



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA
DIRECCION GENERAL DE
INVESTIGACION AGROPECUARIA

**CENTRO DE
INVESTIGACIONES
AGRICOLAS
"ALBERTO BOERGER"**

**SIEMBRAS
ASOCIADAS
II**

JULIO, 1982



ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA "LA ESTANZUELA"



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

"ALBERTO BOERGER"

ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA "LA ESTANZUELA"

**SIEMBRAS
ASOCIADAS
II**

JULIO, 1982

C O N T E N I D O

I. COMPETENCIA EN DOCE SIEMBRAS ASOCIADAS DE CULTIVOS Y PASTURAS

1. CARLOS GONZALEZ
2. EDUARDO ALVAREZ
3. ROBERTO M. DIAZ

II. EFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN UNA SIEMBRA ASOCIADA DE TRIGO CON FESTUCA Y TEBOL BLANCO

4. JUAN PAULLIER
5. ALFREDO SOBREDO
6. WALTER E. BAETHGEN

-
1. Estudiante en Tesis.
 2. Estudiante en Tesis.
 3. Jefe Proyecto Suelos, E.E.L.E. C.I.A.A.B.
 4. Estudiante en Tesis
 5. Estudiante en Tesis.
 6. Técnico Proyecto Suelos, E.E.L.E. C.I.A.A.B.

COMPETENCIA EN DOCE SIEMBRAS ASOCIADAS DE CULTIVOS Y PASTURAS

CARLOS GONZALEZ

EDUARDO ALVAREZ

ROBERTO M. DIAZ

RESUMEN

En el Uruguay es una práctica común la instalación de praderas asociadas a cultivos de invierno. Sin embargo, la investigación existente a nivel nacional es escasa.

En este trabajo se pretende cuantificar la producción conjunta de diferentes asociaciones de cultivos de invierno (trigo, avena, cebada y lino) con distintas especies forrajeras (lotus, trébol rojo y mezcla trébol blanco-festuca) y evaluar el efecto de la competencia por luz y nutrientes sobre la producción.

Las pasturas se instalaron al voleo y los cultivos se sembraron con densidades y distribuciones normales.

Los rendimientos de los cultivos, en general, fueron bajos a pesar de que las forrajeras no tuvieron efecto sobre éstos, salvo el trébol rojo que debido a su alto potencial y a su gran vigor inicial disminuyó los rendimientos de lino.

En el momento de máximo desarrollo de los cultivos, la avena realizó la mayor intercepción de luz, luego cebada y trigo, mientras que lino fue el que interceptó menos.

La recuperación de nitrógeno por los cultivos mantuvo el mismo orden que el sombreado. Tanto las forrajeras como las malezas tuvieron mejor desarrollo bajo los cultivos que ofrecieron menor competencia por los factores ambientales, lográndose así los mejores rendimientos bajo el cultivo de lino.

En general, las pasturas asociadas alcanzaron el nivel de producción de las puras al cumplirse el año de instaladas.

En el verano siguiente a la cosecha, el trébol rojo presentó rendimientos muy cercanos a los testigos, mientras que el lotus recién los alcanzó al comenzar el segundo año de producción. La mezcla trébol blanco-festuca al año de sembrada, aún produce por debajo de las siembras puras, efecto que es importante en la asociación con avena, lo que podría ser considerado un efecto permanente.

INTRODUCCION

Las siembras asociadas han pasado a ocupar un lugar importante en los sistemas de rotación agrícola-ganadera.

Diversos factores agronómicos y económicos apoyan su uso, de los cuales los más relevantes desde el punto de vista del productor, son la reducción de los costos del establecimiento de la pradera, y el cultivo por una preparación de suelos, fertilización y control de malezas simultánea y la disminución del tiempo en que la chacra permanece improductiva.

Las siembras asociadas se presentan como una alternativa más eficiente que las siembras convencionales, al acelerar el ciclo de la rotación en el pasaje de cultivo a pastura, siendo un buen ejemplo en materia de maximizar el uso del suelo y por consiguiente, maximizar también su producción por hectárea y por año. Sin embargo, el establecimiento simultáneo de una pastura y un cultivo plantea, de hecho, una situación de competencia que teóricamente haría mermar los rendimientos individuales de ambos en relación a su producción en siembras convencionales.

Por otra parte, hay autores que califican a los cultivos anuales que acompañan a la pastura de "cultivos protectores" debido a supuestos atributos como: protección sobre las plantas forrajeras contra heladas, fríos o vientos, retención de mayor cantidad de agua mediante mayor cobertura del suelo, y reducción de la población de malezas.

A pesar del auge de las siembras asociadas en nuestro país, pocos han sido los trabajos de investigación para tratar de evaluar y cuantificar las distintas alternativas de producción que plantean los diferentes cultivos y pasturas sembradas en asociación, quedando aún por dilucidarse los principales mecanismos de competencia que gobiernan a las especies involucradas en la asociación. Cabe resaltar que no ha habido evaluaciones de la competencia por estos factores a nivel nacional, y dadas nuestras condiciones de inviernos húmedos se puede asumir que en la mayoría de los años luz y nutrientes (N y P) serían los principales factores que determinan la competencia entre cultivos y pasturas.

En este trabajo se intenta cuantificar la producción conjunta de diferentes asociaciones de cultivos de invierno (trigo, avena, cebada y lino), con distintas especies forrajeras (lotus, trébol rojo, trébol blanco y festuca) y de evaluar el efecto de la competencia por luz y nitrógeno sobre la producción.

MATERIALES Y METODOS

A. Características Generales

El experimento fue sembrado en un suelo Brunosol sub-éutrico típico sobre formación Libertad el 23 de julio de 1980 en la Estación Experimental La Estanzuela, Departamento de Colonia.

Las semillas de pasturas fueron sembradas al voleo, previo a la siembra de los cultivos, los cuales se instalaron con una sembradora de 3,60 metros de ancho con 15 centímetros entre hileras.

B. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas en bloques al azar con 4 repeticiones. Cada bloque se dividió en 6 parcelas grandes, los cuales representaron a los tratamientos principales. Ellos fueron: Avena, Trigo, Cebada, Lino y dos tratamientos testigo de pradera sin asociar (P1 y P2). Cada parcela se subdividió en 4 subparcelas (7,20 x 3 m), 3 correspondientes a diferentes tipos de pasturas (lotus, trébol rojo y festuca con trébol blanco) y una al cultivo sin asociar.

C. Variedades y Densidades

CULTIVOS DE INVIERNO

AVENA (<u>Avena Byzantina L.</u>) cv Georgia	1 1 0 kg/há
TRIGO (<u>Triticum aestivum L.</u>) cv Est. Tatariras	1 1 0 kg/há
CEBADA (<u>Hordeum distichon L.</u>) cv Bonita	1 1 0 kg/há
LINO (<u>Linum usitatissimum L.</u>) cv Tape Paraná	6 0 kg/há

PASTURAS

LOTUS (<u>Lotus corniculatus L.</u>) cv San Gabriel	1 0 kg/há	} Mezcla
TREBOL ROJO (<u>Trifolium pratense L.</u>) cv Keniand	1 0 kg/há	
TREBOL BLANCO (<u>Trifolium repens L.</u>) cv Zapicán	2, 5 kg/há	
FESTUCA (<u>Festuca arundinacea Schreb.</u>) cv Tacuabé	1 2 kg/há	

Cada cultivo combinado con los tres tipos de pastura totalizaran 12 siembras asociadas diferentes.

D. Aplicaciones

El 10 de setiembre de 1980 se hizo la primera aplicación de herbicida: 2,4-D (800 cc/há) en trigo, cebada y P2 y MCPA (1000 cc/há en lino, avena y P1; 14 días después se realizó una segunda aplicación con las mismas dosis dado el bajo control logrado con la primera aplicación.

A los 100 días de la siembra se realizó un corte de limpieza en P1 y P2 (pasturas testigo) con una rotativa, a 9 centímetros de altura aproximadamente, simulando un pastoreo de pradera de primer año.

E. Determinaciones

1. INTERCEPCION de LUZ

El aparato usado fue el fotómetro Light Master EEL tipo C, que realiza mediciones directas de la intensidad de luz. Las mediciones se realizaron a los 96 días de la siembra cuando los cultivos estaban totalmente espigados y hacían la máxima intercepción de luz. Se tomaron 50 registros por parcela a 5 cm del suelo entre las 11 y 40 y 13 y 40 horas aprovechando el momento en que la luz incide en forma más directa a la superficie del suelo (34).

2. RENDIMIENTO en GRANO

La cosecha de grano de los cultivos se llevó a cabo el 22 de diciembre de 1980, dejando un rastrojo de 25 centímetros, aproximadamente.

3. MATERIA SECA

El primer corte se realizó para evaluar el rendimiento de materia seca del cultivo y las pasturas, y su composición botánica, el día 10 de diciembre.

El segundo corte, para evaluar el rendimiento y composición botánica de las pasturas fue realizado el día 10 de marzo de 1981 y fue hecho sobre la faja cosechada para grano.

El tercer y cuarto cortes se realizaron el 20 de agosto y 4 de noviembre de 1981, aproximadamente, de la misma forma que el anterior evaluando también rendimiento y composición botánica.

4. PORCENTAJE de NITROGENO

Se midió el porcentaje de nitrógeno de la planta para cada cultivo en las distintas asociaciones, para evaluar un posible efecto de las pasturas en la competencia por este nutriente. Se utilizó la técnica de Kjeldahl.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Efectos sobre los Cultivos

1. RENDIMIENTO en GRANO

Desde el punto de vista de la competencia vegetal no existen diferencias cuando hay malezas en el cultivo, o cuando se establece una pastura con él, salvo que en una circunstancia esperamos que el cultivo se desarrolle y la maleza sea deprimida, y en la otra que tanto el cultivo como la pastura que crecen en competencia, prosperen.

Es probable que al combinar dos especies en forma simultánea, cada una de ellas presente rendimientos menores que si son sembradas puras en las mismas condiciones.

En la adopción de la práctica de siembras asociadas es de esperar sólo una pequeña disminución en el rendimiento del cultivo, y una reducción en el crecimiento de las pasturas que, sin embargo permitirán una adecuada producción futura de las mismas. De acuerdo con esto, la forma de crecimiento y la densidad de siembra seleccionada son siempre tales que transforman a la pastura en el componente deprimido de la asociación (21). En efecto, los cereales, en general, tienen semilla más grande, mayor velocidad de crecimiento, tallos más altos y sistemas radiculares más profundos que las especies forrajeras, y tienen por esto una mejor capacidad para explorar el ambiente.

Varias de estas características del crecimiento son intrínsecas, y están asociadas a la anualidad y perennidad de las especies en la asociación.

Es sabido que la mayoría de las especies perennes son dominadas por las anuales en las primeras etapas de desarrollo debido a su más lento establecimiento. Se ve entonces que en el caso de las siembras asociadas, la competencia entre el cultivo y las forrajeras va a depender en buena parte del ciclo de las pasturas que intervienen en la asociación.

Es así que especies anuales o bianuales, como raigrás y trébol rojo, pueden competir fuertemente con el cultivo (15), mientras que especies perennes tales como festuca, trébol blanco o lotus, son más fácilmente deprimidas por éste en el año de siembra.

Por otro lado, generalmente los niveles de competencia que ejercen las pasturas son muy bajos y los efectos sobre el cultivo acompañante no se hacen evidentes (25, 30).

En nuestro país se han reportado disminuciones de hasta un 50 o/o del rendimiento del cultivo por efecto de la asociación, pero en la mayoría de los casos éste no supera el 20 o/o (37, 17, 18).

En este experimento los rendimientos de los diferentes cultivos no fueron mayormente afectados por la asociación con las distintas pasturas (Figura 1).

Como se puede observar, los rendimientos de los cultivos, si bien son cercanos al promedio nacional, son bajos a nivel experimental. Sólo los rendimientos de avena escapan a esta observación y pueden ser considerados como altos.

Una de las razones principales que afectó los rendimientos, fue la mala preparación del suelo, debido al prolongado período de lluvias ocurrido entre fines de mayo a mediados de julio. El suelo, si bien había sido arado en el verano, luego no fue tocado hasta el 19 de julio, fecha en la cual se encontraba con una población importante de malezas, principalmente manzanilla (*Anthemis cotula* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y raigrás (*Lolium multiflorum* L.), las cuales no fueron totalmente eliminadas por un laboreo secundario apresurado. La siembra se realizó inmediatamente después de estas labores, el 23 de julio. En consecuencia, no se cumplió con los requisitos de un buen control de malezas y un afinado razonable, lo que determinó que en etapas tempranas del desarrollo de los cultivos, éstos tuvieran una fuerte competencia de malezas, siendo raigrás y manzanilla las especies más importantes en este sentido y tampoco fueron bien controladas por las aplicaciones de herbicidas que se realizaron posteriormente.

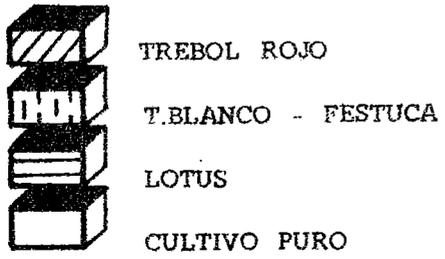
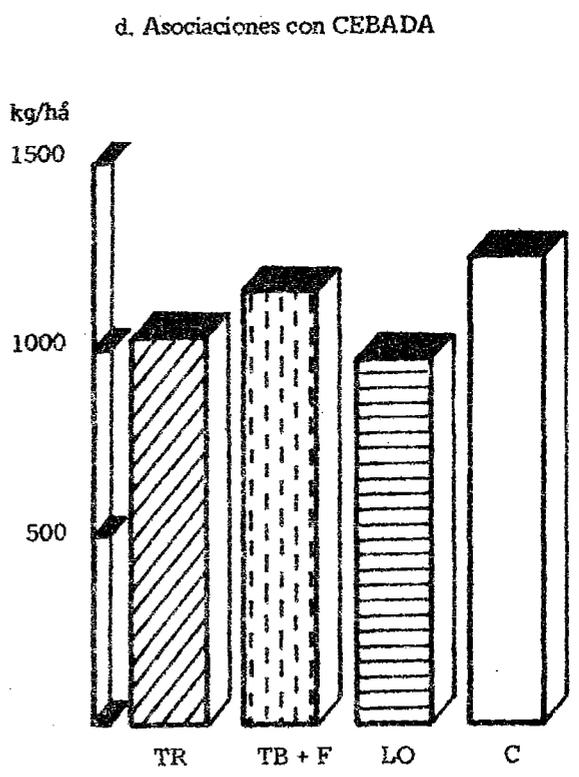
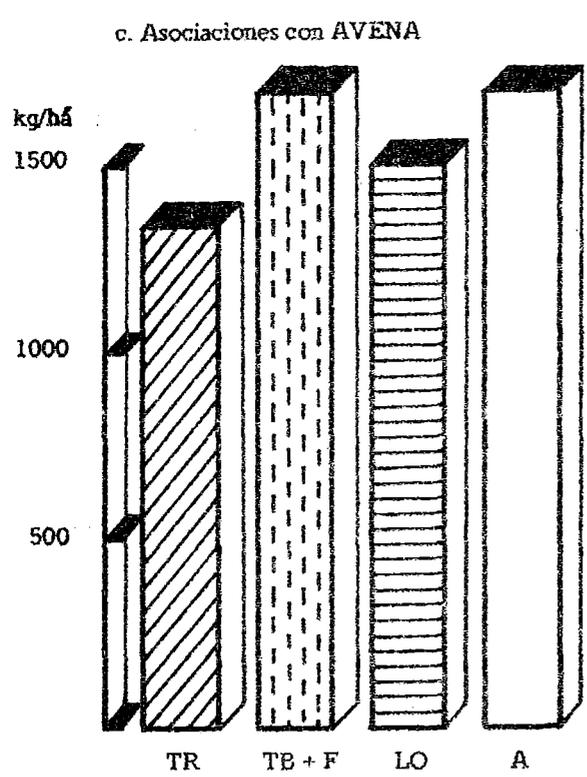
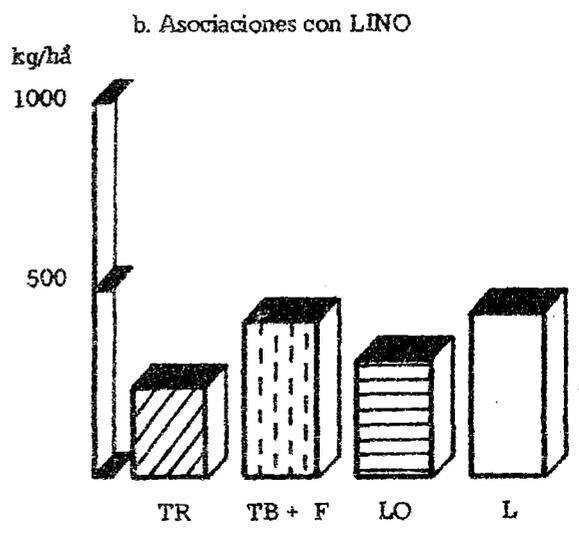
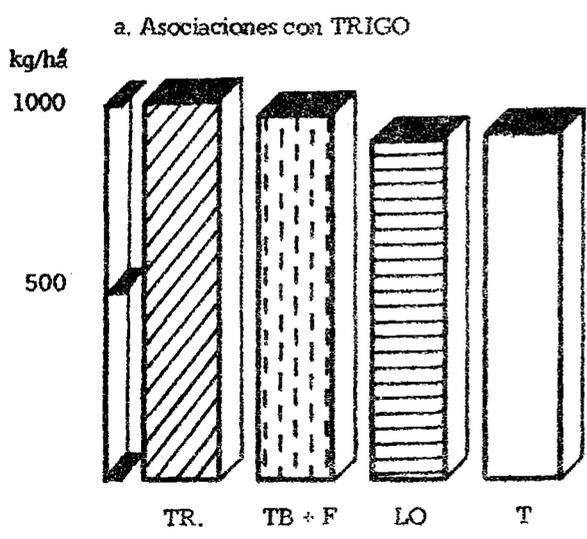


Figura 1: Rendimiento en grano de los cultivos sembrados puros y asociados.

