

CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LOTUS MAKU¹

Milton Carábula*
Raúl Bermúdez*
Walter Ayala**

ADAPTACIÓN

Lotus pedunculatus cv Maku es una leguminosa perenne que ha demostrado adaptarse con éxito a las condiciones ecológicas del país. Las observaciones y estudios realizados en diferentes estaciones y sitios experimentales de INIA han mostrado su muy buen comportamiento con una elevada capacidad productiva anual y una aceptable producción invernal en años con condiciones climáticas promedio.

Lotus Maku se presenta como una leguminosa muy apta para concretar mejoramientos de campo nativo en las regiones de ganadería extensiva del país, donde ofrece una contribución viable en la búsqueda de soluciones para resolver la problemática forrajera nacional.

Ello se debería en gran parte a su reconocida capacidad para prosperar en suelos ácidos y con niveles naturales bajos de fósforo, situación muy característica de las regiones de ganadería extensiva del Uruguay.

Asimismo, esta forrajera presenta una muy buena habilidad colonizadora del tapiz y estabilizadora de suelos, como consecuencia de un sistema subterráneo extenso compuesto por una corona prima-

ria central y una raíz pivotante a las que se agrega, muy especialmente, una importante red de rizomas, estolones y raíces fibrosas. De esta forma se integra a la vegetación nativa sin dificultades ofreciendo a la vez características muy destacables de rusticidad y persistencia.

REQUERIMIENTOS DE HUMEDAD

Para su germinación requiere como todas las leguminosas condiciones de humedad prolongada y temperaturas benignas lo cual le permite alcanzar poblaciones adecuadas que aseguren el éxito de la implantación. La ocurrencia de bajos tenores de humedad y bajas temperaturas afectan el crecimiento de sus plántulas, que como en la mayoría de las leguminosas utilizadas en el país se presentan con un crecimiento inicial lento y débil.

El Lotus Maku crece y se desarrolla en forma satisfactoria cuando las condiciones de humedad del suelo no son limitantes. Si bien es cierto que se adapta muy bien a suelos de drenaje pobre, es sensible a déficits hídricos marcados, presentando no obstante una buena capacidad de recuperación luego de ocurridos los mismos.

* Ing. Agr., M. Sc., Programa Pasturas

** Ing. Agr., Programa Pasturas

¹ Trabajo financiado parcialmente por el convenio Banco Mundial - Plan Agropecuario

Al respecto, después de registrarse períodos de sequía, muestra una reposición de la masa aérea más rápida que el trébol blanco, indicando la capacidad superior de las rizomatosas sobre las estoloníferas, frente a ciertas adversidades climáticas.

Normalmente, durante las sequías Maku persiste gracias a su amplia red de raíces y rizomas pero llega a ofrecer una escasa o nula oferta de forraje según la intensidad del déficit hídrico.

ORIGEN Y EVALUACIÓN

Los estudios para el desarrollo de un cultivar de *Lotus pedunculatus* fueron iniciados en Nueva Zelandia en 1951. Estos comprendieron trabajos de cruzamiento efectuados entre ecotipos naturalizados en dicho país e introducciones de Portugal, que presentaban muy buen crecimiento invernal. El siguiente paso fue lograr con este material tetraploides inducidos con

colchicina, con la finalidad de lograr mayor tamaño de semilla y mejor vigor de plántula. Como consecuencia de dichos trabajos en 1975 fue liberado el cv Maku. Además de ese cultivar en Nueva Zelandia han desarrollado los cultivares diploides Sharnae y Sunrise, este último de muy buen comportamiento a escala experimental en el país.

En Uruguay Lotus Maku ha presentado siempre un comportamiento muy destacable al ser evaluado en comparación con un importante rango de especies y cultivares.

En el Cuadro 1 se presenta la información registrada en dos sitios contrastantes de la Región Este, sierras y lomadas, donde se puede apreciar el muy buen comportamiento de este cultivar frente a cultivares de especies de reconocida capacidad productiva.

Cuadro 1 - Aporte relativo (porcentaje) de diferentes leguminosas en mejoramientos extensivos sobre dos suelos contrastantes de la Región Este (total acumulado 1992-94).

