

2,4-D (48 %) + tordon 24K (24 %) a 480 cc ia/ha + 28 cc ia/hAá, o, 2,4-D (48 %) a 480 cc ia/ha + banvel (48 %) 72 cc ia/ha. Se aplica durante el macollaje y presentan un buen control de malezas de hoja ancha.

5. INCIDENCIA DEL MANEJO DE CORTES PREVIO A LA FECHA DE CIERRE Y EFECTOS DE DIFERENTES FECHAS DE CIERRE SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE SEMILLA

Sobre semilleros de segundo año en que se aplicaban 50 kgN/ha en invierno y 100 kgN/ha en primavera, a partir de urea, García y Real (1994) estudiaron durante dos años los efectos de diferentes manejos de cortes desde abril o mayo, hasta el cierre del semillero, así como la incidencia de distintas fechas de cierre sobre los rendimientos de semilla. La información obtenida se muestra en el cuadro 2.

Los manejos de cortes realizados previo al cierre están caracterizados por el número de cortes y la disponibilidad de forraje promedio previo al corte, cuadro 2. En los dos

Cuadro 2. Incidencia de diferentes fechas de cierre y número de cortes previos, entre abril y el cierre, sobre los rendimientos de semilla. García y Real, 1994.

FC	NºC	DP kgMS/ha	Semilla kg/ha	FC	NºC	DP kgMS/ha	Semilla kg/ha
2/9	3	500	341	19/5	1	-	289
2/9	6	300	279	2/7	2	1500	345
24/9	4	500	321	12/8	3	800	367
24/9	7	300	337	27/9	3	1200	321
15/10	4	800	236	27/9	4	700	374
15/10	7	500	267	15/10	3	1600	291
-	-	-	-	15/10	5	700	318
MDS 5%	**-**	**-**	**63**	**-**	**-**	**-**	**64**

FC=fecha de cierre; NºC= número de cortes entre abril o mayo hasta el cierre; DP=disponibilidad promedio por corte en kgMS/ha. La altura de los cortes varió de 5 a 8 cm, utilizándose la altura mayor en los cortes a partir de septiembre.

años, la variable "fecha de cierre" fue estadísticamente significativa, alcanzándose los máximos rendimientos de semillas con el cierre de fines de setiembre. Cierres posteriores reducen los rendimientos, así como los realizados muy temprano. Dado que la fecha de cierre afectó significativamente los rendimientos de semilla, es necesario comparar los manejos de cortes dentro de cada fecha de cierre. Se verifica, que aún con manejos de cortes contrastantes dentro de una misma fecha de cierre, las diferencias en rendimiento de semilla no llegan a ser estadísticamente significativas. Para las fechas de cierre medias y tardías, los manejos de defoliación más frecuentes determinaron mayores rendimientos de semilla (P>0,05), (cuadro 2).

En las figuras 1 a 3 se muestra la evolución de distintos componentes del rendimiento de semillas con las fechas de cierre.

Los componentes del rendimiento variaron en forma distinta con la fecha de cierre, tal como se muestra en las figuras 1 a 3. El número de panojas no disminuyó con cortes de mediados de octubre, indicando que en ese momento los ápices todavía se encuentran por debajo de 8 cm de altura (figura 1). El rendimiento por panoja, disminuyó drásticamente con cierres tardíos de mediados de octubre, y sería la variable que explicaría la caída de los rendimientos para los cierres realizados en ese período (cuadro 2, figura 2). Con relación al peso de mil semillas no se registraron diferencias importantes entre las distintas fechas de cierre (figura 3), (García y Real, 1994).

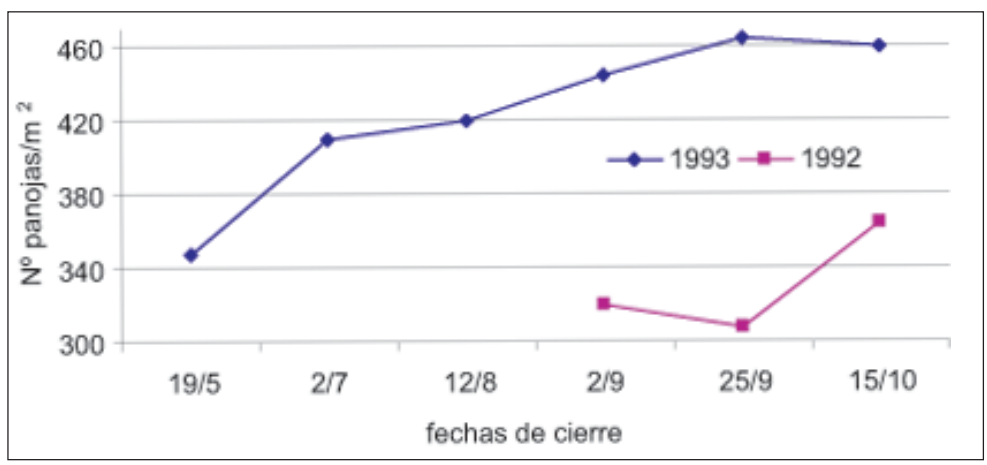


Figura 1. Efecto de diferentes fechas de cierre en semilleros de dos años de edad, sobre el número de panojas/m² (García y Real, 1994).