El Cuadro 1, muestra una ligera tendencia a que los cultivos rindan más cuando son sembrados puros. En promedio, los cultivos asociados rindieron un 11 o/o menos.

Cuadro 1: Diferencias de rendimiento en grano entre el cultivo puro y el promedio de los asociados.

	No Asociado	Asociado	Diferencia o/o	
TRIGO	932	970	+ 4	N.S.
LINO	456	330	- 28	*
AVENA	1704	1519	- 11	N.S.
CEBADA	1261	1073	- 15	N.S.
\bar{x}	1088	973	- 11	

* Difiere al 5 o/o (MDS)

N.S. no difiere al 5 o/o (MDS)

El lino fue el cultivo más deprimido reduciendo su producción en un 28 o/o, cebada en un 15 o/o, avena en un 11 o/o y por último el trigo que no alteró su rendimiento.

El trébol rojo disminuyó en forma significativa los rendimientos de lino y avena en un 44 y 21 o/o, respectivamente. Esta especie sería la forrajera más competitiva de todas las evaluadas, ya que tiene un rápido crecimiento inicial y es la más tolerante al sombreado, características éstas que pueden haber llegado a afectar al cultivo de lino, que es un pobre competidor por luz.

En el cultivo de avena, la disminución ocurrida no parece ser atribuible a esta forrajera, dados los bajos rendimientos alcanzados a la cosecha (64 kg/há).

Los altos coeficientes de variación en trigo (30 o/o) y cebada (34 o/o) quizás impidieron detectar disminuciones del rendimiento ocasionadas por las pasturas.

Una fuente de variación importante en cebada fue el daño causado por los pájaros.

2. RENDIMIENTO en MATERIA SECA TOTAL.

El rendimiento en materia seca total (paja + grano) de los diferentes cultivos no fue afectado significativamente por las pasturas asociadas. Sin embargo, en la Figura 2 y en el Cuadro 2, se puede observar que las tendencias son similares a las de rendimientos en grano, siendo los rendimientos de los cultivos sembrados puros ligeramente superiores, y los sembrados con trébol rojo los más bajos con un 17 o/o menos de producción.

Las asociaciones con Trébol blanco - Festuca y con Lotus, rindieron un 14 y 7 o/o menos, respectivamente.

Cuadro 2: Diferencias de rendimiento en M.S. total (grano + paja) entre el cultivo puro y el promedio de los asociados.

	No Asociado	Asociado	Diferencia o/o	
TRIGO	4490	4210	- 6	N.S.
LINO	2083	1396	- 33	N.S.
AVENA	7221	6727	- 7	N.S.
CEBADA	5739	4703	- 18	N.S.
\bar{x}	4883	4259	- 13	

N.S. no difiere al 5 o/o (M.D.S.)

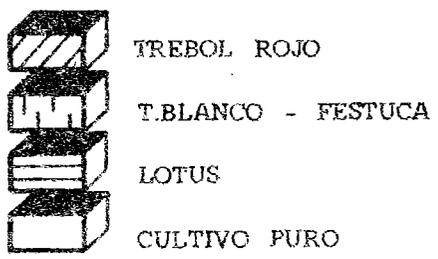
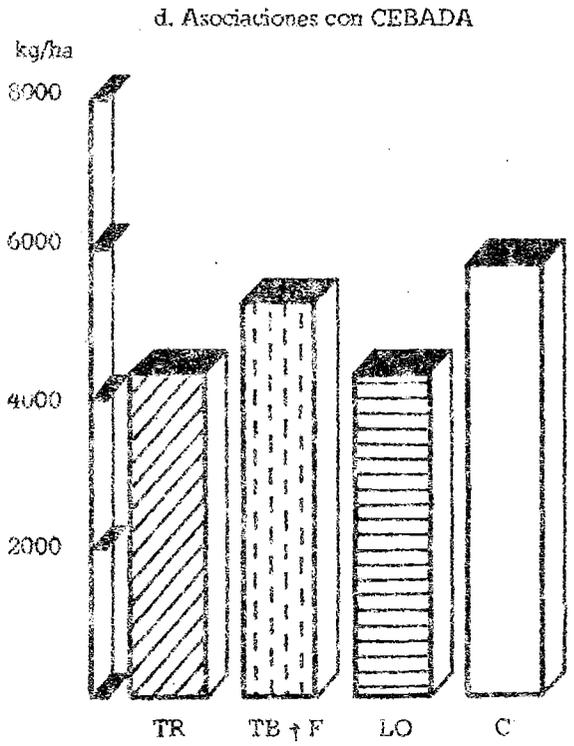
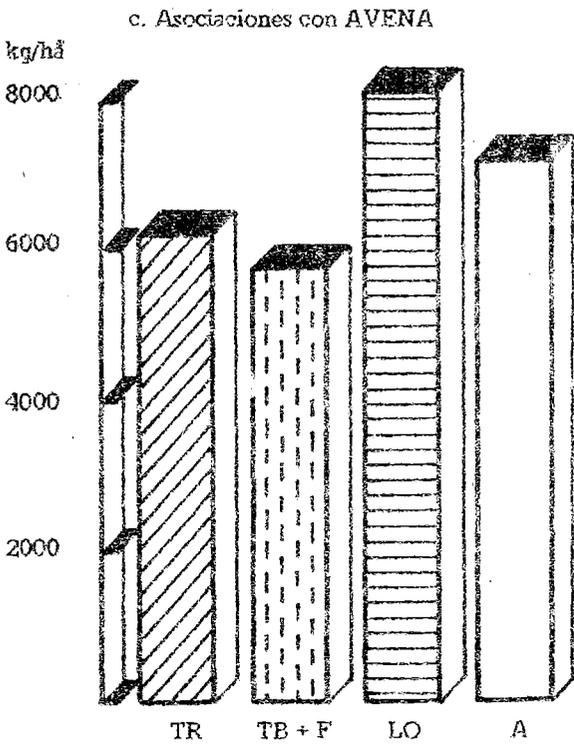
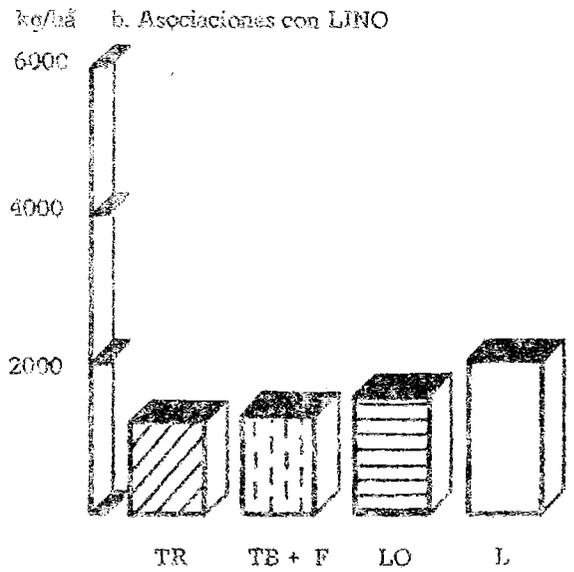
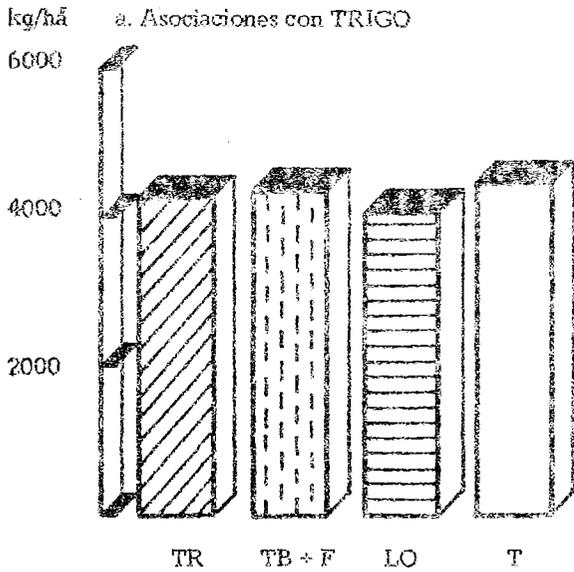


Figura 2: Rendimiento en Materia Seca Total (paja + grano) de los cultivos sembrados puros y asociados.

C. Competencia por Luz

La radiación solar es el último factor que gobierna el rendimiento de cualquier genotipo o comunidad en particular. Si el agua o los nutrientes están disponibles en cantidades adecuadas de forma que la competencia por estos factores no existe, entonces la luz es el único factor limitante de producción (19).

Radeinacher, citado por Black (2), constató que la penetración de luz durante el ciclo de los principales cereales sembrados en primavera, era bastante similar, distinguiendo tres fases: un período de rápida declinación en la medida que el cereal crecía y cubría el suelo, seguido por un período de sombreado más o menos uniforme hasta que comenzaba la elongación de los tallos floríferos; y desde aquí hasta la cosecha un período de aumento gradual en la penetración de luz asociado con la senescencia de las hojas más viejas.

La reducción de luz bajo los cereales puede ser de tal magnitud que restrinja severamente el crecimiento inicial de las pasturas asociadas. No sólo el peso seco de las plantas puede ser reducido, sino que el sistema radicular en particular será afectado, y las plantas pueden ser menos capaces de sobrevivir ante condiciones adversas (7).

El sombreado normalmente resulta en una reducción de la relación raíz/parte aérea y del nivel de carbohidratos (7, 23, 28, 32). Una restricción del suministro de carbohidratos a las raíces y nódulos, deprime el tamaño de éstos, su número y la cantidad de nitrógeno fijado (32). La nodulación generalmente es más sensible que el crecimiento de las raíces a un bajo suministro de carbohidratos.

Estos efectos determinan que la sobrevivencia de las plántulas forrajeras está estrechamente relacionada con un buen desarrollo radicular en el año de siembra. Una rápida penetración de las raíces en mayores profundidades minimiza el riesgo de sequías y provee una superficie adecuada para la absorción de nutrientes y de reservas para el próximo año.

Bajo las condiciones de este ensayo, parecerá ser que la luz fue el principal factor ambiental en determinar el diferente comportamiento de las especies forrajeras bajo los distintos cultivos.

Durante el desarrollo de los cultivos, se pudo observar diferencias importantes con respecto al crecimiento de los mismos. En efecto, mientras que el lino, dadas sus características morfológicas y de crecimiento, es un cultivo poco competitivo, los cereales como avena, trigo y cebada tienen un rápido crecimiento inicial, una gran capacidad de macollaje por lo que cubren el suelo rápidamente, provocando sombreado en etapas más tempranas. No obstante ello, estos cereales difieren en características tales como, velocidad de crecimiento, macollaje, porte, altura, precocidad, etc., lo que hace que se encuentren diferencias en cuanto a su capacidad para interceptar la luz. Así vemos, por ejemplo, que la cebada generalmente tiene un mayor vigor inicial que el trigo, una mayor capacidad de macollaje, y un ciclo más corto, lo que hace que provoque sombreados más intensos desde etapas más tempranas (27). La variedad de avena sembrada, de características de doble propósito, tuvo el mayor desarrollo vegetativo, lo que se refleja en la cantidad de materia seca producida (Figura 2). Realizó un encañado más temprano y alcanzó la mayor altura.

Todas estas características morfológicas observadas de los cultivos, permitieron predecir un cierto orden en cuanto a la intensidad de sombreado provocado por los mismos, lo que fue confirmado por las mediciones de luz realizadas el 27/10/81.

Se puede considerar que en esta fecha, en la cual los cultivos estaban totalmente espigados, se produce la máxima interceptación de luz, debido a que han alcanzado su máximo desarrollo vegetativo.

Los resultados muestran que la avena fue el cultivo que hizo la mayor interceptación de luz, registrándose a 5 centímetros del suelo un valor promedio de 2.500 ft-c, seguido por la cebada con 3.270, luego el trigo con 5.830 y por último el lino que fue el que menos luz interceptó, promediando 7.030 ft-c. (1 ft-c = 1 lumen/pie²).

El fotómetro utilizado no alcanzaba a registrar la máxima intensidad de luz incidente, al exponerlo a la luz directa, pero bajo nuestras condiciones ese valor es de alrededor de 12.000 ft-c (Balcar com. pers.). De acuerdo a esto se puede estimar que la avena interceptó un 80 o/o de la luz total recibida, la cebada 73 o/o, el trigo 52 o/o y el lino un 42 o/o aproximadamente.

Estas diferencias en sombreado, se vieron reflejadas en el desarrollo de las plántulas forrajeras y en su rendimiento a la cosecha del cultivo (Cuadro 3, Figura 3).

Se puede apreciar que hay una respuesta directa, tanto de las pasturas como de las malezas, al aumentar la intensidad de luz recibida.

Cuadro 3: Luz incidente a 5 centímetros del suelo bajo los cultivos en espigazón y rendimiento de pasturas y malezas en el momento de la cosecha del cultivo.