Especies	Sierras	Lomadas
<i>Lotus pedunculatus</i> Maku	100 a	100 a
<i>Lotus corniculatus</i> San Gabriel	--	88 b
<i>Lotus corniculatus</i> Ganador	90 a	77 c
<i>Lotus subbiflorus</i> EEE 318	96 a	61 d
<i>Lotus subbiflorus</i> El Rincón	70 b	57 d
<i>Trifolium subterraneum</i> Woogenellup	22 c	29 e
<i>Trifolium subterraneum</i> M. Barker	8 c	5 h
<i>Trifolium subterraneum</i> Karriedale	9 c	2 h
<i>Trifolium subterraneum</i> Junne	7 c	2 h
<i>Trifolium subterraneum</i> Larissa	11 c	1 f
<i>Trifolium repens</i> Zapicán	6 c	22 f
<i>Trifolium repens</i> Bayucúa	5 c	14 g
Rendimiento (kg/ha MS) 100=	7023	11105
Coeficiente de Variación (%)	27.8	14.4
Coeficiente determinación (R ²)	0.96	0.98
Medias c/distinta letra difieren significativamente LSD (P<0.05)		

El citado cuadro muestra el aporte relativo en porcentaje de diferentes leguminosas en un período de tres años destacándose en ambos ambientes y en su conjunto el género *Lotus* y dentro de éste *Lotus pedunculatus* cv. Maku.

Esta leguminosa ha presentado la más amplia adaptación en distintos experimentos sembrados en las regiones Este y Centro lo que permite prever su exitosa contribución de forraje en una variada gama de situaciones ecológicas, permitiendo dinamizar la productividad en las áreas de ganadería extensiva del país.

Así mismo, presenta una excelente persistencia tendiendo a colonizar continuamente nuevos espacios y siendo muchas veces dominante sobre la pastura natural.

Luego de varios años, cuando muchas especies presentan reducciones marcadas en sus poblaciones de plantas, Maku se destaca por su densidad, lozanía y vigor.

Un trabajo realizado en la Unidad Experimental de Palo a Pique permitió realizar el estudio comparativo de tres cultivares del género *Lotus* de reconocida adaptación al país (San Gabriel, Maku y Rincón).

A tales efectos se efectuaron a lo largo del año determinaciones de disponibilidad de forraje de las mismas bajo condiciones de pastoreo. Las especies habían sido implantadas en parcelones de 20x20 m dentro de un mejoramiento extensivo de lotus San Gabriel y trébol blanco Zapicán y fueron manejadas conjuntamente con este último

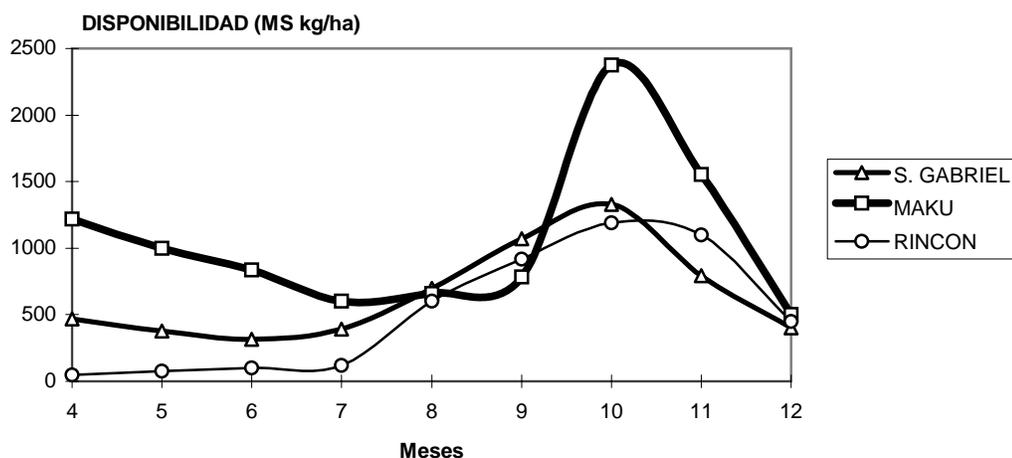


Figura 1 - Disponibilidad de tres materiales de lotus evaluados en condiciones de pastoreo en una pastura de tercer año (Palo a Pique, 1995).