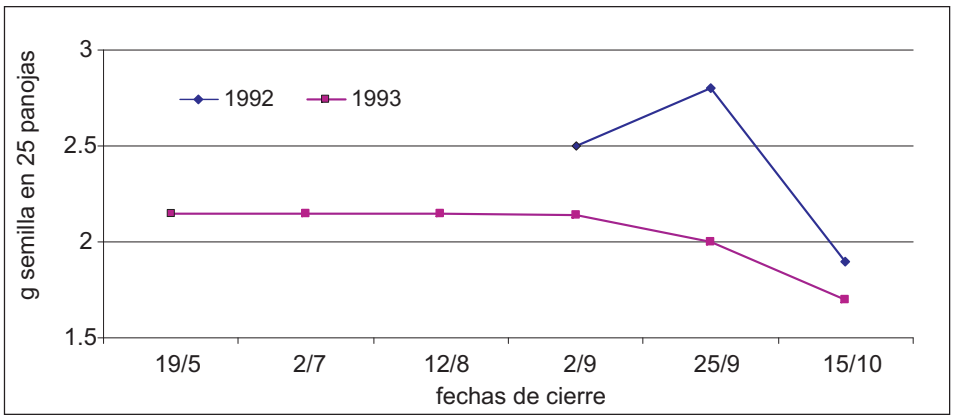


Figura 2. Efecto de distintas fechas de cierre sobre el rendimiento de semillas de 25 panojas (García y Real, 1994).

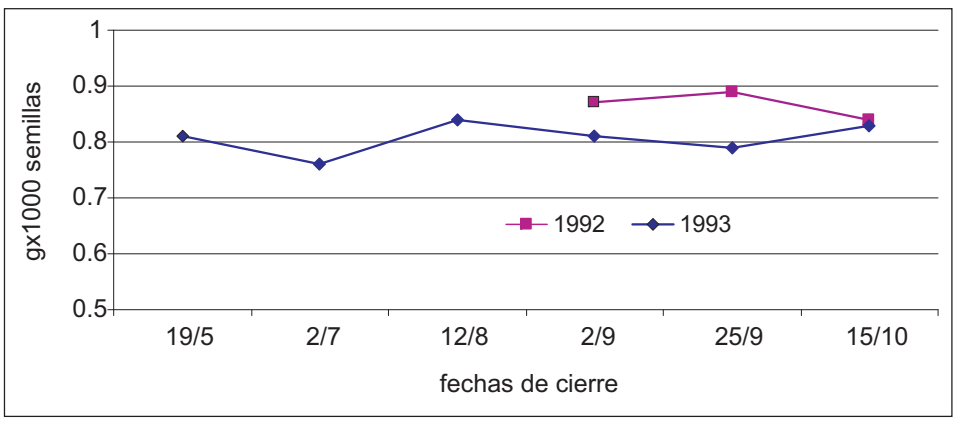


Figura 3. Efecto de distintas fechas de cierre sobre el peso de 1000 semillas (g) (García y Real, 1994).

Con relación a los trabajos realizados, García y Real (1994) concluyen para dactylis INIA LE Oberón que: a) durante el período de abril a la fecha de cierre, esta gramínea tolera un rango amplio de frecuencias de defoliación y b) los rendimientos de semillas superiores se obtienen con cierres de fines de setiembre, donde cierres muy tempranos o más tardíos, reducen los rendimientos de semilla.

6. MOMENTOS Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

6.1 Resultados experimentales

Durante tres años, 1991 a 1993, se estudiaron las respuestas a dosis y épocas de fertilización nitrogenada sobre la producción de semillas, utilizándose semilleros de segundo año (García y Real, 1994). Se utilizaron dosis de 50 kg N/ha en otoño y/o invierno, mientras que en primavera se llegó hasta 200 kg N/ha. En otoño las fertilizaciones se realizaron entre el 23/4 y 10/5, en invierno entre el 2/7 y 15/7 y en primavera entre el 5/9 y 6/10. El forraje se cortó desde el otoño hasta la fecha de cierre, a efectos de regular la altura del forraje. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 3.

La fertilización nitrogenada de primavera aumentó significativamente los rendimientos de semillas en los tres años estudiados, mientras que las de otoño y/o invierno no incidieron significativamente ($P>0,05$) en ningún caso. En 1992, se detectó interacción entre el nitrógeno aplicado en otoño con el de primavera. En esta situación la respuesta al nitrógeno de primavera fue menor, cuando se aplicó nitrógeno en otoño o invierno.

Cuadro 3. Respuesta a dosis y momentos de fertilización nitrogenada en rendimiento de semillas (kg/ha) en 1992 (García y Real, 1994).

Momentos de aplicación	Dosis kg N/ha	kg N/ha en primavera				Medias
		0	50	100	150	
	0	129	288	319	388	281
Otoño	50	134	323	328	257	260
Invierno	50	216	299	333	289	284
Otoño + Invierno	50+50	204	320	281	262	267
Medias		171	308	315	299	

MDS 5% momentos por dosis de primavera= 74; MDS 5% de medias = 37.

En el cuadro 3 se observa que cuando no se fertilizó en otoño, el máximo rendimiento (388 kg/ha) se obtuvo con 150 kg/ha nitrógeno aplicado en primavera, mientras que si se fertiliza en otoño o invierno, los máximos rendimientos de semilla se obtuvieron con menor cantidad de nitrógeno aplicado en primavera.