	LUMENS / pie ²	RENDIMIENTO (KG. M.S. / HA)			
		Trébol rojo	Trébol blanco-Festuca	Lotus	Malezas
AVENA	2560	64	15	0	471
CEBADA	3270	271	149	146	1235
TRIGO	5830	457	320	167	2329
LINO	7030	778	635	111	4285

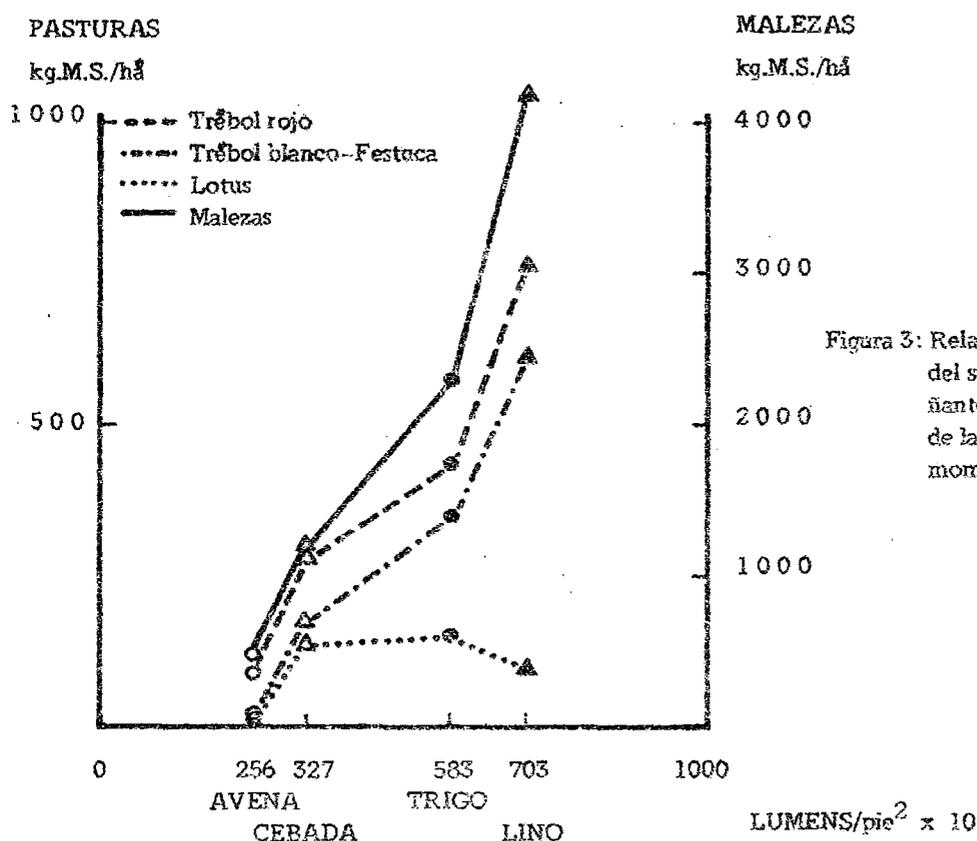


Figura 3: Relación entre luz incidente a 5 cm. del suelo bajo los cultivos acompañantes en espigazón y rendimiento de las pasturas y las malezas en el momento de cosecha del cultivo

Aunque estadísticamente no se encontraron diferencias entre los promedios de luz registrados bajo avena y cebada, se observa cómo una diferencia de 700 ft-c origina un importante incremento en el rendimiento de las forrajeras asociadas; quizás porque en niveles bajos de luz cercanos al punto de compensación, la respuesta, a un aumento relativamente pequeño de luz sea alta. Por otro lado, los 2.560 ft-c de diferencia entre trigo y cebada (5.830 - 3.270) aunque estadísticamente fueron significativos, no llevan a un aumento proporcional en los rendimientos de las pasturas que representen diferencias al comparar sus promedios. Por otra parte es probable que en condiciones de buena implantación de trigo y cebada, las diferencias en intercepción de luz, no sean tan grandes.

Las condiciones de luz bajo el cultivo de avena fueron más críticas para el lotus debido a sus mayores exigencias de radiación. El trébol rojo, sin embargo, mostró un mejor comportamiento, logrando acumular un cierto volumen de materia seca, y demostrando su capacidad para tolerar el sombreado.

La mezcla trébol blanco-festuca, al igual que el lotus, fue fuertemente deprimida cuando creció bajo avena.

Los mayores rendimientos de pasturas fueron obtenidos bajo lino; este cultivo al ser pobre competidor por luz permitió que desde etapas tempranas y durante todo el ciclo, penetrara más luz, que fue aprovechada, tanto por las especies forrajeras, como por las malezas. La excepción a esta tendencia estuvo dada por el lotus del cual se esperaba una respuesta positiva dados sus requerimientos (28). Este comportamiento tendrá explicación en que el lino fue el cultivo más enmalezado y a su vez las subparcelas de lino-lotus tuvieron la más alta población de malezas. Como se puede apreciar en la Figura 4, éstas tienen 1.000 kilogramos más de materia seca de malezas que las demás subparcelas de lino. Esto perjudicaría al lotus que es una especie de lento establecimiento y poco competitiva.

No se debe descartar la posibilidad de que las malezas, además de competir por factores ambientales, puedan tener algún efecto fitotóxico que inhiba algún proceso de crecimiento de esta forrajera.

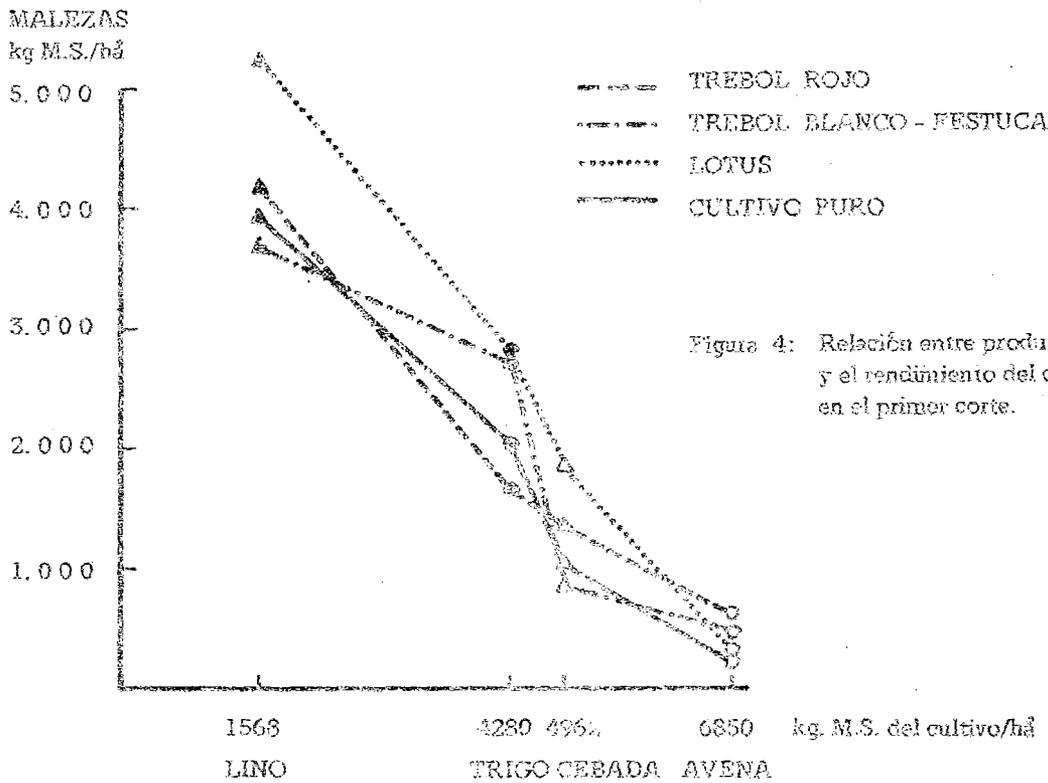


Figura 4: Relación entre producción de malezas y el rendimiento del cultivo (grano+paja) en el primer corte.

D. Competencia por Nutrientes

La presencia en el suelo de suficiente reserva de nutrientes no es una prueba de que en una situación de competencia uno de los componentes de una mezcla, no pueda sufrir una deficiencia. El éxito de absorber una mayor parte del suministro de un nutriente, puede causar un incremento tal en el crecimiento de una especie que domine sobre otra (21).

Es posible que la competencia por humedad o luz pueda reducir la habilidad de las especies de absorber del suelo los nutrientes requeridos aunque su cantidad no sea limitante (20)

Al respecto, Cooper y Ferguson (5), encontraron que la competencia que ejerció la cebada por luz, nutrientes y humedad en estados tempranos de desarrollo, afectará sensiblemente el crecimiento de las gramíneas y leguminosas sembradas en forma asociada.

Por otro lado Charles (15) encontró que al sembrar avena con diferentes especies forrajeras la mayor recuperación de nitrógeno en el grano se dió en la siembra con festuca y trébol blanco (40,5 lb/acre) y la menor con raigrás y trébol blanco (31,6 lb/acre). No hubo evidencias de que el trébol rojo adicionado a algunas de estas mezclas haya afectado la recuperación.

Se observa así la marcada influencia que tiene una especie de rápido establecimiento como el raigrás anual frente a una de lento establecimiento como la festuca que es particularmente sensible a la competencia del cultivo acompañante (15)

En el trabajo que aquí se presenta se trató de evaluar la competencia por nitrógeno estimando la cantidad de este nutriente extraído desde el suelo por los diferentes cultivos, sembrados puros o en asociación con las distintas praderas.

De esta manera se intentó dilucidar dos aspectos fundamentales: por un lado, ver en qué medida las distintas pasturas afectan la absorción de nitrógeno, y por otro, ver si alguna pastura en particular podría favorecer la absorción de este nutriente, ya sea por aporte de la leguminosa o por algún otro mecanismo.

Como se puede apreciar en la Figura 5, durante el período de preparación de la tierra, el promedio mensual de lluvias fue superior a los 100 mm., por lo que probablemente hubo pérdidas importantes de nitrógeno que disminuyeron la eficiencia del aporte de este nutriente por el suelo.

Esto se comprobó posteriormente con el desarrollo de los cultivos que presentaron claros síntomas de deficiencias de este nutriente, por lo que se entendió conveniente, fertilizar con 100 kilogramos de urea aplicada al voleo, al final del macollaje.

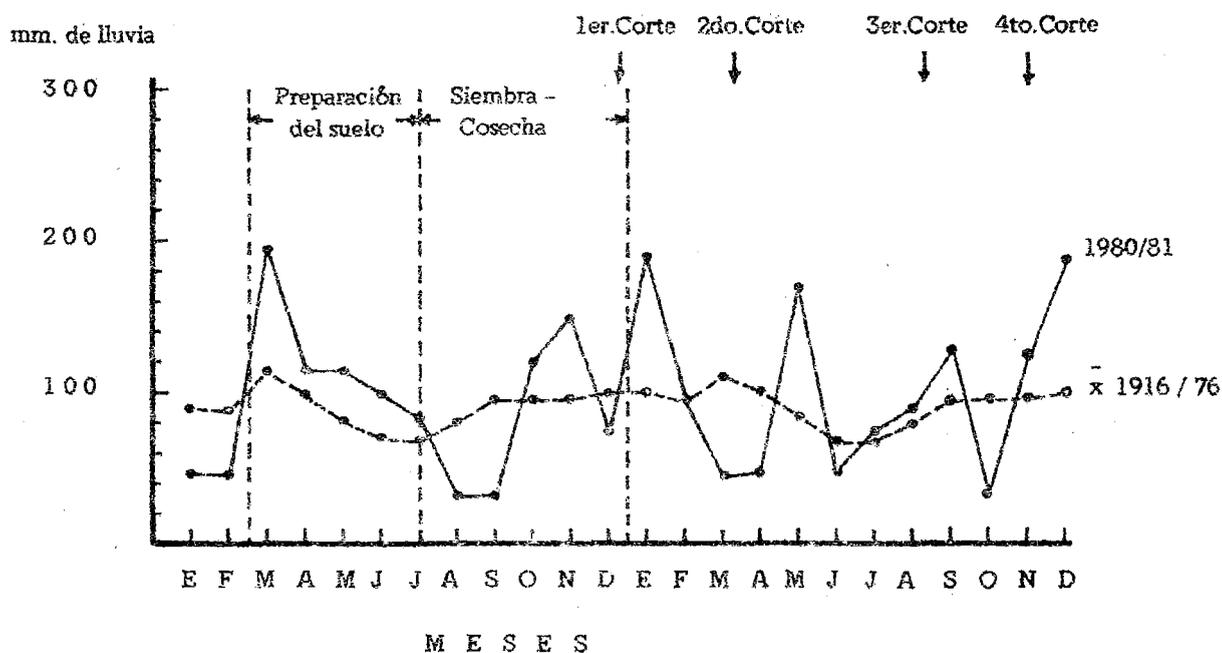
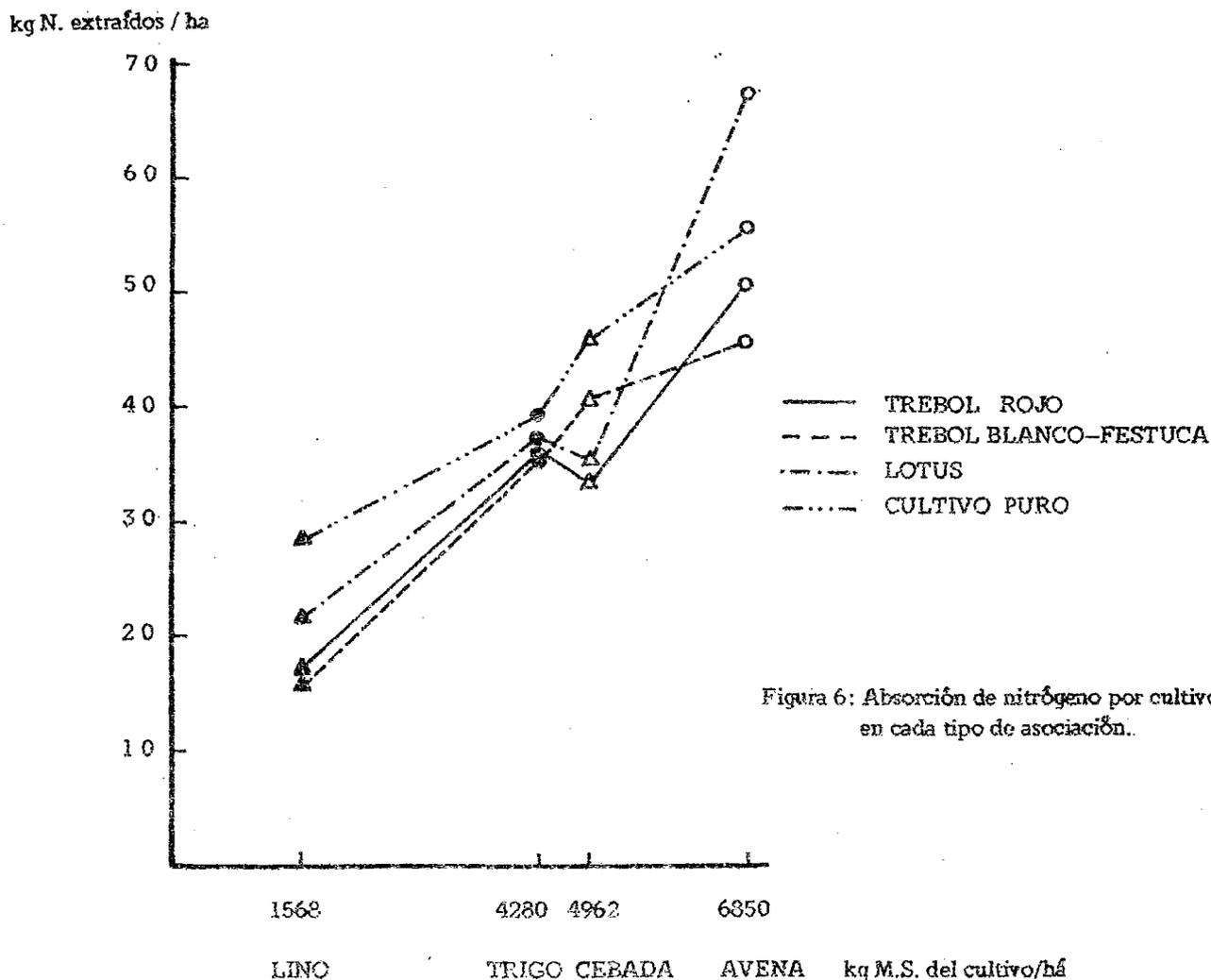


Figura 5: Régimen de lluvias durante el período estudiado.

Se observa en la Figura 6 que ninguna de las pasturas afectaron en forma significativa la absorción de nitrógeno por parte de los cultivos.



A pesar de ello, hay una tendencia clara de que los cultivos puros absorben mayores cantidades de nitrógeno y que los asociados con trébol blanco-festuca y con trébol rojo, absorben menores cantidades. Esto indicaría la necesidad de compuestos nitrogenados por parte de las leguminosas en su fase de establecimiento, sobre todo del trébol rojo que es la leguminosa más vigorosa de las sembradas, lo que por otra parte indica la imposibilidad de que en ese momento pueda realizar aportes de nitrógeno al cultivo.

De los cuatro cultivos de invierno el que más nitrógeno extrajo fue la avena con 56 kg/há seguido por cebada y trigo con 40 y 38 kg, respectivamente, y por último lino con 21 kg/há.

La cantidad de nitrógeno extraído por los cultivos, guarda una relación estrecha con la producción de materia seca de los mismos (Figura 6), ya que la concentración de nitrógeno en la materia seca de los cultivos presenta muy poca variación. Por consiguiente, este factor no resulta de mayor relevancia para explicar las variaciones en la producción originadas en los tratamientos estudiados.