La Figura 1 muestra el comportamiento de estas especies-cultivares al tercer año de su siembra. En ella debe destacarse la mayor disponibilidad otoño-invernal de lotus Maku y la baja entrega de forraje de lotus Rincón en dicha época. Si bien a fines de invierno-principios de primavera los tres lotus mostraron una disponibilidad muy similar, en plena primavera lotus Ma-

ku aventajó claramente a lotus Rincón y lotus San Gabriel, demostrando su buena capacidad productiva a lo largo del año.

Estudios realizados bajo condiciones de pastoreo, en los parcelones citados anteriormente, han permitido también efectuar observaciones sobre los porcentajes de utilización de distintos lotus.

Los mismos se basan en determinaciones de forraje disponible y su correspondiente remanente efectuados en el correr de dos años y en un total de 19 pastoreos.

El rango de las cifras registradas muestra en general valores normales bajo las condiciones del país y si bien no se efectuaron análisis de significancia se puede destacar la existencia de una tendencia a un mejor comportamiento por parte del lotus Maku (Cuadro 2).

Cuadro 2 - Porcentajes de utilización de distintos lotus. Promedios de dos años.

Especie	Cultivar	Utilización (%)
<i>Lotus pedunculatus</i>	Maku	52.5
	Sunrise	47.3
<i>Lotus corniculatus</i>	San Gabriel	46.1
	Ganador	42.9
<i>Lotus subbiflorus</i>	El Rincón	42.9
	EEE 318	36.1

NECESIDADES DE FÓSFORO Y DE INOCULANTE

Si bien esta leguminosa es más eficiente que el trébol blanco para utilizar el fósforo disponible del suelo, de todas maneras necesita de la fertilización fosfatada, aunque más no sea en dosis bajas, para alcanzar una buena implantación, nodulación y productividad. Bajo dosis bajas de fertilizante fosfatado lotus Maku resulta más productivo que el trébol blanco. No obstante, se debe comprender que su persistencia productiva dependerá del mantenimiento de refertilizaciones bien programadas.

Dadas las condiciones de muchos suelos del país con carencia aguda de fósforo esta forrajera resulta de especial interés dada su notable capacidad para prosperar bajo dosis bajas de este nutriente, aspecto que adquiere particular relevancia en las principales regiones de ganadería extensiva de Uruguay.

Utilizando el inoculante específico el proceso de nodulación se cumple exitosamente. La adaptación de dichos rizobios a las condiciones ecológicas del país es destacable soportando sin dificultades condiciones de baja fertilidad, elevada acidez y/o altas concentraciones de aluminio en el suelo.

Con referencia a su capacidad dadora de nitrógeno se trata de una leguminosa de alta eficiencia con un comportamiento muy similar al trébol blanco, siendo capaz de fijar más nitrógeno que dicho trébol bajo las condiciones expuestas anteriormente.

**CONTENIDO DE TANINOS
CONDENSADOS**

Los taninos condensados constituyen componentes normales de todas las especies del género *Lotus*. La presencia de estas sustancias en los tejidos de dichas leguminosas ofrece ventajas muy importantes, teniendo en cuenta que las mismas protegen a las proteínas solubles durante la digestión ruminal e inhiben la producción de espuma estable que provoca el meteorismo. Durante la digestión uno de sus principales efectos consiste en una reducción muy importante de la degradación de la proteína ruminal y un aumento considerable de la absorción de aminoácidos.

A pesar de que la presencia de taninos condensados resulta ser sumamente beneficiosa, cuando el contenido de los mismos es elevado su contribución es perjudicial debiéndose destacar entre estos efectos la depresión en la digestión de los hidratos de carbono, en especial en el rumen, y la disminución en el consumo voluntario por problemas de palatabilidad.

De acuerdo con la información disponible se debe destacar que la cantidad de taninos condensados presentes en un forraje no debería superar al 5% o lo que es lo mismo 50 gramos por kilo de materia seca.

Si bien en *Lotus Maku* el contenido de taninos condensados es aceptable aunque superior al de *Lotus corniculatus*, bajo condiciones muy sensibles de estrés tales como elevada acidez, baja humedad, baja fertilidad y bajas temperaturas pueden registrarse en esta leguminosa cantidades superiores de los mismos, lo que podría

traer aparejado los inconvenientes citados precedentemente.

