

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFFECTO DE LA OFERTA DE CAMPO NATURAL MEJORADO CON
Lotus pedunculatus Cv Grassland Maku SOBRE LA PRODUCCIÓN DE
FORRAJE Y PERFORMANCE DE VACUNOS EN CRECIMIENTO**

por

**Alberto PARODI HALLER
Salvador PI GAMBA
Sebastián RIERA RODRIGUEZ**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Agrícola Ganadero)
(Orientación Ganadero Agrícola).**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2004**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Pablo Soca

Ing. Agr. PhD. Walter Ayala

Ing. Agr. MSc. Raúl Bermúdez

Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste

Fecha:

Autores:

Alberto Parodi Haller

Salvador Pi Gamba

Sebastián Riera Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director Ing. Agr. MSc. Pablo Soca, por el tiempo dedicado a la supervisión de este trabajo.

Al Ing. Agr. PhD. Walter Ayala, al Ing. Agr. MSc. Raúl Bermúdez de INIA Treinta y Tres y al Ing. Agr. PhD. Pablo Chilbroste de Facultad de Agronomía (Paysandú), por su importante colaboración.

Al Sr. Curth Ahlig, propietario del establecimiento "El Chiquito", por ceder su predio y su tiempo para la realización del trabajo.

Al Grupo Técnico de Rocha y al personal de INIA Las Brujas por su atención y apoyo técnico.

A los funcionarios de biblioteca de Facultad de Agronomía.

A nuestras respectivas familias, novias y amigos por su apoyo incondicional.

A la Sra. Iris Diego por su constante amabilidad y atención.

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
A. ATRIBUTOS AGRONÓMICOS DEL <i>LOTUS</i> <i>PEDUNCULATUS</i> CV MAKU.....	3
B. ADAPTACIÓN A CONDICIONES AGRO-ECOLÓGICAS.....	3
C. APORTES DEL <i>LOTUS PEDUNCULATUS</i> CV MAKU A LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA Y ANIMAL EN URUGUAY.....	4
D. EFECTOS DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL.....	6
E. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA PASTURA.....	17
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
A. TIPO DE SUELO Y PASTURA.....	25
B. ANIMALES.....	25
C. PASTURA.....	26

D. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
E. DETERMINACIONES.....	27
1. <u>Pastura</u>	27
2. <u>Animal</u>	28
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
1. <u>Pastura</u>	28
2. <u>Animal</u>	29
G. ANALISIS ECONOMICO.....	30
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	31
A. EVOLUCIÓN DE LA OFERTA DE FORRAJE REAL.....	31
B. COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA PASTURA.....	32
C. EVOLUCIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE LA PASTURA.....	33
1. <u>Disponibilidad total de forraje</u>	34
2. <u>Altura del forraje disponible</u>	36
3. <u>Cantidad de forraje verde</u>	38
4. <u>Cantidad de <i>Lotus pedunculatus</i> cv Maku</u>	39
5. <u>Porcentaje de restos secos</u>	41
D. TASA DE CRECIMIENTO DE FORRAJE.....	42

E. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL.....	44
F. ATRIBUTOS DE LA PASTURA Y PERFORMANCE ANIMAL.....	55
G. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE EN LA CARGA, PRODUCCIÓN DE CARNE POR ANIMAL Y POR UNIDAD DE SUPERFICIE.....	58
H. SÍNTESIS.....	60
V. <u>CONCLUSIONES</u>	62
VI. <u>RESUMEN</u>	63
VII. <u>SUMMARY</u>	64
VIII. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	65
IX. <u>ANEXOS</u>	71

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

CUADROS

Cuadro 1: Resultados de experimentos realizados en el país que relacionan oferta de forraje con ganancia diaria de peso vivo.....	7
Cuadro 2: Modelo que describe la relación entre oferta de forraje y performance animal.....	9
Cuadro 3: Relación entre oferta de forraje y ganancia diaria de peso vivo.....	11
Cuadro 4: Modelos de regresión que relacionan altura y disponible según cada autor.....	14
Cuadro 5: Modelos de regresión que describen la relación entre disponible y altura para el conjunto de experimentos reportados en el cuadro 1 y el actual.	15
Cuadro 6: Síntesis de información experimental nacional que relaciona oferta de forraje y tasa de crecimiento de la pastura.....	18
Cuadro 7: Modelos de regresión que describen la relación entre altura y tasa de crecimiento de la pastura.....	22
Cuadro 8: Tratamiento sanitario aplicado a los animales durante el período experimental.....	25
Cuadro 9: Estrategia de refertilización.....	26
Cuadro 10: Oferta de forraje real promedio (kg MS/100 kg PV/día) por período y tratamiento.....	31
Cuadro 11: Composición botánica de la pastura por tratamiento el día 29/7.....	32
Cuadro 12: Efecto de la oferta de forraje y la fecha sobre los atributos de la pastura.....	33