D. Efectos sobre la Pastura.

Normalmente las siembras asociadas ejercen un efecto depresivo sobre las especies de pasturas, que tiende a desaparecer en el segundo año siempre que se realice un manejo adecuado. (3, 37)

Una vez que el cultivo es cosechado, la pradera presenta plantas generalmente de aspecto débil con sistemas radiculares pequeños y superficiales, originados principalmente en la competencia por luz del cultivo, mostrando también un porcentaje alto de suelo desnudo, que eventualmente puede ser asiento de malezas. (3)

Uno de los principales objetivos de este experimento consistía en comprobar a través de los cuatro cortes realizados, en qué medida los cultivos afectaban la producción de forraje de las praderas, y en qué plazo éstas lograban recuperarse y alcanzar la producción de las siembras puras; o si por el contrario, los cultivos ejercían un efecto permanente sobre la producción de las mismas.

El primer corte realizado permitió ver el efecto diferencial de los cultivos sobre el desarrollo de las pasturas asociadas en el año de implantación y tener una idea de la producción alcanzada, en comparación con las siembras puras.

En este sentido existió una tendencia muy clara, de que el desarrollo de las distintas forrajeras fue menor con la avena, seguido por cebada, trigo y lino en ese orden.

Los bajos rendimientos logrados en el primer corte pueden no ser considerados como un fracaso en el potencial posterior de la pradera si se logró un stand adecuado.

1. TREBOL ROJO.

Es quizás la leguminosa que tiene mayor aceptación para ser sembrada en asociación con cultivos. Sus características de poseer una gran tolerancia al sombreado, gran vigor inicial y rápido establecimiento, como también un buen potencial de producción, hacen que esta especie sea muy apropiada para este tipo de siembra. (10, 11).

Entre sus desventajas figura su alto riesgo de meteorismo. En ensayos realizados en La Estanzuela, el trébol rojo fue incluido en mezcla con trébol blanco y festuca, sembrada con trigo y lino, haciendo el mayor aporte de forraje en el verano y otoño posteriores a la cosecha del cultivo (37).

La variedad Kenland empleada en este experimento, aunque de producción relativamente baja en invierno y principios de primavera, tiene buen crecimiento a fines de ésta y en verano (4) y si éste es llovedor se comporta como estival.

Debido a su alto potencial de producción y a su buena adaptación a este tipo de siembras, fue la forrajera que obtuvo los mayores rendimientos en kilogramos de materia seca por hectárea. No obstante ello, fue fuertemente deprimida por la avena, alcanzando en esta asociación al momento de la cosecha del cultivo, un escaso desarrollo que determinó rendimientos muy bajos (Figura 7).

En el primer corte el rendimiento promedio de trébol rojo en las siembras asociadas representó aproximadamente el 30 o/o de las siembras puras.

Durante el verano las condiciones ambientales fueron favorables para el crecimiento de trébol rojo, más aún teniendo en cuenta la variedad sembrada, lo que determinó incrementos importantes en la producción de la pastura, y ya en el segundo corte realizado el 10/3 la producción de las siembras asociadas tendió a igualarse con la de las puras (Figura 7, Cuadro 4).

En este corte se observa la recuperación de la pradera implantada con avena, que logra los mayores rendimientos dentro de las siembras asociadas.

En el tercer y cuarto corte no hubo diferencias en la producción entre siembras puras y asociadas. Aunque consistentemente las asociaciones de avena y cebada que habían sido más afectadas en el primer corte ahora rinden más que las de lino y trigo.

Se observaron diferencias importantes en el comportamiento del trébol rojo frente a los herbicidas usados. En el primer corte, la pradera tratada con 2,4-D (P_2) rindió un 45 o/o menos que la tratada con MCPA (P_1), cuyo uso es recomendado en el control de malezas en esta leguminosa. (31)

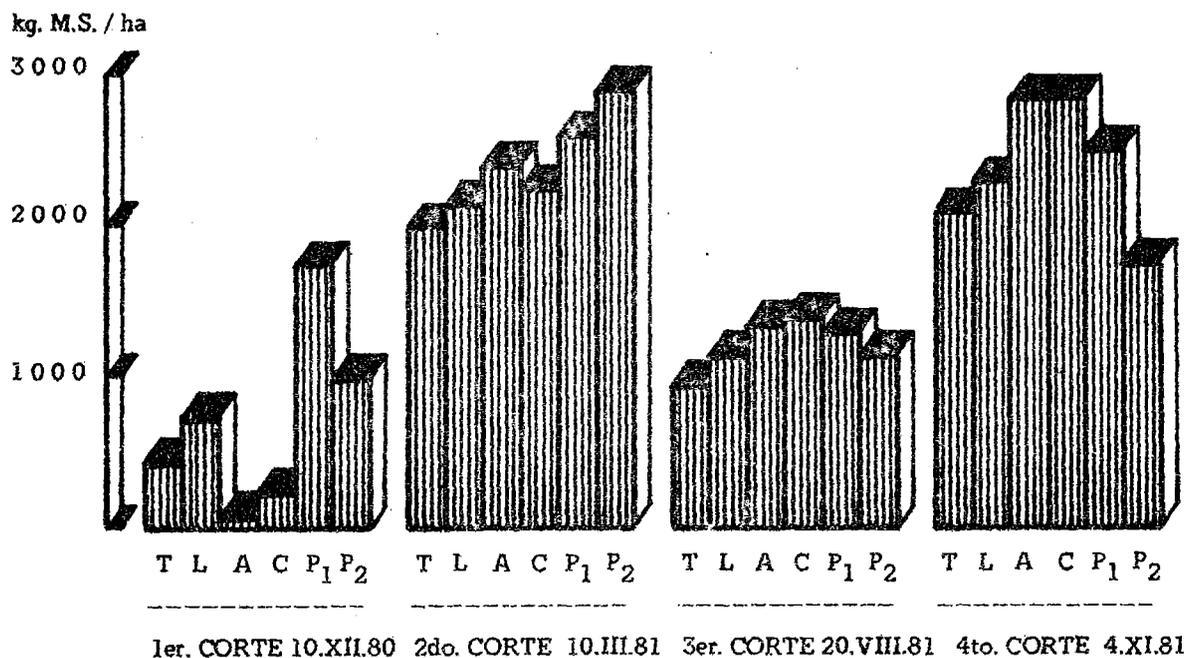


Figura 7: Evolución del rendimiento de trébol rojo en siembras puras y asociadas.

Cuadro 4: Diferencias en el rendimiento de trébol rojo bajo los distintos tratamientos.

1er. CORTE		2do. CORTE		3er. CORTE		4to. CORTE	
Trat.	kms/ha	Trat.	kms/ha	Trat.	kms/ha	Trat.	kms/ha
P1	1827 a*	P2	2913 a	C	1465 a	A	2859 a
P2	1017 ab	P1	2657 a	A	1376 a	C	2859 a
L	778 ab	A	2460 a	P1	1373 a	P1	2509 ab
T	457 ab	C	2310 a	P2	1184 a	L	2292 ab
C	271 b	L	2181 a	L	1184 a	T	2126 b
A	64 c	T	2023 a	T	967 a	P2	1510 c

*Medias con la misma letra no difieren al 5 o/o (MDS).

A pesar de este efecto depresivo del 2,4-D, la pradera logró recuperarse, no habiendo diferencias entre los tratamientos a fines del verano, aunque en la primavera siguiente vuelven a manifestarse diferencias.

2. FESTUCA y TREBOL BLANCO.

La festuca ha sido la gramínea perenne más empleada de las praderas del país, debido a su gran adaptabilidad a un amplio rango de suelos, a su persistencia y a sus características productivas, condiciones éstas que en alguna medida la hacen superior a falaris.

A pesar de esto, en la práctica, como consecuencia de los problemas de implantación que presenta, del costo de su semilla, y de su baja palatabilidad si no es bien manejada, últimamente está siendo desestimado su empleo en las praderas convencionales.

La persistencia de la festuca depende básicamente de las probabilidades que hayan tenido las plantas para desarrollar un buen sistema radicular desde la primavera, y poder explotar así, un volumen de suelo en épocas de sequía (3) En siembras asociadas, las posibilidades de emitir un buen sistema radicular se van a ver limitadas por la competencia del cultivo anual (5)

Uno de los problemas más reiterados es una disminución de la festuca en las praderas asociadas (37, 17, 15, 16) lo que causa un desbalance que puede originar una disminución en su producción, a la vez de incrementar los riesgos de metecrismo. El lento establecimiento de la festuca, asociado al sombreado ocasionado por el cultivo y la posible baja disponibilidad de nitrógeno, serían las causas fundamentales que inclinarían el balance en favor del componente leguminosa de la mezcla.

Por otra parte, el trébol blanco se caracteriza por su alta producción y persistencia aún con manejos intensivos, habiendo manifestado en general buena implantación en siembras asociadas. Sin embargo, las condiciones de humedad estival en el primer verano determinan si la población de plantas puede persistir por nuevos estolones o por resiembra natural (4).

Cuando el trébol blanco se siembra con festuca, la composición botánica manifiesta interacciones importantes según se siembren asociados a un cultivo anual o no. Cuando esta mezcla se siembra asociada, la festuca será la especie más comprometida, pues al ser perenne y de lento establecimiento sufrirá más el sombreado del cultivo y la competencia por nitrógeno. Puede entonces aumentar la fracción leguminosa en relación a las gramíneas y esta diferencia persistir aún luego del período de implantación (10, 11, 13, 14, 33)

Sin embargo, los resultados obtenidos aquí, en términos generales, no evidencian cambios importantes en la composición botánica por el factor asociación. Aunque los distintos cultivos sí manifestaron diferencias sobre la producción total de las pasturas (Figura 8, Cuadro 5).

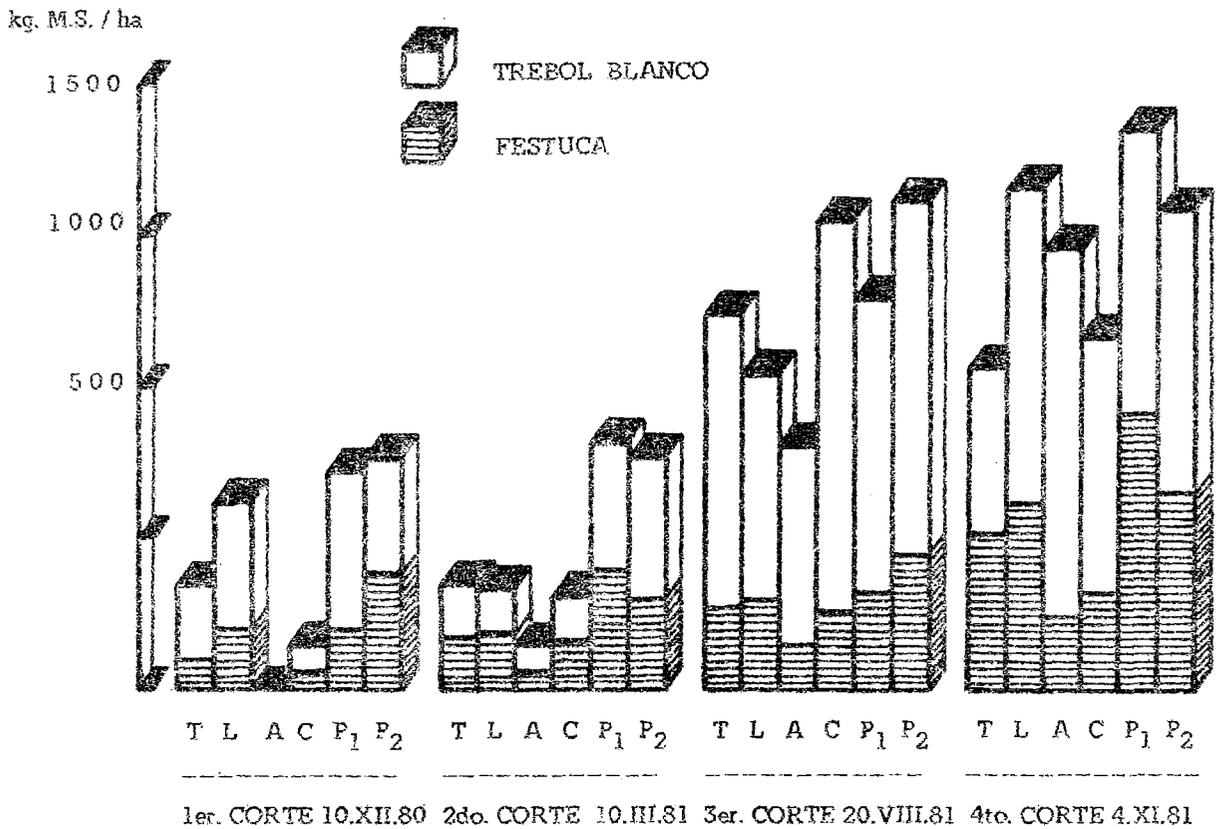


Figura 8: Evolución del rendimiento de la mezcla trébol blanco-festuca en siembras puras y asociadas y del porcentaje de festuca.

Cuadro 5: Diferencias en el rendimiento de la mezcla trébol blanco-festuca, bajo distintos tratamientos.

1er. CORTE			2do. CORTE			3er. CORTE			4to. CORTE		
Trat.	kms/ha	o/oF	Trat.	kms/ha	o/oF	Trat.	kms/ha	o/oF	Trat.	kms/ha	o/oF
P2	778 a *	51	P1	825 a	40	P2	1651 a	28	P1	1889 a	48 a
P1	704 a	28	P2	778 a	40	C	1594 a	17	L	1689 a	37 abc
L	635 a	31	T	361 b	48	P1	1310 ab	26	P2	1611 a	41 ab
T	320 a	28	L	340 b	54	T	1269 ab	22	A	1476 a	17 c
C	149 b	34	C	318 b	51	L	1060 b	23	C	1175 a	27 bc
A	15 c	-	A	147 b	41	A	806 b	18	T	1090 a	48 abc

* Medias con la misma letra no difieren al 5 o/o (MDS).

En el primer corte cabe destacar el buen comportamiento de la mezcla trébol blanco-festuca en la siembra con lino, en donde se registraron rendimientos similares a los obtenidos en los testigos.

Con avena, el tamaño de las plántulas fue muy pequeño, lo que determinó que no se pudieran estimar rendimientos, o que éstos fueran despreciables.

En cuanto al balance gramínea-leguminosa, no se aprecian diferencias importantes entre las siembras asociadas y las puras, y el porcentaje de festuca osciló alrededor del 30 O/O (Figura 8).

En el segundo corte lo más importante para resaltar es la mayor contribución de la festuca en la mezcla que llegó a un 45 o/o. Este efecto se podría explicar debido a que las buenas condiciones de humedad del verano favorecieron la actividad de las plantas de festuca, mientras que el trébol blanco se mantuvo en reposo. Se puede apreciar que los rendimientos totales no son superiores a los del primer corte, lo cual es lógico debido al ciclo de estas forrajeras, manteniéndose también las diferencias de producción total entre siembras puras y asociadas (Cuadros 5 y 7).

En el corte de invierno los rendimientos tendieron a igualarse alcanzando las siembras asociadas, un 80 o/o del rendimiento de las puras.

El porcentaje de festuca en las siembras con avena y cebada, fue inferior al resto de los tratamientos (Figura 8), diferencia que se mantiene en el cuarto corte (primavera) caracterizando un efecto definitivo.

Recién en este momento (3er. corte) en que la pradera comienza a manifestar su potencial, se ve un desbalance en favor de la leguminosa, causado quizás por el largo período de tiempo entre el 2do. y 3er. corte, ya que en una mezcla de festuca-trébol blanco, durante el período de invierno, es muy importante evitar que el trébol se desarrolle más que la gramínea impidiendo la llegada de luz a ésta y por lo tanto disminuyendo su rendimiento.

A pesar de que la producción de festuca y trébol blanco con avena se ha ido recuperando en el segundo y tercer corte, aún su producción es menor que en las siembras puras, reduciéndose estas diferencias en el corte de primavera, aunque puede pensarse en un efecto permanente del cultivo asociado sobre la producción de festuca.

Si bien es preferible el uso de 2,4-D en lugar de MCPA en el control de malezas en trébol blanco (31) bajo las condiciones de este ensayo no se encontraron diferencias entre ambos herbicidas (Figura 8).