VALOR NUTRITIVO

Los análisis de valor nutritivo correspondientes a las diferentes especies del género *Lotus* sembrados en Uruguay se presentan en el Cuadro 3. En el mismo se observan diferencias destacables acerca de su valor nutritivo, debiéndose puntualizar que a pesar de que *Lotus Maku* presenta un contenido elevado de proteína cruda, el porcentaje de digestibilidad de la materia orgánica resulta bajo; comportamiento que es presentado por la mayoría de las especies que poseen en sus tejidos cantidades apreciables de taninos condensados.

Ello se debe a que la metodología estándar aplicada para efectuar los análisis de digestibilidad "in vitro" sólo permite determinar la misma a nivel ruminal. En *Lotus Maku*, con niveles importantes de proteínas protegidas por los taninos, la digestión post-ruminal adquiere gran relevancia al producirse procesos nutricionales de compensación y por lo tanto la información sobre calidad basada solamente en la digestión "in vitro" es incompleta.

Es muy probable que en las especies con baja digestibilidad ruminal, exista una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno consumido por el animal, asociado esto al efecto protector ejercido por los taninos condensados sobre las proteínas y en particular sobre los aminoácidos esenciales.

Este comportamiento permitiría incrementar en forma muy considerable el valor nutritivo de todas las especies del género *Lotus* y en particular el de *Lotus Maku*.

Cuadro 3 - Valor nutritivo de coberturas efectuadas con distintas especies del género *Lotus* según análisis realizados en La Estanzuela sobre muestras de forraje acumulado de abril a setiembre (%).

	Digestibilidad	Proteína Cruda	Fibra Detergente ácida	% Leguminosa en la muestra
<i>Lotus corniculatus</i> cv. Ganador	58,2	13,7	33,5	90,5
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	48,9	22,6	32,3	94,9
<i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón	57,5	20,0	27,2	92,4
<i>Lotus tenuis</i>	59,2	13,3	31,9	37,1
<i>Trifolium repens</i> cv. Zapicán	65,6	17,3	35,2	85,4

Datos recogidos en un experimento de engorde de corderos realizado por Ulyatt en Nueva Zelanda, comparando diferentes especies de leguminosas, muestran los valores relativos de las mismas en ganancias diarias de los animales (Cuadro 4).

En dicho cuadro se observa la superioridad del trébol blanco y a su vez el muy destacable comportamiento del lotus Maku superando a leguminosas de reconocido valor nutritivo como alfalfa y trébol rojo.

Esta información destaca la alta calidad de este cultivar y por lo tanto enfatiza la importancia que puede ocupar el mismo, para elevar en los sistemas extensivos de producción el valor nutritivo del campo natural, dominado por especies estivales

de baja calidad. Ello determina, sin lugar a dudas, una mejora en los niveles de productividad de la ganadería extensiva.

ESTABLECIMIENTO

La siembra debe realizarse sobre suelos tibios y húmedos, condiciones éstas que se logran temprano en el otoño luego de lluvias eficientes, cuando las temperaturas son medias y se asegura un buen balance entre la humedad presente, como consecuencia de lluvias, rocíos y neblinas, y el proceso de evapotranspiración. Estas condiciones favorecerán una rápida germinación, una penetración inmediata de la radícula en el suelo y la concreción de un proceso acelerado de implantación. Esto último debe lograrse mediante la inoculación de las semillas con el rizobio específico de la especie.

Cuadro 4 - Ganancias de peso de corderos logradas sobre diferentes especies forrajeras, según Ulyatt (100= 250 g/d)

Especies	Valores relativos (%)
Trébol blanco	100
Lotus Maku	88
Alfalfa	76
Trébol rojo	76
Raigrás perenne	50

Las técnicas de instalación pueden comprender siembras en cobertura sobre tapiz debilitado, siembras en cobertura sobre tapiz parcialmente destruido o interseiembras en el tapiz con máquinas específicas.