Las respuestas al nitrógeno en primavera, cuando no se fertilizó en otoño, se muestran en la figura 4.

En 1991 y 1992, la máxima dosis de primavera utilizada fue de 150 kg N/ha y se observó un aumento de los rendimientos. En 1993 los rendimientos también aumentaron hasta 150 kg N/ha, pero tendieron a decrecer con la dosis de 200 kg N/ha. Las diferencias entre años fueron importantes (figura 4). En el año 1992 se verificó buena respuesta y alto potencial de rendimiento. Tomando el rendimiento obtenido con 150 kg N/ha como base de comparación, en 1991 rindió 220 kg/ha, en 1992 pasó a 400 y en 1993 fue de 300 kg/ha de semilla.

Dado que en todos los experimentos se combinaron dosis de otoño y/o invierno con primavera, es posible estimar las respuestas al nitrógeno total aplicado, independientemente del momento de fertilización (figura 5).

Con excepción de 1991, parece existir un máximo en el entorno de 150 kgN/ha y posteriormente una tendencia a disminuir los rendimientos de semilla. En la figura 6 se muestra el promedio de los rendimientos relativos de semilla con relación al máximo de cada año.

Sistemáticamente en los tres años estudiados, el rendimiento máximo se ubicó en 150 kgN/ha. El número de panojas por unidad de área, que es el componente principal de la producción de semillas, (figura 7), presentó una variación similar y muy asociada

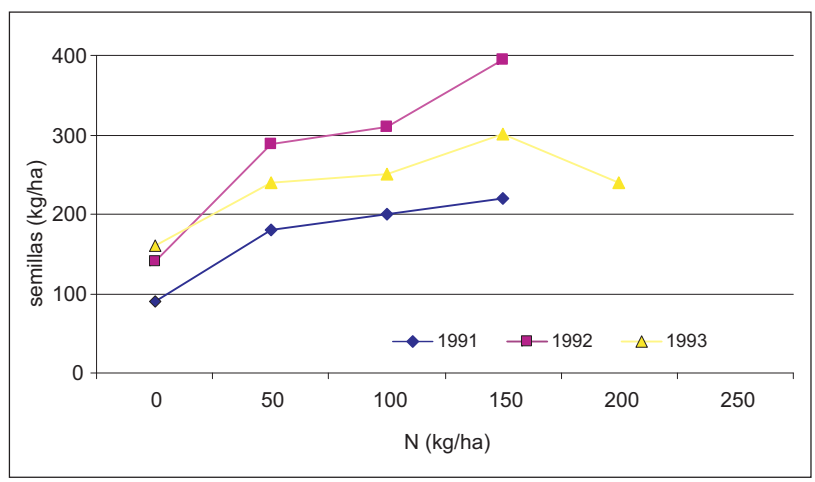


Figura 4. Respuestas a la fertilización nitrogenada en primavera sin aplicación de nitrógeno en otoño (García y Real, 1994).

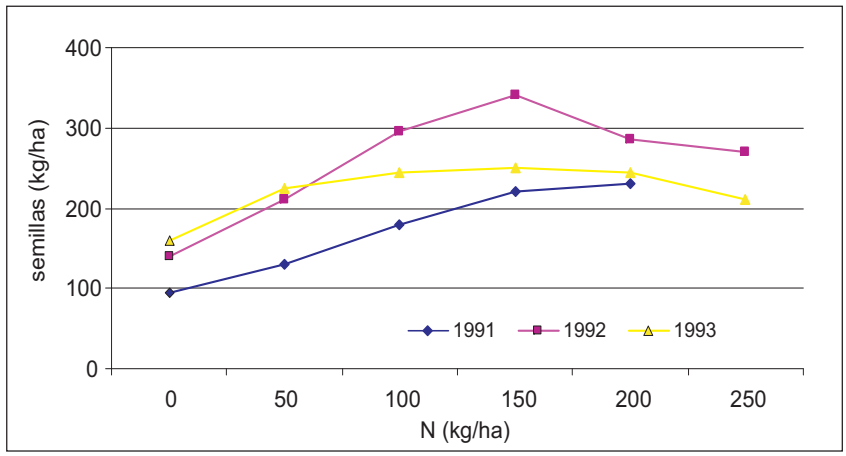


Figura 5. Respuestas al nitrógeno total aplicado (otoño y/o invierno + primavera) en rendimiento de semilla (García y Real, 1994).

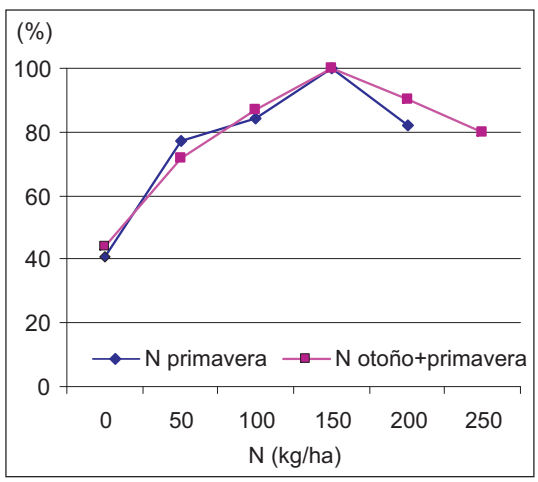


Figura 6. Rendimientos relativos de semilla, tomando dentro de cada año el máximo, como base 100%. García y Real, 1994.