3. LOTUS.

Esta especie últimamente ha cobrado gran importancia en la siembra de pasturas como leguminosa estival, habiendo prácticamente desplazado a la alfalfa en las mezclas.

Su gran difusión está basada principalmente en su adaptación a los distintos tipos de suelo, producción de forraje de alta calidad, no inducir meteorismo y no requerir altas dosis de fósforo.

A pesar de que el lotus por su baja tolerancia al sombreado y crecimiento invernal lento, no sería apropiado para siembras asociadas (35, 1, 23, 6), en nuestro país es muy usado con este método de implantación.

Esta característica se refleja en los bajos rendimientos del primer corte, siendo la especie que fue más afectada por la competencia del cultivo. (Cuadro 6).

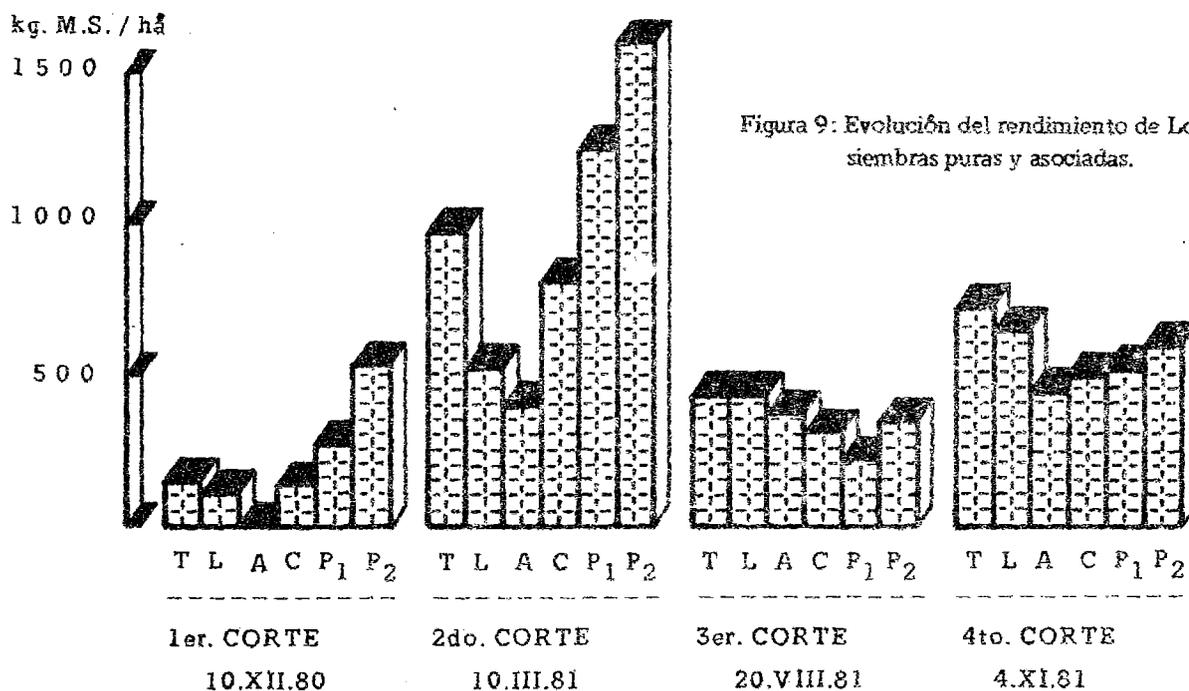
En la Figura 9 y Cuadro 6, se observa que los rendimientos bajo, trigo, cebada y lino son muy similares y bajo avena no se estimaron rendimientos por considerárlas despreciables.

Cuadro 6: Diferencias en el rendimiento de lotus bajo los distintos tratamientos.

1er. CORTE		2do. CORTE		3er. CORTE		4to. CORTE	
Trat.	kg/ha	Trat.	kg/ha	Trat.	kg/ha	Trat.	kg/ha
P2	544 a*	P2	1612 a	L	450 a	T	722 a
P1	284 ab	P1	1248 a	T	445 a	L	639 a
T	167 ab	T	984 ab	A	374 a	P2	597 a
C	146 b	C	815 b	P2	345 a	P1	523 a
L	111 b	L	524 b	C	302 a	C	491 a
A	0 c	A	414 b	P1	220 a	A	443 a

* Medias con la misma letra no difieren al 5 o/o (MDS)

Los pobres rendimientos alcanzados, sobre todo en las siembras puras, pueden ser atribuidos a que fue sembrado en una fecha tardía, que no es la más adecuada para esta especie, y a la gran competencia ejercida por las malezas invernales. Esta última causa además, puede haber sido la responsable de los bajos rendimientos con lino.



En el corte de mediados de marzo se observó un repunte importante de los rendimientos en todos los tratamientos, coincidente con la buena producción de fines de verano y principios de otoño de la variedad San Gabriel.

De todos modos, el lotus en siembras asociadas rindió en promedio un 50 o/o de las siembras puras, evidenciando esta especie una lenta recuperación, en comparación con trébol rojo (Cuadro 7).

Cuadro 7: Evolución de las pasturas asociadas, expresada como porcentaje de las siembras puras en cada corte.

PASTURAS	SIEMBRA PURA o/o	SIEMBRA		ASOCIADA	
		1er. CORTE % kgMS/ha	2do. CORTE % kgMS/ha	3er. CORTE % kgMS/ha	4to. CORTE % kgMS/ha
TREBOL ROJO	100	28* 398	80 NS 2244	98 NS 1248	126 NS 2539
TREBOL BLANCO- FESTUCA	100	38* 280	35* 292	80 NS 1182	78 NS 1357
LOTUS	100	26* 106	48* 684	138 NS 393	102 NS 574

* difiere al 5 o/o MDS

NS no difiere al 5 o/o MDS

En el tercer corte se observó que los rendimientos de las siembras asociadas se igualaron y hasta llegaron a superar a las siembras puras. La baja producción de materia seca registrada en este corte es debida a que el lotus a mediados de invierno recién comienza su crecimiento, y existe una importante cantidad de trébol blanco espontáneo que en este período y con disponibilidad alta de fósforo compete con ventajas manteniéndose la baja producción aún en el corte de primavera.

Por otra parte, el MCPA parece haber tenido un efecto depresivo de carácter permanente sobre el lotus, que se manifestó en el menor rendimiento alcanzado en P1 con respecto a P2 en todos los cortes (Figura 9).

Los rendimientos con lino resultaron menores que con cebada y trigo por lo que el daño del herbicida sería otra de las posibles causas de los bajos rendimientos de lotus con este cultivo.

E. Malezas.

Al sembrar una pradera en una chacra enmalezada, la siembra asociada, si bien puede ejercer una mayor competencia sobre la pastura debido a la implantación del cultivo anual, éste está realizando un uso productivo del suelo a la vez que reduce la proporción de malezas. Diversos autores remarcan el efecto que tienen los cultivos acompañantes en disminuir la población de malezas, en el año de establecimiento de la pastura (36, 29, 10, 13, 22).

El grado de enmalezamiento en los distintos cultivos medido a través de los kg MS/ha, muestra la misma tendencia que la producción de las plantas forrajeras (Figura 10). Las malezas se desarrollaron con mayor vigor en aquellos cultivos que ofrecieron la menor competencia por los factores ambientales.

El lino, junto con las praderas puras, fue el cultivo que tuvo la mayor invasión de malezas.

Los menores registros en los testigos son consecuencia de un corte de limpieza realizado a fines de octubre.

La producción de malezas en trigo fue de un 54 o/o con respecto a la de lino, la cebada un 29 o/o y la de avena un 10 o/o.

Con estas cifras se ve claramente como los cultivos asociados principalmente avena y cebada, si bien disminuyen el rendimiento de las pasturas, también reducen la población de malezas en proporciones similares.

En el primer corte, la fracción malezas estaba integrada fundamentalmente por rábano, manzanilla y raigrás. Para el segundo corte se observa una reducción importante en el rendimiento de las malezas en todos los tratamientos, a excepción de avena, que tuvo un incremento de un 60 o/o (Figura 10).

Un notable aspecto de la competencia ejercida por los cultivos se evidencia en el alto porcentaje de suelo desnudo que dejan principalmente aquellos cultivos con una alta capacidad de sombreado. Muchas veces esta situación permite el enmalezado y deterioro del tapiz una vez levantado el cultivo (8, 24).



Figura 10: Evolución de las malezas en siembras puras y asociadas.

Esto va a depender fundamentalmente de la mayor o menor capacidad de recuperación de las especies forrajeras sembradas asociadas.

Es así que el cultivo de avena, una vez cosechado, es el que presenta un mayor porcentaje de suelo desnudo, lo que originará el aumento de la población de malezas hacia el segundo corte. En éste, las principales malezas fueron sanguinaria (*Polygonum aviculare* L.), llantén (*Plantago lanceolata* L.) y correhuela (*Convolvulus arvensis* L.)

En el tercer y cuarto cortes prácticamente no se registraron malezas anuales, teniendo que considerar como tales a especies productivas como trébol blanco, trébol rojo y raigrás.

CONCLUSIONES

1. Los rendimientos en grano de los cultivos de invierno no fueron afectados por las distintas pasturas, excepto por el trébol rojo que bajo las condiciones de este ensayo redujo significativamente el rendimiento de lino.
2. La competencia por luz que establecieron los cultivos a las pasturas, evidenció grandes diferencias entre cultivos, siendo los valores de luz incidente y porcentaje de intercepción de: 2560 ft-c (80 o/o) para avena, 3270 ft-c (73 o/o) para cebada, 5830 ft-c (52 o/o) para trigo y 7030 ft-c (42 o/o) para lino.
3. Las pasturas no tuvieron influencia en la absorción de nitrógeno por los cultivos, pero existió una tendencia a que los cultivos asociados con trébol rojo y con trébol blanco-festuca hicieran la menor recuperación de nitrógeno, y los sembrados puros la mayor.
4. El trébol rojo demostró ser la forrajera mejor adaptada a este tipo de siembras, ya que a pesar de ser deprimida a la cosecha, sobre todo por avena y cebada, presentó los mayores rendimientos y evidenció una rápida recuperación.
5. En términos relativos, la mezcla trébol blanco-festuca fue la menos afectada a la cosecha de los cultivos. Sin embargo sus rendimientos absolutos fueron menores a los de trébol rojo, y su recuperación más lenta, debido al ciclo de estas forrajeras.

6. El porcentaje de festuca en la mezcla no fue afectado por el método de implantación, aunque los bajos rendimientos de esta gramínea, con cavena en el último corte, parecen marcar un posible efecto de prorro permanente.
7. El lotus fue la leguminosa más deteriorada por la siembra asociada en el momento de la cosecha; sin embargo, logró una aceptable recuperación hacia fines de verano.

BIBLIOGRAFIA

1. BAENZIGER, H. Forage stands hurt by companion crop. *Crops and Soils* 18 (7):20. 1966.
2. BLACK, J.N. The influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. *Herbage Abstracts* 27 (2):90-98. 1957.
3. CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur, 1977. 464 p.
4. ———, et al. Variedades forajeras recomendadas. In: Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Pasturas IV. La Estanzuela, Colonia 1978. pp III-118.
5. COOPER and FERGUSON, H. Influence of a barked companion crop upon root distribution of alfalfa, birdsfoot trefoil and orchardgrass. *Agronomy Journal* 56 (1): 68-66. 1964.
6. ———. Response of birdsfoot Trefoil and alfalfa to various levels of shade. *Crop Science* 6: 63-66. 1966.
7. ———. Relative growth of alfalfa and birdsfoot trefoil seedlings under low light intensity. *Crop Science* 7 (3): 176-178. 1967.
8. CULLEN, N.A. The effect of nurse crop on the establishment of pasture. II. Cereal nurse crops. *New Zealand Journal of Agriculture Research*. 7 (1): 52-59. 1964.
9. CHARLES, A.H. Establishment studies I. The effect on spring oats of undersowing with a one-year ley. *Journal of Agriculture Science* 54 (2): 179-187. 1960.
10. ———. Establishment studies II. The effect of method of establishment on a one-year ley in the seeding year. *Journal of Agriculture Science* 54 (2): 159-172. 1961.
11. ———. Establishment studies III. The effect of method on one-year leys in the first harvest year. *Journal of Agriculture Science* 58 (1): 121-128. 1962.
12. ———. Establishment studies IV. The effect on spring oats of undersowing with long-term ley mixtures. *Journal of Agriculture Science*. 58 (2): 243-249. 1962.
13. ———. Establishment studies V. The effect of method of establishment on the behaviour of long-term leys in the seeding year. *Journal of Agriculture Science* 60 (1): 1-10. 1963.
14. ———. Establishment studies VI. The effect of method of establishment on long-term leys in the first harvest year. *Journal of Agriculture Science* 60 (1): 11-17. 1963.
15. ———. Interactions of grass, clover and nurse crop in the seeding year. *Journal of the British Grassland Society* 20 (4): 241-247. 1965.
16. ———. Effects of method of establishment on tall fescue and Italian ryegrass mixture in the following year. *Journal of the British Grassland Society* 22 (4): 245-261. 1967.
17. DIAZ, R y TAVELLA, C.M. Efectos de tipo de pastura, variedad y densidad de trigo en siembras consociadas, Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Informe Provisionario. 1979. sp.
18. DIAZ, R. Rol de las Siembras Asociadas en Rotaciones de Pasturas y Cultivos. In: *Miscelánea N° 19*. Estación Experimental La Estanzuela. CENAB. 1-19. 1980.
19. DONALD, C.M. Competition among pasture plants. I. Intra-specific competition among annual pasture plants. *Australian Journal of Agricultural Research* 2 (4): 355-376. 1951.
20. ———. The interaction of competition for light and for nutrients. *Australian Journal of Agricultural Research* 9 (4): 421-35. 1958.

21. DONALD, C.M. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy* 15: 1-118. 1963.
22. GILBERT, D.E. The effect of light, moisture and inter-species competition upon the establishment of alfalfa, ladion clover and birdsfoot trefoil. IOWA State Univ. Ames. Dissertation Abstracts 20 (7): 2471. 1960.
23. GIST, G.R. and MOTT, G.O. Growth of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil seedling under various quantities of light. *Agronomy Journal* 50: 583-586. 1958.
24. HEDDLE, R.G. and HERRIOTT, J.B.D. The establishment, growth and Yield of ultrasimple grass seeds. II. The effects of varying grass and clover seed rates. *Journal of the British Grassland Society* 10 (2): 157-167. 1955.
25. JARVIS, R.H.; HANLEY, F. and RIDGMAN, W.J. The effect of leys on soil fertility. ii. The effect on undersowing with grasses and legumes on the yields of a barley nurse crop. *The Journal of Agricultural Science* 51 (2): 229-233. 1958.
26. KLEBESADEL, L.J. The influence of companion crop and management in the seeding year on the establishment of alfalfa and red clover. Dissertation Abstracts 18 (3): 746. 1958.
27. ----- and SMITH, D. Light and soil moisture beneath several companion crop as related to the establishment of alfalfa and red clover. *Botanical Gazette* 121 (1): 39-46. 1959.
28. Mc. KEE, G.W. Effects of shading and plant competition on seedling growth and nodulation in birdsfoot trefoil. Pennsylvania Agricultural Experiment Station. Bulletin 689. 1962. 35 p.
29. MOLINE, W.J. and ROBISON, L.R. Effects of herbicides and seeding rates on the production of alfalfa. *Agronomy Journal* 63 (4): 614-616. 1971.
30. MORRISON, J. Effects of cover crops and sowing dates on grass clover swards in the Kenya highlands. *East African Agriculture and Forestry Journal* 32 (1): 25-30. 1966.
31. OTT, P. y RIOS, A. Control de malezas en cultivos invernales asociados con leguminosas. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea N.º 19. 1980. 19 p.
32. PRITCHETT, W.L. and NELSON, L.B. The effect of light intensity on the growth characteristics of alfalfa and brome-grass. *Agronomy Journal* 43: 172-177. 1951.
33. SANTHIRASEGARAM, K. and BLACK, J.N. Competition between wheat and undersown pasture in the year of sowing and the effect of undersowing on the yield of pasture in the following year. *Journal of the British Grassland Society* 22 (4): 239-244. 1967.
34. ----- and ----- The distribution of leaf area and light intensity within wheat crops differing in row direction, row spacing, and rate of sowing; a contribution to the study of undersowing pasture with cereals. *Journal of the British Grassland Society* 23 (1): 1-12. 1968.
35. SCHOOL, J.M. and STANFORTH, D.W. Establishment of birdsfoot trefoil as influenced by competition from weeds and companion crops. *Agronomy Journal* 49 (8): 432-435. 1958.
36. SHECHTNER, G. Artificial forage production in rainy climate. In. General Meeting of the European Grassland Federation. Procceding. Lausanne 1971. pp 175-189.
37. SYMONDS, R. Proyecto Regional en la Zona del Litoral. In. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Producción de Pasturas II. La Estanzuela, Colonia, 1971. pp 23-45.