Si bien la opción por uno u otro método dependerá de las características del tapiz y de la maquinaria disponible, en todos los casos se debería prestar especial atención a las condiciones en que se realiza la siembra. De esta manera cuanto más entramado y denso sea el tapiz natural, menor sea la cantidad de fósforo a aplicar y más baja la densidad de siembra a utilizar, más eficientes deberán ser los métodos de acondicionamiento del campo natural y de siembra a ser utilizados.

Siempre se debe tener en cuenta que lotus Maku es una forrajera de lento establecimiento por lo que en todas las situaciones se buscará apoyar favorablemente un crecimiento rápido de las plántulas y una implantación sin dificultades particularmente en suelos secos.

Si bien es cierto que la densidad de siembra depende de las condiciones del tapiz y de la dosis de fertilizante fosfatado a utilizar es indiscutible la necesidad de fijar poblaciones apropiadas de plantas que aseguren el éxito del mejoramiento y un aporte adecuado de forraje.

Los estudios de la Estación Experimental del Este se han dirigido básicamente hacia la búsqueda de poblaciones mínimas de plántulas, mediante distintas combinaciones de densidades de siembra y dosis iniciales de fertilización fosfatada, que permitan disminuir en forma considerable los costos de implantación de esta forrajera.

Dichos estudios muestran una relación muy estrecha entre ambas variables y demostraron que a niveles bajos de fósforo (40 kg/ha P₂O₅) la respuesta en producción de forraje a incrementos en la

densidad de siembra, por encima de 2 kg/ha de semilla fueron muy pobres. Por el contrario a niveles altos de fósforo (80 kg/ha P₂O₅) se lograron incrementos continuos de materia seca hasta la densidad de siembra más alta utilizada (4 kg/ha).

Asimismo, a densidades bajas de siembra, duplicar la dosis de fertilizante equivale a ahorrar la mitad de semilla, mientras que densidades altas de siembra deben ser siempre acompañadas por dosis altas de fertilizante fosfatado.

MECANISMOS DE REBROTE E IMPLICANCIAS EN EL MANEJO DE PASTOREO

Como en cualquier especie, el buen manejo se basa en el conocimiento de las características morfofisiológicas de su crecimiento y desarrollo.

En esta especie el rebrote se basa tanto en los tallos aéreos que nacen en las yemas axilares de los tallos remanentes del rastrojo, como en los tallos aéreos que crecen desde las yemas de la corona y de los nudos de los rizomas. Si bien estos últimos representan la mayor población dispuesta a contribuir en los rebrotes, normalmente demoran más en crecer y formar hojas que los primeros, por lo que ofrecen no sólo una menor productividad sino también una capacidad competitiva menor.

Este comportamiento determina que la velocidad del rebrote luego de un pastoreo será tanto más rápida cuanto mayor sea la población de tallos aéreos y ápices intactos capaces de promover un crecimiento activo.

No obstante, la evolución de los distintos órganos del lotus Maku presenta diferentes valores según la estación del año. Así, mientras los tallos aéreos constituyen los órganos dominantes cuando se registran los días largos de primavera y verano, los

rizomas crecen fundamentalmente al acortarse los días y disminuir las temperaturas en otoño.

Posteriormente durante el invierno y temprano en primavera se puede producir, por el efecto de las pezuñas, la fragmentación de los mismos y por consiguiente la formación de nuevas plantas contribuyendo así a la colonización del tapiz por parte de esta leguminosa.

Por consiguiente, a medida que las plantas se desarrollan los distintos órganos evolucionan de forma diferente y su conocimiento permite el buen entendimiento para fijar técnicas adecuadas de manejo de pastoreo.

De acuerdo a lo expresado anteriormente lotus Maku no debería ser arrasado con rastros menores a 2.5 cm ya que en estos casos la defoliación elimina gran parte de los tallos aéreos en desarrollo, llevando a un período de transición de lento rebrote. En estas oportunidades los rebrotes dependerán básicamente de los pequeños tallos aéreos presentes en el rastrojo.

No obstante, se debe tener en cuenta que cuando se realizan pastoreos muy aliviados, si bien estos promueven rebrotes más rápidos, es evidente que se efectuará una utilización ineficiente de la materia seca producida, la que se perderá por envejecimiento, muerte y descomposición. Dicha acumulación exagerada de forraje favorecerá además a que los puntos de crecimiento más vigorosos de los rizomas principales se transformen en rizomas secundarios y no en tallos aéreos.