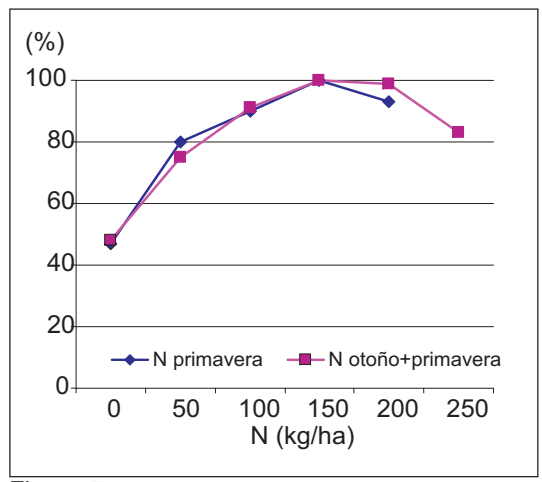


Figura 7. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el número de panojas expresado en términos relativos al registrado con 150 kg N/ha, tomado como base 100 (García y Real, 1994).

con el rendimiento de semillas, mientras que el rendimiento por panoja (figura 8) aunque con menor variabilidad, también parece tener un máximo promedio, en 150 kg N/ha.

La conversión de nitrógeno en semillas se muestra mediante el cociente kg de semilla por kg de nitrógeno aplicado, mostrándose los valores obtenidos en las figuras 9 y 10.

Tanto para los casos donde sólo se fertilizó en primavera (figura 9), como considerando las fertilizaciones combinadas de otoño más primavera (figura 10), las respuestas son decrecientes, con el aumento de la dosis de nitrógeno aplicada. Se resalta la variabilidad entre años, mientras que 1992, (figura 9), con primavera seca (158 mm) se

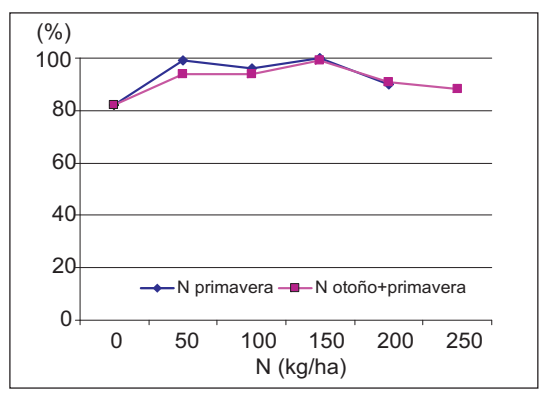


Figura 8. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el peso de semilla por panoja expresado en términos relativos al registrado con 150 kg N/ha, tomado como base 100 (García y Real, 1994).

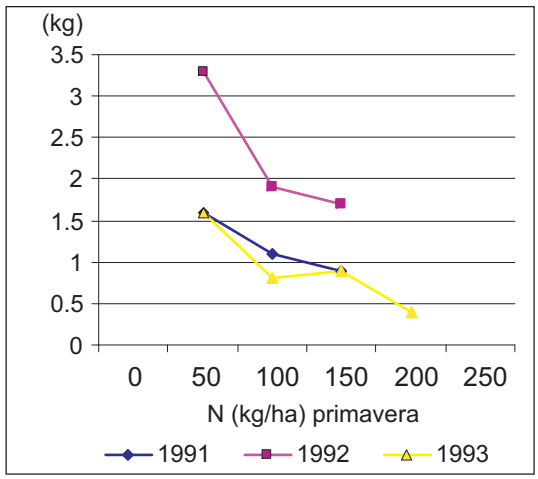


Figura 9. Eficiencia de conversión en semilla del nitrógeno aplicado sólo en primavera, kg semilla/kg N primavera (García y Real, 1994).

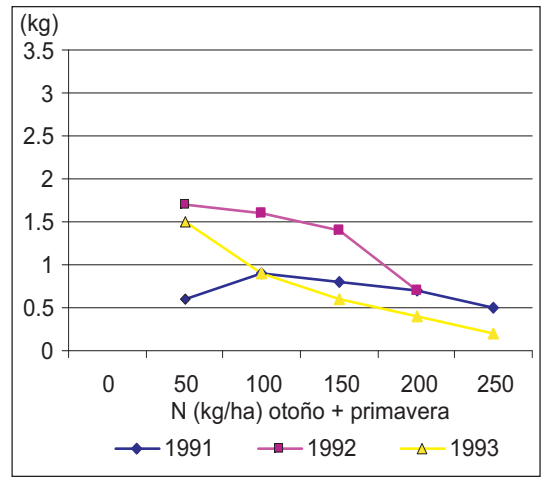


Figura 10. Eficiencia de conversión en semilla del nitrógeno aplicado en otoño más primavera, kg semilla/kg N otoño + primavera (García y Real, 1994).

destaca por su alta eficiencia, en 1991 y 1993 las primaveras fueron llovedoras (436 y 713mm respectivamente), bajando la eficiencia de uso del nitrógeno. Comparando las figuras 11 y 12, surge que en general la eficiencia de la fertilización nitrogenada única de primavera es mayor que cuando también se agrega nitrógeno en otoño y/o invierno. La fertilización en estas estaciones es menos eficiente que la fertilización en primavera. Las figuras 11 y 12 resumen toda la información anterior y presentan los rendimientos y respuestas promedio de tres años para dosis crecientes de N.