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN UNA SIEMBRA ASOCIADA DE TRIGO CON FESTUCA Y TEBOL BLANCO.

JUAN PAULLIER
ALFREDO SOBREDO
WALTER E. BAETHGEN

INTRODUCCION

La instalación de pasturas permanentes en siembras asociadas con cultivos anuales es una práctica muy difundida en las zonas agrícolas del Uruguay.

Es así que en los últimos años, la gran mayoría de las praderas permanentes han sido sembradas conjuntamente con cultivos de invierno, principalmente con trigo.

La razón principal de la gran difusión de este método de instalación de pasturas, consiste en la importante reducción del costo de implantación de las mismas, a través de la implantación simultánea con el cultivo anual acompañante.

Otros beneficios adicionales de las siembras asociadas de pasturas con cultivos son la reducción del tiempo en que la tierra permanece improductiva, y la disminución del riesgo de erosión, factor éste que es particularmente importante en las siembras de pasturas, debido al gran afinamiento del suelo que éstas requieren.

A pesar de los beneficios de este método de instalación de pasturas, generalmente existen efectos negativos del cultivo acompañante que pueden comprometer la implantación y desarrollo de las forrajeras asociadas, como consecuencia de la importante competencia que ejerce sobre éstas. En efecto, el cultivo acompañante, por tratarse de una especie anual, posee una mayor velocidad de crecimiento de sus partes aéreas, lo que determina una gran capacidad de competencia por luz. Además, su mayor crecimiento radicular, comparados con el de las especies forrajeras perennes, permite que los cultivos anuales acompañantes sean más eficientes en la competencia por el agua y los nutrientes presentes en el suelo.

Sin embargo, no todas las pasturas presentan el mismo comportamiento en siembras asociadas. Es así que existen algunas evidencias de que el trébol rojo (*Trifolium pratense*, Lev.) y la alfalfa (*Medicago sativa*, F.) son menos afectadas que el trébol blanco (*Trifolium repens*, Atw.) y el lotus (*Lotus corniculatus*, M.) en este tipo de siembras (17, 19). Dentro de las gramíneas, la festuca (*Festuca arundinacea* Lew.), que es la especie perenne invernada más difundida en el Uruguay, es la que ha presentado mayores problemas de implantación en las siembras asociadas con cultivos anuales (3, 5, 6, 11, 24).

Por otro lado, algunos autores han encontrado efectos negativos de la pastura sobre el cultivo acompañante, que han causado en algunos casos reducciones importantes en el rendimiento de los mismos (7, 8, 22).

Los menores rendimientos de las pasturas y de los cultivos anuales que se han observado en las siembras asociadas, en comparación con los obtenidos en siembras puras, han sido explicados generalmente como consecuencia de las relaciones de competencia a que se enfrentan las especies sembradas por luz, nutrientes y humedad (3, 12, 13, 21, 22).

Considerando la competencia por luz, se han observado diferencias en cuanto a la capacidad de las diferentes especies forrajeras para su desarrollo y producción en condiciones de baja disponibilidad de luz. En este sentido la festuca ha sido una de las especies que demostró más sensibilidad (3, 6, 11).

En cuanto a las leguminosas, Bawolski (1) trabajando con siembras asociadas de lotus, trébol rojo y trébol blanco, señala que una reducción en la cantidad de luz que llegaba a las leguminosas provocada por el sombreado que producía el cultivo acompañante de cebada, traía como consecuencia una disminución en el rendimiento de materia seca de las forrajeras así como una reducción en el crecimiento radicular y en la nodulación. En relación a este último aspecto, Cooper (9) considera que uno de los efectos más importantes de la disminución de la disponibilidad de luz en las leguminosas, es la reducción de su capacidad de nodulación, que puede concluir en una importante pérdida de plantas.

En relación a la competencia por nutrientes, como ya fue mencionado la mayor velocidad de crecimiento radicular de los cultivos anuales, permite que éstos sean más eficientes que las especies forrajeras perennes en la absorción de nutrientes del suelo. Por lo tanto, en situaciones de poca disponibilidad de nutrientes, éste puede ser otro factor que afecte negativamente la implantación y el desarrollo inicial de las pasturas sembradas asociadas.

Finalmente, teniendo en cuenta que la siembra de las pasturas asociadas en el Uruguay se realiza a fines de otoño o durante el invierno, es muy poco probable que existan problemas de competencia por agua entre las especies sembradas, ya que en esa época existe generalmente una gran cantidad de agua disponible en el suelo.

Se puede concluir entonces que para las condiciones de Uruguay, las principales dificultades que presentan las siembras asociadas de pasturas con cultivos anuales son causadas por la competencia existente entre las especies sembradas por luz y eventualmente por nutrientes, y que uno de los problemas más frecuentes en este tipo de siembras es la inadecuada implantación de la gramínea forrajera, en particular cuando se trata de festuca.

Es así, que en la literatura existen numerosos trabajos cuyo objetivo principal ha sido mejorar la implantación de las pasturas asociadas a cultivos anuales. Los métodos más frecuentemente estudiados con este fin han sido el adelanto de la fecha de siembra (18), la cosecha anticipada del cultivo anual acompañante (3, 4, 21), el uso de cultivos acompañantes de escasa capacidad de sombreado (21, 13), y la reducción de la densidad de siembra del cultivo acompañante (3).

En Uruguay con este mismo objetivo, el Proyecto Forrajeras de la Estación Experimental La Estanzuela, ha iniciado una línea de trabajos experimentales en los que se han evaluado diferentes métodos de siembra de la pastura y del cultivo, así como la localización del fertilizante (García, J. Com. pers.).

Una forma de mejorar la implantación de la gramínea forrajera, en particular de la festuca, en las siembras asociadas, puede ser a través de la fertilización nitrogenada, dada la gran respuesta al nitrógeno que presenta esta especie.

Sin embargo, por tratarse de una siembra conjunta de leguminosas, gramíneas forrajeras y cultivos anuales, la fertilización nitrogenada va a afectar todas las relaciones de competencia que ya fueron parcialmente comentadas. En efecto, es de esperar que si bien por un lado la fertilización mejore la implantación y producción de las gramíneas forrajeras, por otro lado permita un desarrollo mayor del cultivo acompañante que provoque un sombreado mayor. Por otra parte el N puede afectar directamente a la pastura aumentando la competencia entre las especies que componen la misma, (2, 10, 14, 6), así como dificultando la capacidad de nodulación de las leguminosas (14, 16).

De esta manera, el objetivo de este trabajo consistió en estudiar las principales relaciones de competencia que existen en la siembra asociada de una pastura de trébol blanco y festuca con trigo, comparando la producción de cada una de las tres especies en este tipo de siembra, con la de las siembras puras de la pastura y del trigo. Por otro lado se estudió como variaron dichas relaciones de competencia al intentar mejorar la implantación de la festuca mediante la aplicación de fertilizante nitrogenado.

Para ello se evaluó:

- a. el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la cantidad de luz disponible para la pastura en la siembra asociada.
- b. el efecto del método de siembra y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del trigo.
- c. el efecto del método de siembra (pura o asociada) y de la fertilización N sobre la producción de M. S. del trébol blanco y de la festuca.

II. MATERIALES Y METODOS.

A. Preparación del suelo, instalación del experimento y variedades utilizadas.

El experimento se instaló en julio de 1980, en la Estación Experimental La Estanzuela, sobre un suelo clasificado como Brunosol Eutrófico Típico, que corresponde al tipo de los Molisoles según la clasificación del U.S.D.A. (7 ma. aproximación)(25).

La preparación del suelo consistió en una arada temprana en el verano de 1980, y posteriores laboreos secundarios en el mes de julio del mismo año. Es importante destacar que debido a las abundantes precipitaciones de otoño, el suelo no fue laboreado desde la arada temprana hasta pocos días antes de la siembra, por lo que la calidad de la sementera, y la consiguiente implantación de las especies sembradas no fue lo más adecuada.

Se aplicó una fertilización básica con 400 kg. de superfosfato por há (80 kg/há de F_2O_5), en el momento de la siembra.

El control de malezas se realizó con una aplicación de 2,4-D amina, a razón de 800 gr. de producto activo por hectárea.

La siembra de trigo se llevó a cabo con una sembradora convencional en líneas (de 24 líneas separadas a 15 cm.), y la pastura se sembró posteriormente a mano.

Las densidades de siembra y las variedades utilizadas en las distintas especies fueron:

- a. trigo cvar. Taraniras 110 kg/há (aproximadamente 300 semillas viables por metro cuadrado)
- b. festuca var. Tacuabé 10 kg/há (96 o/o de germinación)
- c. trébol blanco var. Zapicán 3 kg/há (85 o/o de germinación)

B. Tratamientos, Diseño Experimental e Interpretación Estadística.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques al azar, con cuatro repeticiones. En las parcelas principales (12 m x 10.80 m) se dispusieron los tres tipos de siembra (trigo, pastura de festuca y trébol blanco, y la misma pastura asociada con trigo), y en las parcelas menores (2.70 m x 12 m), las cuatro dosis de fertilización nitrogenada: 0, 40, 80 y 120 kg/há de N en forma de urea, que se aplicaron en el momento de la siembra.

Con los datos obtenidos después de cada corte, se realizó un análisis de varianza, de manera de evaluar:

- a.) el efecto del tipo de siembra (asociada o pura) sobre los rendimientos del trigo y de la pastura,
- b.) el efecto de la fertilización nitrogenada sobre los mismos rendimientos, y
- c.) la interacción entre fertilización y tipo de siembra.

Para la evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada se descompusieron las sumas de cuadrados agregadas en sumas de cuadrados con un grado de libertad por medio de contrastes ortogonales (23). Se consideró que existía respuesta a N cuando el término lineal y/o cuadrático eran significativos al nivel de 10 o/o de probabilidad.

C. Cosecha del Trigo y Cortes de la Pastura.

En total se realizaron cuatro cortes: el primero, en el momento de la cosecha del trigo en diciembre de 1980, de manera de poder evaluar el crecimiento de la pastura creciendo conjuntamente con el trigo y compararlo con el de la misma pastura sembrada pura. En ese mismo momento, se evaluó la producción de trigo (en grano y en materia seca), para estudiar el efecto del tipo de siembra sobre los rendimientos.

Posteriormente se realizaron otros tres cortes de la pastura en otoño, en invierno y en el comienzo de la primavera de 1981.

En cada corte de la pastura, se determinó su composición botánica, de manera de poder evaluar el comportamiento individual de cada especie.

Para los cortes se empleó una motoguadadora, de un metro de ancho de corte, y se utilizó un largo de corte de 10 metros.

D. Intercepción de Luz.

Para las mediciones de luz disponible para las pasturas, se utilizó una célula fotoeléctrica, sujeta al extremo de un cuadrante, y conectada a un amperímetro (método descrito por Puckrige y Donald, 20).

La célula fotoeléctrica iba a una altura de 5 cm., de manera que se midió la cantidad de luz que llegaba a la pastura, cuya altura en el momento de la medición era apenas inferior.

El cuadrante donde se ubicó la célula, se encontraba siempre delante del operador, para modificar lo menos posible el microambiente de cada parcela al realizar las mediciones.

De cada parcela se tomaron 30 mediciones, a mediados de noviembre (con el trigo en plena espigazón), al mediodía y con cielo despejado.

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. Efecto del Método de Siembra y de la Fertilización Nitrogenada sobre los Rendimientos del Trigo.

Si bien no se pudo detectar una disminución significativa de los rendimientos de trigo por la competencia ejercida por la pastura, en los niveles bajos de nitrógeno se observó una tendencia a que este efecto hubiera existido. El escaso desarrollo que presentó la pastura durante el crecimiento de este cultivo, constituye probablemente la principal causa de esta por ausencia de efectos significativos de los métodos de siembra.

En cambio, existió un claro efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca total y en el rendimiento en grano del trigo. Como se muestra en las Figuras 1 y 2, existió en ambos casos una respuesta positiva muy importante al agregado de nitrógeno.

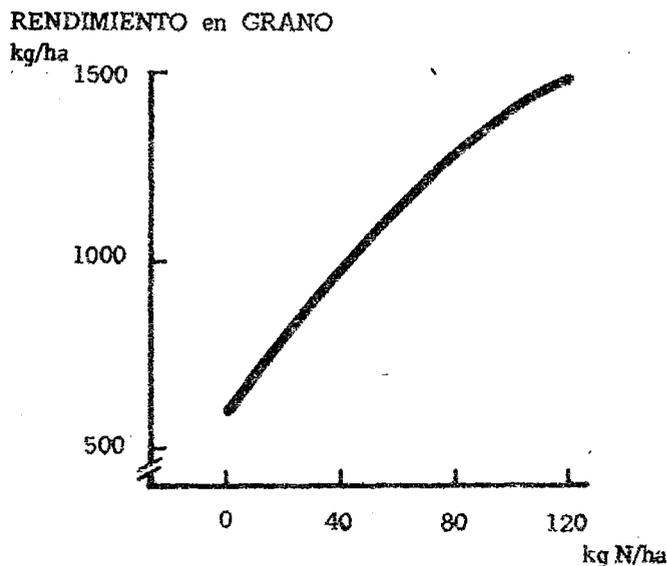


Figura 1: Rendimiento en grano de trigo (promedio de los dos métodos de siembra) para las diferentes dosis de N.

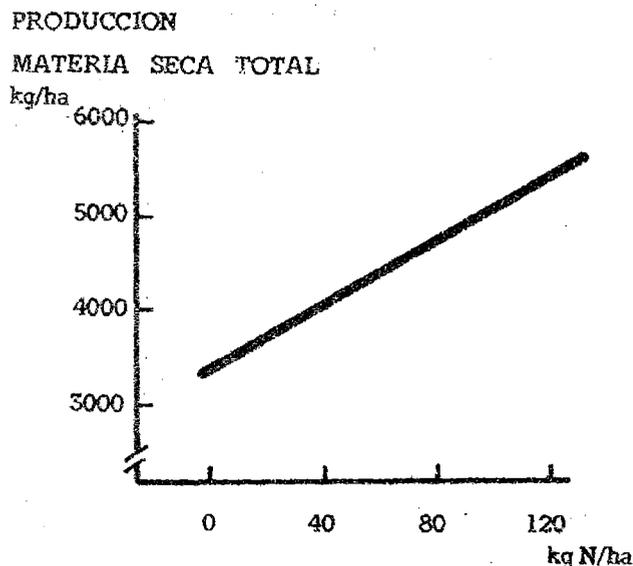


Figura 2: Producción materia seca total de trigo (promedio de los dos métodos de siembra) para las diferentes dosis de N.

En relación a este comportamiento del trigo frente al agregado de nitrógeno, existen dos aspectos a resaltar. En primer lugar los bajos rendimientos en grano obtenidos, y en segundo término la ausencia de efectos depresivos sobre dichos rendimientos que normalmente se obtienen con altas dosis de nitrógeno como las que se alcanzaron en este experimento. Es muy probable que la principal razón de este comportamiento del trigo, la constituyan las características climá-

ticas del año en que se desarrolló dicho cultivo. En efecto, las abundantes precipitaciones ocurridas durante los meses de otoño y principios de invierno (Figura 3), impidieron una adecuada preparación del suelo en que se instaló el experimento. Como consecuencia, es muy probable que en dicho suelo, haya existido una escasa mineralización del nitrógeno orgánico. Por otro lado, las bajas cantidades de nitrógeno inorgánico que puedan haberse acumulado como consecuencia de dicha mineralización, posiblemente se hayan perdido por lixiviación.