Por otra parte, cuando se realicen pastoreos muy aliviados durante primavera y verano se producirá, particularmente en los mejoramientos extensivos, no sólo el endurecimiento de las gramíneas del campo natural, sino que además se incrementarán los efectos negativos de la selectividad ejercida por los animales sobre esta especie.

En consecuencia, el manejo de pastoreo deberá efectuarse de tal manera que las plantas adopten hábito postrado y presenten después de realizados los pastoreos, poblaciones mayores de tallos aéreos en crecimiento. Estas condiciones no son difíciles de conciliar ya que se trata de una forrajera de porte postrado a semipostrado y por lo tanto muchos tallos en desarrollo se encuentran fuera del peligro de ser decapitados.

Este comportamiento permite efectuar manejos relativamente bajos mediante los cuales se tratará de aprovechar al máximo el forraje producido, al mismo tiempo que las plantas deberán presentar un rastrojo activo para el rebrote. Se debe tener muy en cuenta que en lotus Maku la masa mayor de forraje se encuentra, en gran parte del año, en los estratos inferiores de la vegetación (en el rango 2.5 y 7.5 cm). y que sólo en plena primavera los tallos aéreos se alargan hacia los estratos superiores.

En la Figura 2 a y b se presentan las tasas de crecimiento diario de lotus Maku. En ella se observa que la cantidad de materia seca producida por día es afectada por el método de defoliación aplicado y por lo tanto éste ejerce efectos importantes sobre la disponibilidad de forraje.