6.2 Consideraciones generales

De acuerdo con la información obtenida (García y Real, 1994) realizan las siguientes sugerencias referentes al manejo del nitrógeno: a) aplicar hasta 150 kg N/ha, b) la mayor eficiencia de uso del nitrógeno se obtiene en primavera, c) para la fertilización de primavera se pueden utilizar dos estrategias: aplicar una sola dosis a fin de setiembre, previa elongación de entrenudos; o, fraccionar media dosis aplicada a inicios de septiembre, y media dosis aplicada a fines de septiembre, inicio de octubre, d) la fertiliza-

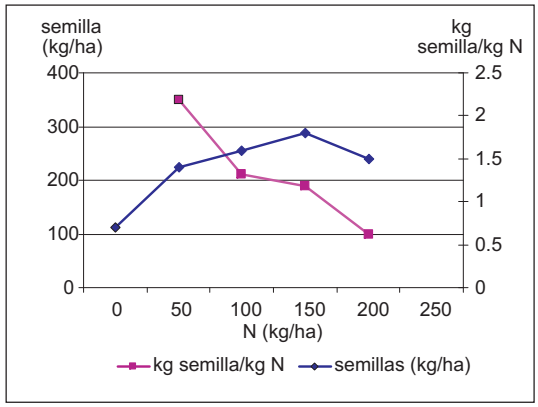


Figura 11. Rendimientos de semilla y eficiencia de uso del nitrógeno aplicado solo en primavera, respuestas promedio de tres años (García y Real, 1994).

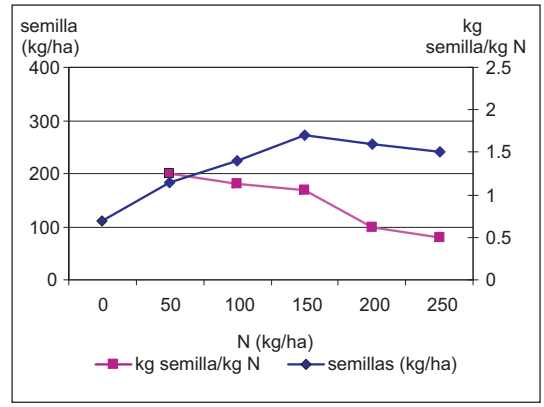


Figura 12. Rendimientos de semilla y eficiencia de uso del nitrógeno aplicado en otoño más primavera, respuesta promedio de tres años. (García y Real, 1994).

ción nitrogenada de otoño se aconseja solamente en semilleros con baja población de macollas.

7. EVOLUCIÓN DE LA SEMILLAZÓN Y MÉTODOS DE COSECHA

7.1 Evolución de la semillazón

El momento óptimo de cosecha corresponde al período donde se obtienen los máximos rendimientos de semilla germinable, de buen vigor, por unidad de superficie. Es función del balance entre el aumento de peso seco de la semilla (peso de 1000 semillas) variable relacionada con el vigor de plántulas, la germinación y las pérdidas por desgrane.

Estudios sobre la evolución de la semillazón en el tiempo, constituyen el soporte técnico para la toma de decisiones referentes a determinar el momento óptimo de cosecha. A tal efecto, en semilleros de segundo año, se cuantificaron las variaciones en los rendimientos y pesos de 1000 semillas durante 1992/93 y 1993/94. La cosecha y trilla de la semilla se realizó manualmente. La información obtenida se presenta en la figura 13.

La información muestra que: a) la acumulación de materia seca de la semilla se completó aproximadamente entre los 5 y 8 días previos al momento de máximo rendimiento de semillas por hectárea, b) una vez alcanzado el pico de máximo rendimiento de semillas, se producen inmediatamente elevadas tasas de desgrane, c) entre años se verifican diferencias de hasta 10 días en los momentos óptimos de cosecha, consecuencia de la variabilidad existente entre las tasas de crecimiento y desarrollo, relacionadas principalmente con la suma de días grado (figura 13).

El balance entre los aspectos previamente comentados, determina que los operativos de cosecha deberían iniciarse unos cinco días antes de que se produzca el pico de máximo rendimiento por hectárea. La germinación máxima se registra entre los 20 a 25 días después del pico de antesis y en etapas previas a completar totalmente el llenado de grano. Por tanto, la germinación no