Cuadro 13: Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia diaria de peso vivo (promedios de mínimos cuadrados).....	45
Cuadro 14: Modelos que relacionan oferta de forraje con ganancia media diaria reportada en la bibliografía.....	47
Cuadro 15: Atributos de la pastura y ganancia media diaria para los diferentes tratamientos durante P1 (promedios de mínimos cuadrados).....	49
Cuadro 16: Atributos de la pastura y ganancia media diaria para los diferentes tratamientos durante P2.....	50
Cuadro 17: Modelo de regresión que relaciona oferta de forraje con ganancia media diaria en P2 y todo el período.....	53
Cuadro 18: Modelos que describen la relación entre atributos de la pastura y la ganancia diaria de peso.....	55

ILUSTRACIONES

Figura 1: Relación entre oferta de forraje y ganancia diaria de peso vivo para las estaciones de otoño-invierno.....	12
Figura 2: Relación entre altura y tasa de crecimiento para cada experimento en particular.....	23
Figura 3: Evolución de la cantidad de forraje en cada oferta (Promedios de Mínimos Cuadrados).....	34
Figura 4: Evolución de la altura del forraje disponible en cada oferta (Promedios de Mínimos Cuadrados).....	36
Figura 5: Evolución de la cantidad de forraje verde en cada oferta (Promedios de Mínimos Cuadrados).....	38

Figura 6: Evolución de la cantidad de <i>Lotus pedunculatus</i> cv Maku en cada tratamiento (Promedios de Mínimos Cuadrados).....	39
Figura 7: Evolución del porcentaje de restos secos en cada tratamiento (Promedios de Mínimos Cuadrados).....	41
Figura 8: Tasas de crecimiento de la pastura por período y tratamiento.....	42
Figura 9: Efecto de la fecha y oferta de forraje sobre el peso vivo promedio de terneras pastoreando <i>Lotus pedunculatus</i> cv Maku.....	44
Figura 10: Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia diaria individual por tratamiento en el periodo 26/4-8/9.....	46
Figura 11: Relación entre oferta de forraje y ganancia de peso vivo en los períodos (Modelos de regresión ajustados).....	52
Figura 12: Relación entre oferta de forraje y ganancia media diaria en el presente experimento y el llevado a cabo en el año 2001.....	54
Figura 13: Relación entre altura y ganancia diaria de peso vivo.....	56
Figura 14: Estimaciones de la carga animal, producción individual y por hectárea bajo diferentes ofertas de forraje para todo el período evaluado.....	58
Figura 15: Relación entre carga y margen económico del proceso.....	59

I. INTRODUCCIÓN

La recría (período entre el destete definitivo ingreso al rodeo o a la fase de terminación de animales), constituye un segmento central de la producción de carne en los actuales sistemas de producción (ganaderos, agrícolas-ganaderos), el cual a su vez ha sido un proceso que a diferencia de la cría y terminación de animales de carne ha recibido menos atención.

La incorporación de especies al campo natural sin roturación ni eliminación del tapiz original (mejoramientos de campo) ha permitido mejorar la cantidad y calidad de forraje producido, el resultado físico (edad al primer entore, edad a faena) y económico de las empresas ganaderas (Bemhaja, 1996; Risso, 1997; Ferreira et al., 2002).

Los sistemas de producción de carne que involucran mejoramientos de campo en cobertura sin alterar el tapiz natural, con aplicaciones de fertilizantes de origen natural y sin el empleo de medicamentos veterinarios de síntesis como preventivos, ingresan dentro de los sistemas de Carne Ecológica (Pittaluga et al., 2001). Esto en un futuro cercano puede representar una ventaja comparativa en cuanto a seguridad alimentaria y se reflejaría en una mejora de la competitividad del complejo cárnico, la sustentabilidad de los recursos naturales y bienestar animal (Pittaluga et al., 2001).

La incorporación de este tipo de mejoramientos promueve la posibilidad de mejorar indicadores físico-económicos sin grandes cambios en la infraestructura del establecimiento y con menor inversión inicial que los mejoramientos intensivos (Ayala et al., 1999).

La investigación en pasturas ha identificado a *Lotus pedunculatus* cv. Maku como una especie promisoría para su inclusión en mejoramientos de campo natural, dado su buena adaptación a las condiciones ecológicas de la Región Este donde compite en buena forma con la vegetación nativa (Carámbula, 2001). La tolerancia a niveles bajos de pH, fósforo y alto nivel de aluminio intercambiable, hacen que esta especie se adapte muy bien a los suelos donde otras leguminosas tienen dificultades. A su vez ha demostrado capacidad de competencia en situaciones con presencia de *Cynodon dactylon* (Ayala et al., 2001).