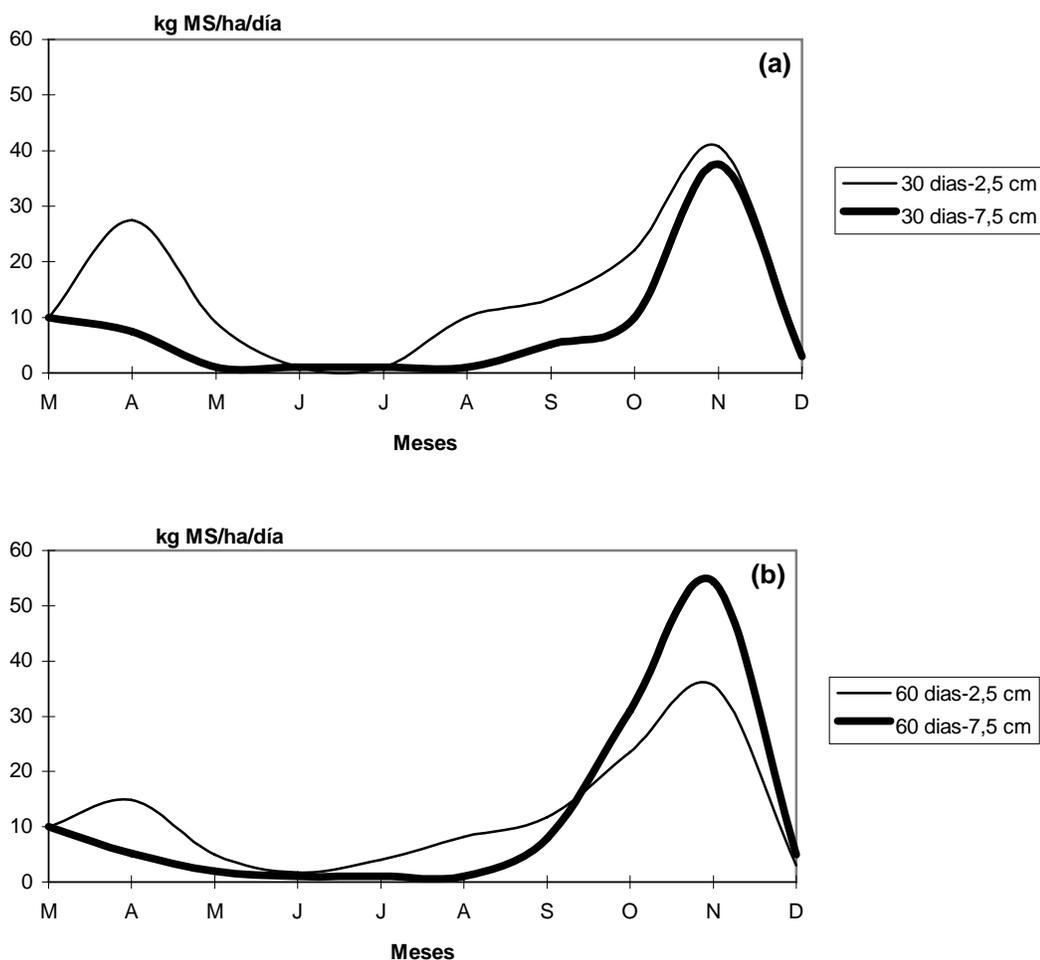


Figura 2 - Tasas de crecimiento diario de lotus Maku (1995) bajo distintas frecuencias (30 y 60 días) e intensidades de defoliación (2.5 y 7.5 cm).
a. cortes frecuentes y b. cortes controlados

Las ventajas de efectuar pastoreos relativamente intensos (2.5 cm) en las épocas por mayor demanda de forraje (otoño, invierno y principios de primavera) permite aprovechar mejor el forraje de los estratos inferiores y por lo tanto lograr una mayor disponibilidad. Esta situación se puede lograr tanto con manejos frecuentes cada 30 días como controlados cada 60 días.

Cuando el manejo se realiza controlando y dejando rastrojos altos (7.5 cm) en primavera se obtiene una mayor entrega de forraje como consecuencia de que no hay

retrasos en los rebrotes y los tallos aéreos tienen la oportunidad de elongarse en los estratos superiores de la vegetación.

El buen manejo de pastoreo no solamente debe contemplar la ubicación y condición de los puntos de crecimiento activos y el área foliar remanente, sino que también debe considerar el estado de las reservas de carbohidratos a lo largo del año.

En lotus Maku las cantidades de reservas son mayores en otoño lo que le permite

aportar el sustrato respiratorio para los órganos subterráneos y parte aérea durante la época crítica invernal. Este comportamiento indica la necesidad de evitar pastoreos muy intensos en otoño ya que estos reducen sensiblemente las reservas necesarias para producir y sobrevivir en invierno y ofrecer rebrotes tempranos en primavera.

Las cantidades menores de reservas se registran en primavera-verano época en que estas sustancias constituyen parte de los carbohidratos necesarios para promover rebrotes rápidos y eficientes.

VALOR DE LOTUS MAKU EN LOS MEJORAMIENTOS EXTENSIVOS

En síntesis y de acuerdo con la información disponible Lotus Maku se presenta como una leguminosa perenne muy apta para concretar mejoramientos de campo en las principales regiones de ganadería extensiva del país.

En este sentido, esta forrajera ofrece numerosas ventajas entre las cuales deben destacarse:

- Se integra a la vegetación nativa en forma exitosa.
- Prospera en suelos ácidos.
- Posee mecanismos eficientes de colonización y estabilización dada su habilidad especial de propagación vegetativa.
- Utiliza eficientemente el fósforo lo cual la transforma en una leguminosa satis-

factoria para situaciones de extensividad.

- Presenta una alta capacidad dadora de nitrógeno igualando en su comportamiento al trébol blanco.
- Ofrece un elevado valor nutritivo similar al de otras leguminosas de reconocida capacidad para mejorar el comportamiento animal.
- No produce meteorismo debido a que contiene cantidades adecuadas de taninos condensados.
- Requiere un manejo de defoliación cuidadoso mediante pastoreos controlados tratando de aprovechar la mayor masa de forraje que se encuentra en los estratos inferiores.
- No acepta pastoreos exagerados ya que de esta forma se atrasa el rebrote y se afecta su persistencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento a los Bachs. Ignacio Arrillaga y Gastón Coduri por su participación en el registro de datos del experimento Manejo de Lotus Maku.

BIBLIOGRAFÍA

Carámbula, M.; Ayala, W. y Carriquiry, E. 1994. LOTUS PEDUNCULATUS. Adelantos sobre una forrajera que promete. INIA Treinta y Tres. Serie Técnica 45, 13 p.