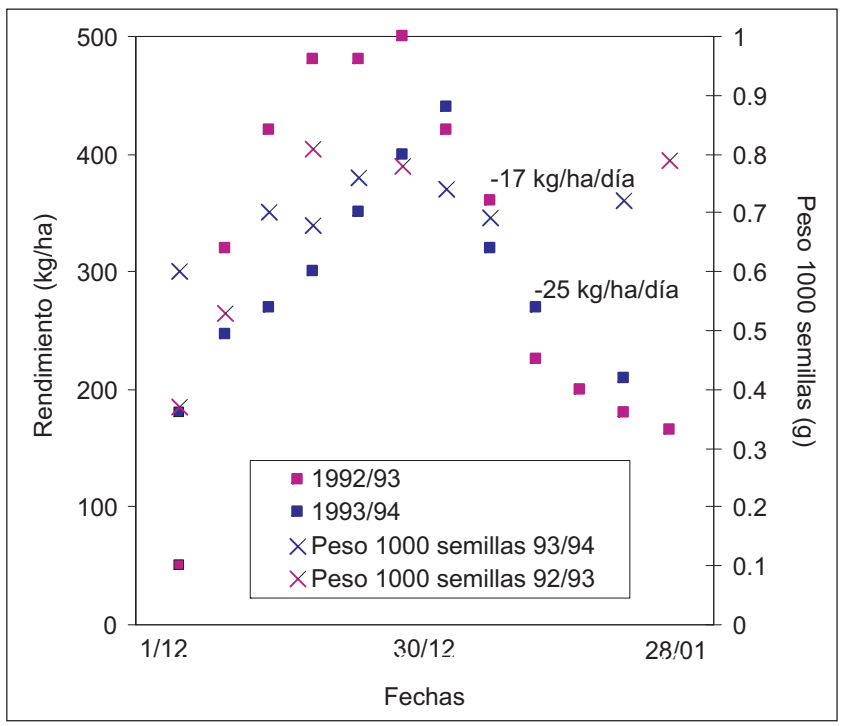


Figura 13. Evolución de los rendimientos de semilla (kg/ha) en el tiempo, los pesos de mil semillas (g) y tasas de desgrane (Formoso, 1994).

actuaría limitando el inicio de la cosecha, en el momento sugerido previamente.

7.2 Métodos de cosecha

El método de cosecha utilizado más frecuentemente, es la cosecha indirecta mediante corte e hilerado y posterior recolección y trilla (Nellist y Rees, 1963; Arnold y Lake, 1966; Nixon, 1962; Youngberg, 1980; Castaño, 1995).

La decisión referente a la elección del método de cosecha a adoptar está altamente condicionada por dos factores: a) el contenido de humedad de la semilla o consistencia del endosperma en los momentos considerados óptimos para iniciar las operaciones de cosecha, dada su relación con el porcentaje de semilla removida de la panoja y la calidad del producto obtenido, germinación y vigor de la semilla, b) por la facilidad de trilla que presenta el material en cuestión en esos momentos (trillabilidad). Con relación al primer punto, el momento sugerido como óptimo para iniciar las operaciones de cosecha en dactylis se corresponde con contenidos de humedad de la semilla en el entorno de 42 % (± 3 %); o si se considera la consistencia del endosperma, cuando en el 60 a 70% de la semilla, el endosperma pasa del estado lechoso a masa blanda; o teniendo en cuenta el color de las inflorescencias, cuando la mayoría de las panojas (80 a 90 %), evolucionan del color verde pálido a presentar tonalidades amarillentas, colores que indican que se está en la etapa de pérdida de humedad de la panoja y las semillas hacia el ambiente. En estas condiciones si bien es factible de realizar la cosecha directa, constituye una alternativa de alto riesgo en lo que tiene que ver con calidad de la semilla, debido al alto tenor de humedad de la misma. Referente a la facilidad de trilla, el cv Oberón presenta una inflorescencia caracterizada por ser de difícil trillabilidad. En dos años, con Oberón en estados avanzados de maduración, se comparó la cosecha en forma directa, con la indirecta, superando esta última, en promedio de los dos años, en un 54 % más de semilla cosechada con relación a la directa. La diferencia entre ambos métodos de cosecha se explicó en función de los bajos porcentajes de semilla removida de las panojas en la cosecha directa, atributo que originó que esta variedad se catalogara como de difícil trillabilidad. Considerando los aspectos comentados precedentemente se sugiere adoptar el método de cosecha indirecto, mediante corte e hilerado, iniciando el operativo cuando la semilla presenta un contenido de agua del 42 %.

Por tratarse de un material de difícil trillabilidad, deben tenerse ciertas precauciones en la regulación de la cosechadora. Las revoluciones por minuto del cilindro deben ubicarse entre 700 y 900, la separación entre cilindro y cóncavo debe ser lo más cerrada posible y los diafragmas reguladores del flujo de viento deben estar cerrados completamente.

Se resalta que durante las cosechas realizadas en INIA La Estanzuela, con el diafragma regulador del flujo de aire cerrado, o con el ventilador desconectado, se originaron pérdidas importantes de semillas por la cola de la máquina. Estas pasan por arriba de los sacapajas, transportadas en suspensión por el flujo de aire originado por la rotación del cilindro de trilla. Obviamente este problema se agrava con el aumento en la velocidad del cilindro y constituye la razón por la cual se trilla a baja rotación relativa.

Para solucionar este problema, en las cosechadoras deben colocarse cortinas por encima de los sacapajas, con el objetivo que las semillas arrastradas por el viento originado por el cilindro, golpeen en la cortina y caigan sobre el sacapaja, evitándose que se pierdan por la cola de la cosechadora.

7.3 Consideraciones agronómicas

En el período vegetativo, el cv Oberón debería ser pastoreado prolijamente para retirar lo más uniformemente posible el material viejo, con el objetivo de promover nuevo macollaje en etapas tempranas de otoño, puesto que éstas son las que generarán el mayor potencial de producción de semillas. Se debe priorizar mediante el manejo, que disminuya la variabilidad entre macollas, con

el objetivo de disponer de macollas con el mayor grado de uniformidad posible. El grueso de la producción de semillas esta dado por las macollas tempranas, formadas en otoño. Cuanto mayor sea el grado de uniformidad de macollas de otoño, más fácil será en determinar el momento de inicio de desgrane y consecuentemente, obtener rendimientos de semilla superiores.