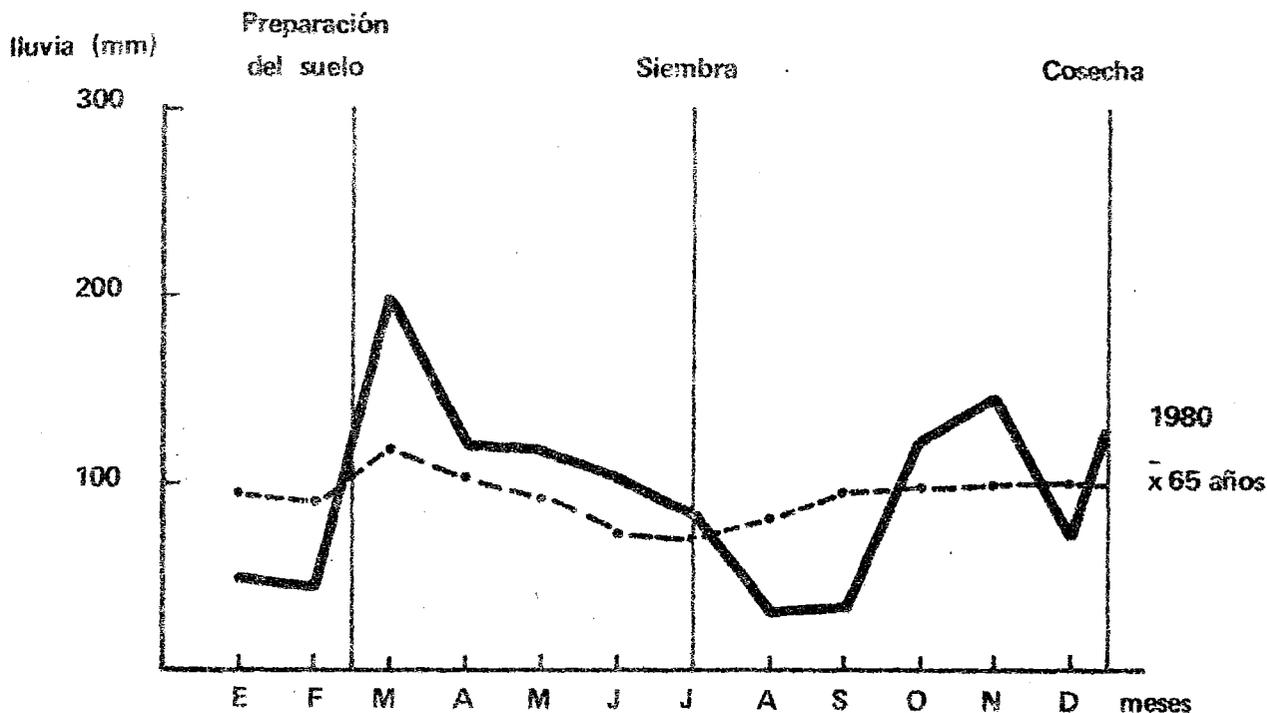


Figura 3: Régimen de lluvias durante el ciclo de crecimiento del trigo.

De esta manera, es muy probable que la nutrición nitrogenada de los cultivos sembrados, en sus primeras etapas de desarrollo, haya dependido casi exclusivamente del nitrógeno agregado en el fertilizante, lo que contribuiría a explicar la respuesta del trigo al agregado de este nutriente hasta dosis muy altas.

Sin embargo es importante señalar, que los niveles de producción de materia seca de trigo, permiten realizar una adecuada evaluación de la competencia que este cultivo ejerció sobre las especies forrajeras que se sembraron asociadas.

B. Efecto del Método de Siembra y la Fertilización Nitrogenada sobre la Producción de las Pasturas.

El primer corte de pasturas se realizó pocos días antes de la cosecha del trigo, de manera de evaluar la producción de la pradera durante el ciclo de crecimiento de dicho cultivo.

Los resultados de este corte revelaron un efecto significativo del método de siembra (S), de la fertilización nitrogenada (N) y de la interacción (N x S) sobre la producción de festuca. De esta manera, como se aprecia en la Figura 4, la festuca sembrada asociada con trigo presentó una respuesta al N muy inferior a la obtenida en la siembra no asociada. Esta respuesta diferencial de la festuca puede ser explicada fundamentalmente a través de la competencia ejercida por el trigo en la siembra asociada. Es muy probable que durante este período, el factor más limitante para el desarrollo normal de la festuca, haya sido la falta de luz causada por el desarrollo alcanzado por el trigo. En efecto, el lento desarrollo inicial que normalmente presenta la festuca, posiblemente se haya acentuado aún más por la coexistencia con un cultivo anual como trigo, de rápido crecimiento inicial y gran capacidad de sombreado. Por otro lado, si bien podría expresarse un efecto positivo del N sobre el desarrollo inicial de la festuca, el sombreado provocado por el trigo fue mayor aún en las parcelas fertilizadas como muestra la Figura 5.

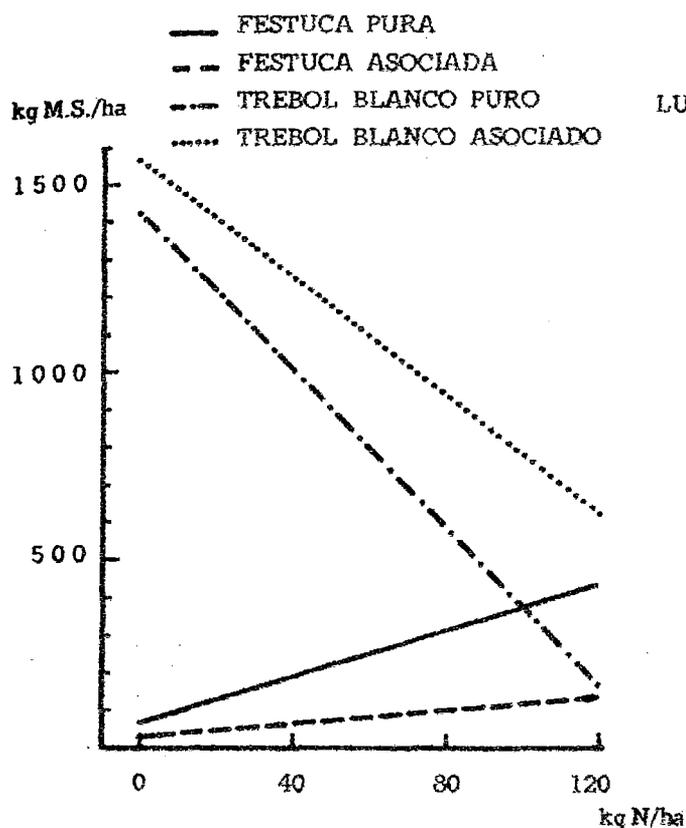


Figura 4: Producción de pasturas en el Primer Corte para las diferentes dosis de N.

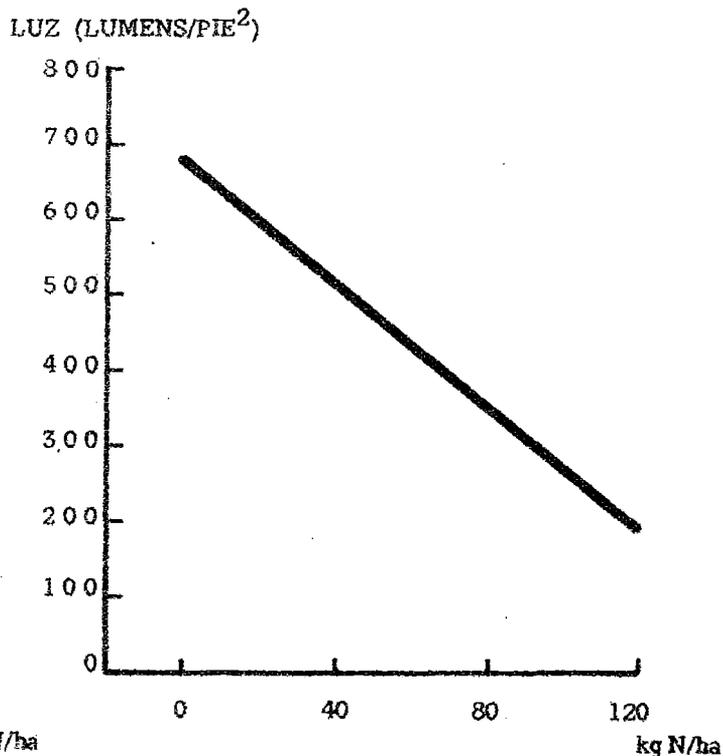


Figura 5: Intercepción de luz medida a 5 centímetros del suelo en función del nivel de fertilización nitrogenada, en parcelas de siembras asociadas.

Para el caso del trébol blanco, tanto la asociación con trigo como la fertilización nitrogenada produjeron efectos depresivos sobre su rendimiento (Figura 4). En la siembra asociada, la disminución del rendimiento de esta leguminosa, puede explicarse fundamentalmente a través de un efecto indirecto del nitrógeno que como ya fue comentado incrementó el efecto depresor del sombreado ocasionado por el trigo.

En la siembra no asociada la fertilización nitrogenada también afectó, aunque menos marcadamente, la producción del trébol blanco, lo que conduciría a pensar en la existencia de un efecto negativo directo del N sobre esta leguminosa, dado que en ese caso no existió la competencia por luz del cultivo. Sin embargo la importante población de raigrás (*Lolium multiflorum*, Lam.) presente en las siembras puras, que aumentaba al aumentar la dosis de fertilizante y que alcanzó valores de 2000 kg de M.S./há, permite suponer que también en este caso, pudo haber existido un efecto indirecto similar al del trigo.

En este experimento, no se realizaron evaluaciones de número o peso de nódulos, por lo que no puede descartarse la incidencia de un efecto directo del N sobre la producción de esta leguminosa.

El segundo corte de pasturas, realizado en mayo, evalúa la producción de la pradera durante el verano y primera mitad del otoño siguientes a la cosecha del trigo. Los resultados de dicho corte revelaron una respuesta lineal y positiva (significativa al nivel de 5 o/o de probabilidad) de la festuca en ambos métodos de siembra, al agregado de nitrógeno.

Se realizó entonces un análisis estadístico para estudiar la diferencia entre los coeficientes de regresión de las funciones de respuesta a la fertilización de la festuca sembrada asociada y de la que se sembró no asociada (15).

De este análisis se concluyó que la respuesta al N no difirió en forma significativa ($P < 0.10$) para los dos tipos de siembra, y que en cambio la producción media de la festuca que se sembró no asociada fue mayor ($P < 0.05$) que la correspondiente a la sembrada asociada al trigo (Figura 6). Estos resultados estarían demostrando que al cosecharse el trigo y eliminarse las principales limitantes para la producción de la pastura asociada, que eran los problemas ocasionados por el som-

breado, la festuca asociada comenzó a mostrar una clara respuesta al N, que fue igual a la que presentó la festuca sembrada pura. Sin embargo, los efectos depresivos causados por el trigo permanecieron durante el verano y otoño siguientes a la cosecha del cultivo, por lo que la producción de la festuca asociada en cada nivel de fertilización, fue significativamente menor que la de festuca pura.

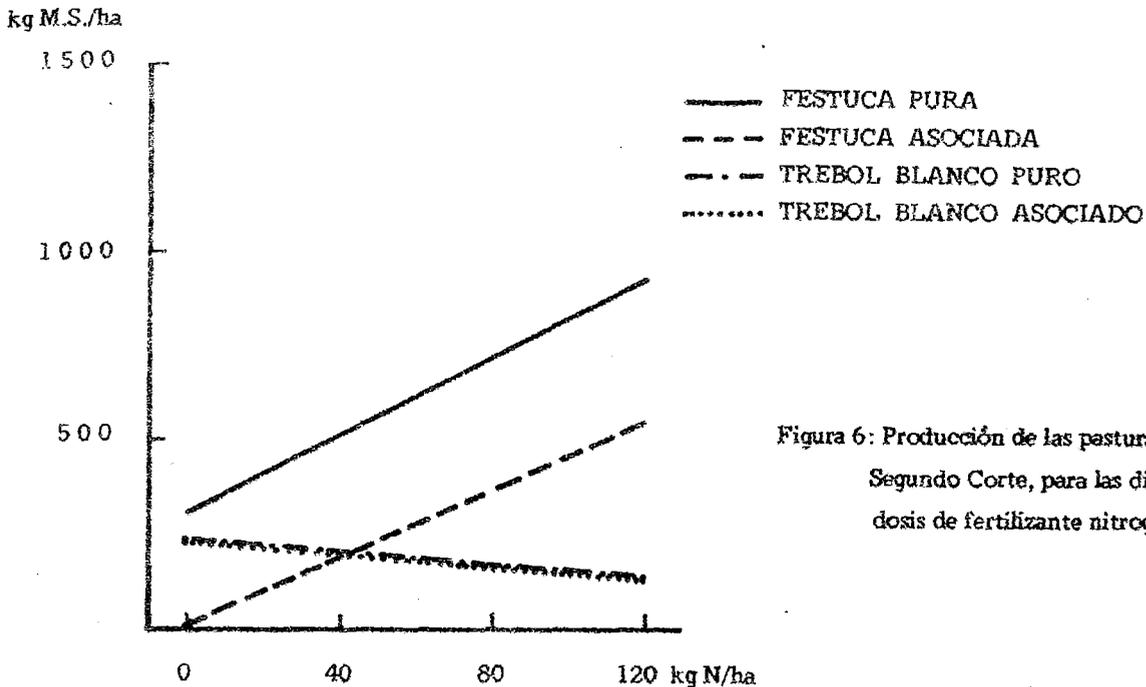


Figura 6: Producción de las pasturas en el Segundo Corte, para las diferentes dosis de fertilizante nitrogenado.

Como era de esperar, en el período de crecimiento evaluado por el segundo corte (verano y principios de otoño), el trébol blanco presentó bajos niveles de producción de materia seca. Es muy probable que esto haya contribuido a determinar la ausencia de diferencias en dicho período en la producción del trébol blanco para los dos tipos de siembra.

En cambio, persistió el efecto negativo de la fertilización nitrogenada que ya se había observado en el primer corte, aunque la magnitud de dicho efecto fue considerablemente menor, debido seguramente a los bajos niveles de producción que alcanzó esta leguminosa (Figura 6).

Los cortes realizados entre mediados de mayo y principios de octubre, fueron analizados en forma conjunta y evalúan fundamentalmente los rendimientos de las pasturas en el invierno del segundo año de producción.

El comportamiento de la festuca en este período de crecimiento fue similar al que presentó en el verano y principios de otoño. En primer lugar persistió el efecto negativo producido por la siembra asociada con trigo, sobre la producción de esta gramínea.

De esta manera, la producción de festuca sembrada pura, fue un 40 o/o superior a la sembrada en asociación con trigo.

En segundo lugar, existió una importante respuesta a la fertilización nitrogenada ($P < 0.05$), que fue muy similar para los dos métodos de siembra, hecho que también coincide con lo observado en la producción estival de la festuca. Es decir entonces, que los efectos negativos observados en el verano, y que ya fueron comentados, persistieron en el invierno del segundo año de producción (Figura 7).

En la Figura 7, se puede apreciar que el método de siembra también afectó el comportamiento del trébol blanco. Sin embargo, dicho efecto no alcanzó a ser estadísticamente significativo debido al alto coeficiente de variación que presentaron los datos (31 o/o). Por otro lado, persistió el efecto negativo ($P < 0.05$) de la fertilización nitrogenada sobre la producción de esta leguminosa. En este sentido, si se observan las curvas de rendimiento de materia seca de trébol blanco y festuca sembradas puras, se comprueba la existencia de una simetría prácticamente perfecta entre ambas.