Entre el 70 y 80 % aproximadamente de las semillas, se ubican en la mitad inferior de la panoja y en el tercio inferior de ésta se encuentra la mejor semilla, la más pesada, que además, es la primera que desgrana.

El tercio inferior de las panojas, debe monitorearse en forma seguida, por ejemplo cada dos días, con el objetivo de iniciar el operativo de corte e hilerado, antes que se inicie el desgrane. El corte e hilerado debe hacerse de noche, con rocío, o con forraje humedecido, a los efectos de minimizar desgrane. Se destaca que no es fácil percibir el inicio de desgrane. En términos prácticos, de forma similar a lo sugerido para el inicio de cosecha en festuca (Formoso, 2010), con Oberón de deben colectar cortando muy suavemente cinco a diez panojas, que deben estar bien secas, repitiendo este operativo en varios lugares del semillero. Se colocan dentro de una bolsa de nylon tomando con la mano el manojo del conjunto de tallos de las inflorescencias, se invierten las inflorescencias dentro de la bolsa y se sacude en forma suave el manojo de panojas. El inicio del desgrane se verifica mediante las semillas desprendidas de las panojas que quedan en el fondo de la bolsa de nylon. Para tener precisión en determinar el inicio de desgrane, la operativa debe repetirse cada dos días. Se señala un seguimiento cada dos días, porque en general durante la etapa en que Oberón está perdiendo agua desde la semilla y panoja al ambiente, se ubica en períodos con alta demanda atmosférica, atributo que genera cambios rápidos en las semillas y panojas.

Cuando se toma un manojo de panojas, estas se invierten, y cae semilla apenas se sacuden un poco (caen las semillas más grandes de la base de la panoja), es un indicador que ya pasó el momento óptimo de inicio de cosecha.

Cuando se corta e hilera, con panojas revenidas, se debe invertir tiempo en armonizar la velocidad de avance de la hileradora con la velocidad de rotación del molinete, para minimizar pérdidas de semilla. Esta sugerencia es tanto más importante, cuanto más maduras estén las panojas.

8. Manejo del rastrojo pos cosecha

Con el objetivo de evaluar el impacto sobre los rendimientos de semillas, de distintas formas de manejar el rastrojo pos cosecha, se compararon seis manejos de defoliación, aplicados desde fines de enero a fines de abril, que se detallan en el cuadro 4, donde se compararon los efectos desde no utilizar el rastrojo hasta fines de abril, frente a diferentes frecuencias e intensidades de defoliación del mismo.

Cuadro 4. Efectos de seis manejos de rastrojos entre fines de enero a fines de abril, en los rendimientos de forraje obtenidos, e impactos de los manejos sobre el número de panojas y rendimientos de semilla. Información de dos años (Real y García, 1994).

Manejos	1992			1993		
	Rendimiento (kg MS/ha)	Panojas (Nº/m^2)	Semilla (kg/ha)	Rendimiento (kg MS/ha)	Panojas (Nº/m^2)	Semilla (kg/ha)
SC	2200	445	353	4700	374	305
1C.12 cm	5100	498	380	4300	396	364
1C. 5 cm	5100	589	384	5500	386	297
2C.12 cm	4900	512	331	3900	348	289
2C. 5 cm	5500	505	390	5300	382	322
2C.3 cm	-	-	-	7200	336	320
MDS 5%	-	NS	NS	-	NS	NS

SC=sin cortes; C= corte; MDS= mínima diferencia significativa; NS=no significativo.

Climáticamente, ambos años fueron muy diferentes, el verano de 1992 fue seco, pero estuvo precedido de una primavera húmeda. Durante el mismo, a la cosecha de semilla se acumularon 4600 kg MS/ha, perdiéndose materia seca durante el verano en el rastrojo imperturbado (SC, sin cortes), para llegar a fines de abril con solamente 2200 kg MS/ha. En 1993, la primavera fue seca, acumulándose a cosecha un rastrojo de 3000 kg MS/ha. Posteriormente, consecuencia de un verano llovedor, se llegó a fines de abril con un rendimiento acumulado de 4700 kg MS/ha (cuadro 4). Los manejos impuestos originaron importantes diferencias en el forraje cosechado (cuadro 4), el cual depende de la cantidad inicial de forraje del rastrojo, de la altura del corte y de la tasa de crecimiento del forraje.

Desde fines de abril a la próxima cosecha de semillas, todos los tratamientos recibieron el mismo manejo en cuanto a fertilización, cortes y fecha de cierre, con el objetivo que se expresaran solamente los efectos originados por los manejos aplicados al rastrojo entre fines de enero y abril.

La información referente a número de panojas/ m^2 y rendimiento de semillas, muestran que las diferencias entre tratamientos de manejo del restrojo no fueron estadísticamente significativas en ninguno de los años.

En base a los resultados obtenidos, Real y García (1994) concluyen que: a) el hecho de que manejos de rastrojo contrastantes, en años muy distintos, no originaron diferencias significativas en los rendimientos de semillas, sugiere que el manejo de esta variedad, desde fines de enero a fines de abril, puede ser bastante flexible y en base a lo anterior sugieren, b) que en situaciones sin gramilla se podría enfardar el rastrojo pos cosecha de semillas y luego pastorear el forraje cada vez que alcance 20 a 25 cm de altura.

9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ANDERSEN, S.; ANDERSEN, K. 1980. The relationship between seed maturation and seed yield in grasses. In: Seed Production (ed. P.D. Hebblethwaite), 151-172, Butterworths, London.

ARNOLD, R.E.; LAKE, J.R. 1966. Direct, indirect and double threshing in herbage seed production. II: S.143 Cocksfoot. Journ. of Agric. Engineering Res, Vol. 11, N 4, 276-281.

BOELT, B. 1997. Undersowing *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L. and *Lolium perenne* L. for five cover crops. Journal of Applied Seed Production, Vol. 15: 41-47.

CASTAÑO, J. 1995. Producción de semilla de gramíneas forrajeras en el sudeste bonaerense. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Materiales didácticos Nº 10, 78 p.

CHASTAIN, T.G.; GRABE, D.F. 1988. Establishment of red fescue seed crops with cereal companion crops. II. Seed Production and economic implications. Crop Science 28: 313-316.

FAIREY, N.A.; LEFKOVITCH, L.P. 1992. Environmental sensibility of seed production in Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). Journal of Applied Seed Production, vol 10: 58-66.

FALCINELLI, M.; TOMASSINI, C.; VERONESI, F. 1994. Evaluation of seed retention in improved populations of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). Journal of Applied Seed Production, vol. 12: 14.

FORMOSO, F. 1995. Época de diferenciación floral y alargamiento de entrenudos en *Festuca arundinacea* cv Estanzuela Tacuabé, *Phalaris aquática* cv Estanzuela Urunday y *Dactylis glomerata* cv INIA LE Oberón. Serie Técnica N 59.

FORMOSO, F. 1996. Producción de semilla de especies forrajeras. INIA Tacurembó, Serie Técnica Nº 80. pp 85-92.

FORMOSO, F. 1984. Efectos de curasemillas en la implantación de especies forrajeras. Investigaciones Agronómicas Nº 5:14-17.

FORMOSO, F. 2007a. Avances en la siembra directa de pasturas. INIA La Estanzuela, Serie Técnica Nº 161, 150p

FORMOSO, F. 2007b. VII. Estudios de sistemas radicales de gramilla y especies forrajeras sembradas en directa y con preparación convencional de suelo. In: Avances en la siembra directa de pasturas. INIA La Estanzuela, Serie Técnica Nº 161, 119-131

FORMOSO, F. 2007c. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada de instalación y manejo de pasturas. INIA, Colonia. Serie de Actividades de Difusión 483. p 19-40.

FORMOSO, F. 2010. Festuca arundinacea: variables agronómicas relacionadas con la producción de forraje y semillas. INIA La Estanzuela. Serie Técnica Nº 182.

GARCÍA, J.A. 1995. Dactylis glomerata L. INIA LE Oberón. INIA La Estanzuela. Bol. de divulgación Nº 49, 1-11.

INIA, LA ESTANZUELA. 1994. Producción de semillas de Dactylis INIA LE Oberón. Bol. de divulgación, 1994. 37p.

HAMPTON, J.G. 1991. Temperate herbage seed production: An overview. Supplement to Journal of Applied Seed Production, vol 9: 2-13.

JOHNSTON, M.E.H. 1960. Investigations into seed setting in cocksfoot seed crops in New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research 3: 345-357.

KLEIN, L.M., HARMOND, J.E. 1971. Seed moisture - a harvest timing index for maximum yields. Transactions ASAE. 14: 124-126.

KLEIN, L.M.; HARMOND, J.E., HURST, W.M. 1961. Seed losses in harvesting sorne grass and legume crops in the Willamette Valley, Oregon, 1953-1954. USDA, ARS. p. 42-48. April.

LORENZETTI, F. 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions. Proc. Of the XVII Int.Grassl.Congress, 1621-1628.

NELLIST, M.E.; REED, D.V.H. 1963. A comparison of two methods of harvesting cockfoot seed. Journal of Agricultural Engineering Research 8: 136-146.

NIEMELAINEN, O.T. 1989. Effect of frost on panicle production in *Dactylis glomerata*. Proceedings XVI International Grassland Congress: 663-664.

NIEMELAINEN, O.T. 1991. Critical factors in orchardgrass seed production in Finland. Proceedings Second International Herbage Seed Conference, Oregon State University, June 9-14, 1991. Abstract only.

NIXON, G.W. 1962. Cocksfoot seed production in New Zealand. New Zealand Journal of Agriculture 104:293-298.

NORDESTGAARD, A. 1986. Investigations on the interaction between level of nitrogen application in the autumn and time of nitrogen application in the spring to various grasses grown for seed. Journal of Applied Seed Production, Vol. 4: 16-25.

SCHOBERLEIN, W. 1998. Influence of harvest time on the seed quality of some grass species: starting points for solving the problem. Journal of Applied Seed Production, vol. 16: 17-21.

STRATTON, S.D.; OHM, H.W. 1989. Relationship between orchardgrass seed production in Indiana and Oregon. Crop Science 29: 908-913.

YOUNGBERG, H.W. 1980. Techniques of seed production in Oregon. In Habblethwaite, P.D (ed).

Impreso en Editorial Hemisferio Sur S.R.L.
Buenos Aires 335
Montevideo - Uruguay

Depósito Legal /353-718/11