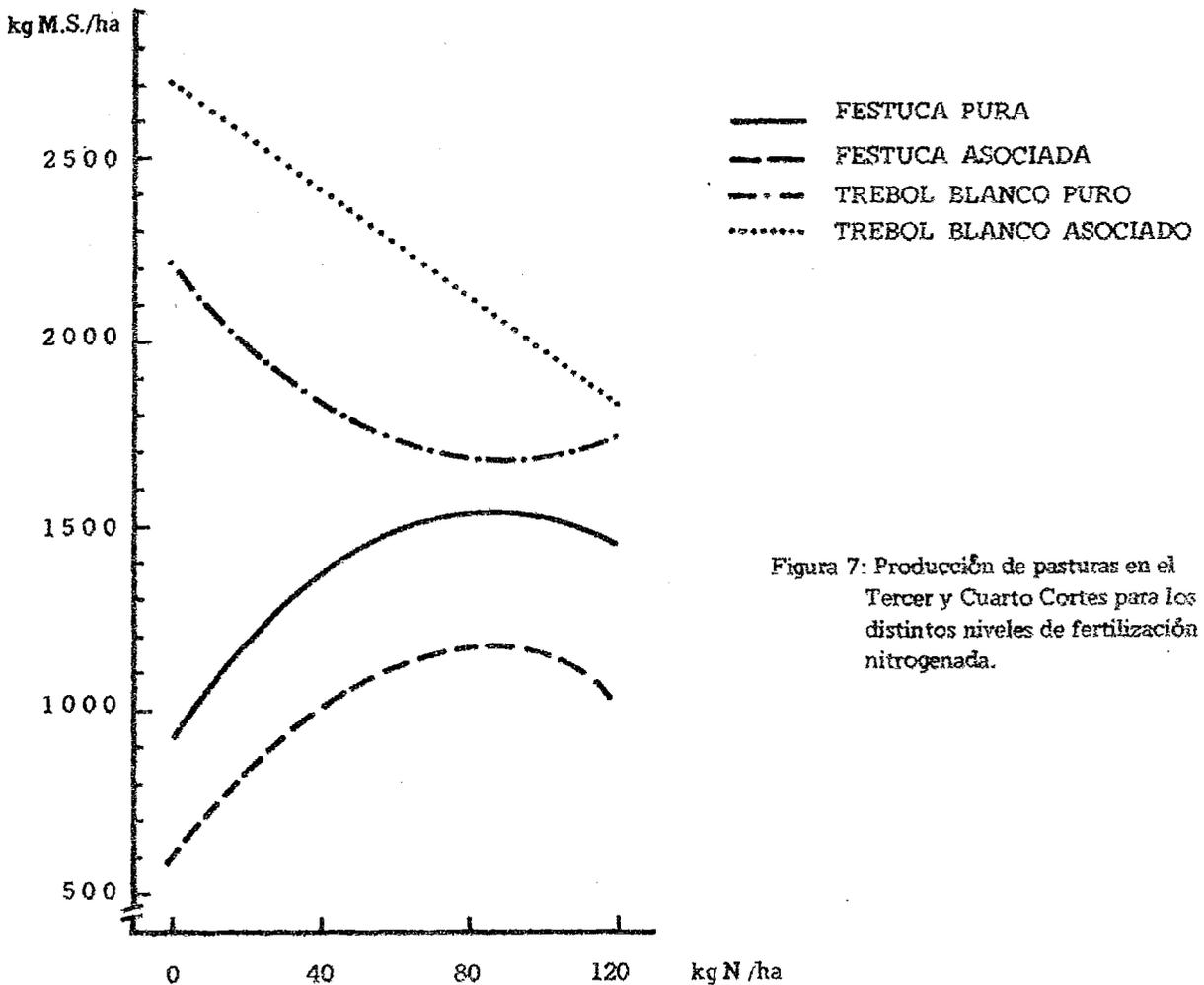


Figura 7: Producción de pasturas en el Tercer y Cuarto Cortes para los distintos niveles de fertilización nitrogenada.

Esto conduce a pensar, que el efecto negativo de la fertilización nitrogenada sobre trébol blanco, en este experimento, pudo ser causado fundamentalmente en forma indirecta, a través de una mayor competencia ejercida por la festuca que presentó una clara respuesta al nitrógeno.

Estos efectos del método de siembra y la fertilización nitrogenada sobre las pasturas hicieron que la composición botánica de las mismas fuera diferente en las distintas situaciones. En la Figura 8, se observa el porcentaje de festuca y trébol blanco, en el invierno del segundo año para los dos tipos de siembra y para los diferentes niveles de fertilización nitrogenada. En dicha figura se puede comprobar que para los dos métodos de siembra existe un importante incremento relativo de la festuca al aumentar los niveles de nitrógeno, aunque el porcentaje de esta gramínea en la siembra asociada es siempre menor que el de la siembra pura.

Finalmente, al estudiar la producción total de las pasturas en el período evaluado, se puede concluir que el rendimiento en materia seca del trébol blanco no fue afectado por el método de siembra (Figura 9). Por otro lado esta leguminosa presentó una clara respuesta negativa al agregado de nitrógeno. Algunas evidencias que ya fueron comentadas, estarán indicando que ese efecto negativo del N sobre la producción de trébol blanco sería principalmente consecuencia de una mayor competencia causada por la festuca.

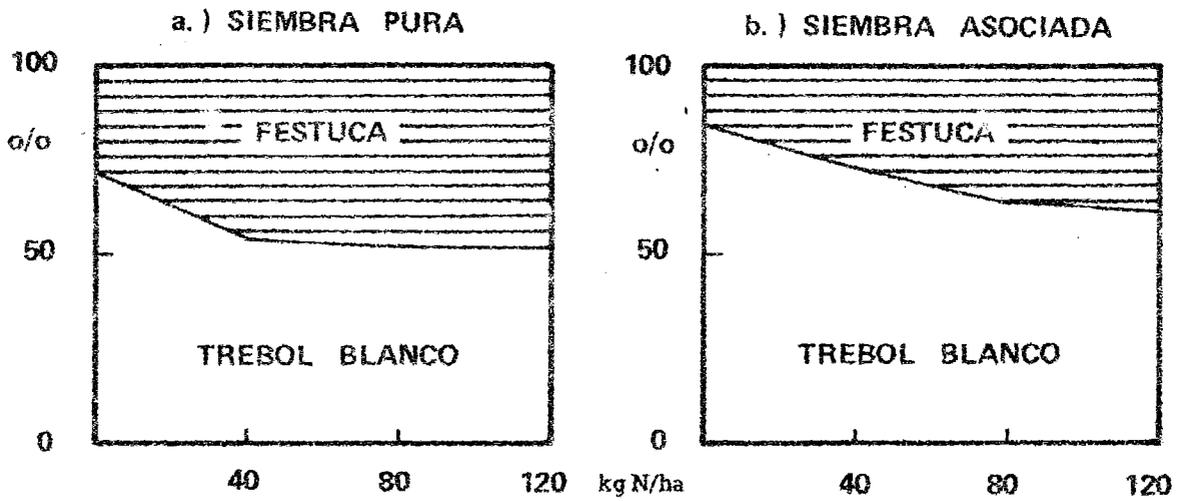


Figura 8: Efecto del método de siembra y la fertilización nitrogenada sobre la composición botánica de las pasturas en el invierno del segundo año de producción.

Por otra parte el comportamiento de esta gramínea fue considerablemente diferente. En primer lugar existió un claro efecto ($P < 0.05$) del método de siembra: la producción de la festuca sembrada pura fue en promedio un 64 o/o superior a la de la festuca asociada con trigo. En segundo lugar es importante señalar que a pesar de la clara respuesta que presentó esta gramínea a la fertilización nitrogenada, ésto no contribuyó en forma importante a disminuir los efectos depresivos de la siembra asociada.

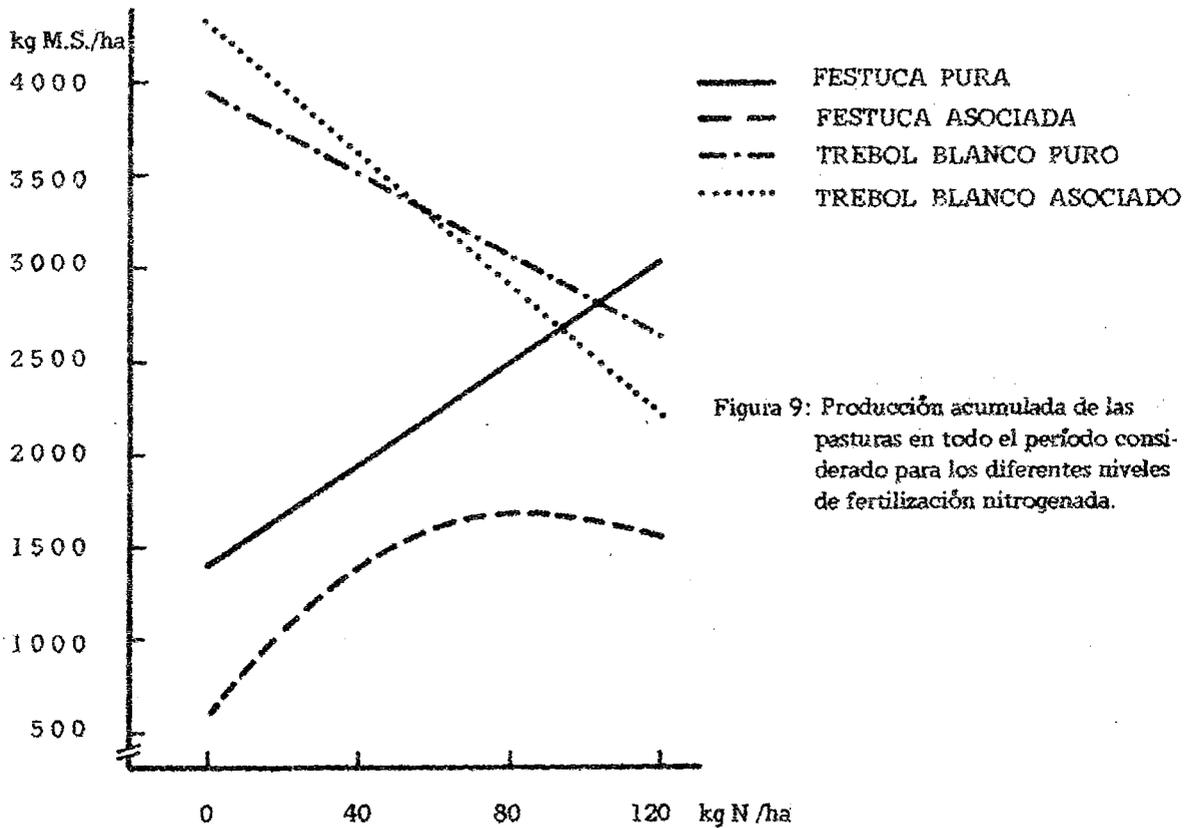


Figura 9: Producción acumulada de las pasturas en todo el período considerado para los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

IV. CONCLUSIONES.

- La producción de trigo no se vió afectada en forma importante por la siembra conjunta con la pastura, aunque los rendimientos de dicho cultivo en la siembra asociada fueron menores a los obtenidos en la siembra no asociada para todos los niveles de fertilización.
- La festuca sembrada asociada, presentó una menor respuesta al N que la sembrada pura, durante el ciclo de crecimiento del trigo acompañante. En el verano, otoño e invierno posteriores a la cosecha del cultivo, la respuesta de la festuca a la fertilización nitrogenada fue similar para ambos métodos de siembra, pero los rendimientos obtenidos en la siembra asociada en cada nivel de fertilización fueron siempre menores que los de la festuca sembrada pura.
- La fertilización nitrogenada, y la siembra conjunta con el trigo afectaron negativamente la producción de trébol blanco, durante el ciclo de crecimiento del cultivo acompañante. En las etapas posteriores persistió el efecto depresivo de la fertilización nitrogenada, y se volvió menos importante el efecto del método de siembra.
- Existen algunas evidencias, que estarían indicando que el efecto negativo de la fertilización nitrogenada sobre la producción del trébol blanco en el invierno posterior a la cosecha del trigo estaría determinado por la mayor competencia ejercida por la festuca a mayores niveles de nitrógeno. Sin embargo, no puede destacarse un posible efecto directo negativo del fertilizante sobre la producción de esta leguminosa.
- Considerando la producción total de las pasturas, se comprobó un efecto depresivo permanente de la siembra asociada sobre los rendimientos de festuca. Por otro lado, y a pesar de la importante respuesta a N que presentó esta gramínea en ambos métodos de siembra, la fertilización no contribuyó a disminuir los efectos depresivos de la siembra asociada.
- Finalmente el método de siembra no afectó la producción total del trébol blanco, existiendo en cambio un claro efecto negativo de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos en materia seca de dicha leguminosa.

V. BIBLIOGRAFIA.

1. BAWOLSKI, S. Influence of the light intensity on the growth and development of some species of forage legumes; influence to day light under field conditions. *Pamiętnik Pulawski* no. 56:75-114. 1973. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 45(7):2386. 1975).
2. BLACK, J.M. The influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. *Herbage Abstracts* 27(2):89-98. 1957.
3. CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur, 1977. 464 p.
4. CHAMBLEE, D.S. et al. The influence of nitrogen fertilization and management on the yield botanical composition and nitrogen content of a permanent pasture. *Agronomy Journal* 45 (4): 158-164. 1953.
5. CHARLES, A.H. Herbage production in Great Britain from leys in the year of sowing. *Herbage Abstracts* 31(1):1-6. 1961.
6. ————. Effects of method of establishment of Tall Fescue and Italian Ryegrass mixtures in the following year. *Journal of the British Grassland Society* 22(4): 245-251. 1967.
7. ————. Establishment studies. IV. The effect on Spring Oats of undersowing with long-term ley mixture. *The Journal of Agricultural Science* 54 (2): 179-187. 1960.
8. ————. Interaction of grass, clover and nurse crop in the seeding year. *Journal of the British Grassland Society*. 20 (4): 241-247. 1965.
9. COOPER, C.S. Response of Birdfoots trefoil and Alfalfa to various levels of shade. *Crop Science* 6 (1): 63-66. 1966.
10. COWLING, D.W. The effect of white clover and nitrogenous fertilizer on the production of a sward. Total annual production. *Journal of the British Grassland Society* 16 (4): 281-290. 1961.
11. DIAZ, R. Siembras asociadas y su rol en rotaciones. Colonia, Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea no. 19. 1980.
12. GIST, G.R. and MOTT, G.O. Some effects of light intensity, temperature and soil moisture on the growth of alfalfa, red clover and birdfoots trefoil seedlings. *Agronomy Journal* 49 (1): 33-36. 1957.

13. KLEBESADEL, L.J. and SMITH, D. Light and soil moisture beneath several companion crops as related to the establishment of alfalfa and red trefoil. *Botanical Gazette* 121 (1): 39-46. 1951.
14. LINEHAN, P.A. and LOWE, J. Yielding capacity and grass clover ratio of herbage swards as influenced by fertilizer treatments. In *International Grassland Congress, 8th., Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1960.* pp.133-137.
15. MATHER, KENNETH. STATISTICAL ANALYSIS IN BIOLOGY. 102-109. Science Paper Ed. 1972.
16. McAULIFFE, C. et al. Influence of inorganic nitrogen on nitrogen fixation by legumes as revealed by N^{15} *Agronomy Journal* 50 (10): 334-337. 1958.
17. MOORE, K.F. The role of light intensity in the failure of meadow crops seeded in small grains. *Dissertation Abstracts* 18 (3): 747. 1958. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 29(1):36. 1959).
18. MORRISON, J. Effects of cover crop and sowing dates on grass clover swards in the Kenya Highlands. *East African Agricultural Journal* 32(1): 25-30. 1966. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 37 (2): 547. 1967).
19. PETERS, R.A. Legume establishment as related to the presence or absence of an Oat companion crop. *Agronomy Journal* 53(3): 195-198. 1961.
20. PUCKRIDGE, D.W. and DONALD, C.M. Competition among wheat plants sown at a wide range of densities. *Australian Journal of Agricultural Research* 18(2): 193-211. 1967.
21. SANTHIRASEGARAN, K. and BLACK, J.N. Agronomic practices aimed at reducing competition between cover crops and undersown pasture. *Herbage Abstracts* 35(4): 221-225. 1965.
22. ----- and ----- . Competition between wheat and undersown pasture in the year of sowing and the effect of undersowing on the yield of pasture in the following year. *Journal of the British Grassland Society* 22(4): 239-244. 1967.
23. STEEL, R.G. and TORRIE, J.H. PRINCIPLES AND PROCEDURES OF STATISTICS. New York. McGraw-Hill. 1960.
24. SYMONDS, R. Proyecto regional en la zona del Litoral. In *Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Pasturas II. La Estanzuela, pp. 88-90. 1973.*
25. USDA SOIL SURVEY STAFF. SOIL CLASSIFICATION. A.- Comprehensive System. 7th. Aproximation. SCS. Washington. 1960.

SERVICIO DE INFORMACION