En el país existe información experimental que apoya la toma de decisiones sobre implantación, fertilización, manejo, frecuencia de defoliación y producción física de mejoramientos de campo (Ayala et al, 2001; Bermúdez et al, 2001; Carámbula et al, 2001, Risso et al, 2001). La interfase planta-animal ha sido estudiada en Uruguay en base a experimentos con ovinos y vacunos que modifican la carga animal (Ayala et al, 1999; Guerrina e Invernizzi, 2002). El experimento llevado a cabo por Soca et al (2001), es el único antecedente en Uruguay que cuantifica la relación entre oferta de forraje de

campo natural mejorado con *Lotus pedunculatus* cv Maku, atributos de la pastura, tasa de crecimiento y performance de vacunos.

La carga animal (número de animales por superficie) es la variable de manejo de mayor impacto sobre la productividad y estabilidad del ecosistema pastoril (Wilson, 1986 citado por Berruti, 1994). El efecto de la carga animal se manifiesta a través de cambios en la oferta de forraje la cual opera a través de: a) frecuencia e intensidad de defoliación de plantas o grupos de plantas; b) cambios en altura, estructura y disponibilidad de la pastura alterando de esa manera la composición botánica y productividad del tapiz a largo plazo; c) como consecuencia de lo anterior cambios en el consumo de forraje y performance animal.

Un enfoque que evalúe el efecto de cambios en la oferta de forraje sobre la relación planta-animal permite predecir la performance animal, comprender los mecanismos que operan sobre las relaciones planta-animal (Hodgson, 1985), y de ser usada en un amplio rango permitiría la construcción de funciones de respuesta que fundamenten el análisis económico de la información generada (Bransby, 1989).

En función de estos antecedentes se planteó un trabajo con el objetivo de:

- a) Evaluar el efecto de modificaciones en la oferta de forraje durante otoño-invierno sobre la performance animal, crecimiento de la pastura y la producción de carne de vacunos en crecimiento bajo pastoreo de un mejoramiento de campo con *Lotus pedunculatus* cv Maku.
- b) Generar funciones de respuesta que relacionen atributos de la pastura con performance animal y tasa de crecimiento de forraje de manera de mejorar la interpretación de las modificaciones en la relación planta - animal.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. ATRIBUTOS AGRONÓMICOS DEL *LOTUS PEDUNCULATUS* CV MAKU.

El *Lotus pedunculatus* cv Maku pertenece a la familia *Leguminosae*, sub-familia *Papilionoidae*, tribu *Loteae* y género *Lotus* (Pinto, et al., 1989). Es un cultivar tetraploide originado en Nueva Zelanda, a partir del cruzamiento de materiales seleccionados en ese país con una línea portuguesa de buen crecimiento invernal (Kaiser et al., 1990).

Se describe como una especie perenne, con hábito semipostrado, estolonífera y rizomatosa, con floración indeterminada y baja producción de semillas (Pinto, et al., 1989). Posee un sistema radicular con raíces finas y fibrosas; sus tallos pueden medir hasta 1.8 metros de largo los cuales son glabros o ligeramente pilosos y hojas compuestas con pecíolos cortos y cinco folíolos ovalados (tres apicales y dos basales). Sus inflorescencias están compuestas por 8 a 12 flores y vainas menores a 2 cm de largo (Armstrong, 1974).

B. ADAPTACIÓN A CONDICIONES AGRO-ECOLÓGICAS

En general, se adapta a zonas templadas con veranos frescos entre 16-25°C, aunque temperaturas de 26 a 38°C provocan muertes de plantas debido a enfermedades de corona y raíz (Langer, 1973). Se desarrolla y persiste en una amplia gama de situaciones pero especialmente en suelos pobres, de pH ácido (4.5 a 5.5) y condiciones húmedas. Su capacidad de producir una alta concentración de raíces en las capas superficiales del suelo se relaciona a la alta eficiencia de absorción de fósforo en condiciones de baja fertilidad que esta especie posee (Sheath, 1980).

Uno de los factores que contribuyen a la habilidad de esta especie a crecer en suelos ácidos es su tolerancia a niveles altos de aluminio, lo cual podría estar explicado por una baja absorción y translocación de aluminio hacia los tallos (Sheath, 1980) admitiendo incluso niveles mas altos que el *Lotus corniculatus* (Lowther et al., 1987).

Todos estos factores contribuyen a que dicha especie se transforme en una leguminosa muy adecuada para mejorar la producción y calidad del forraje en sistemas de producción extensivos desarrollados fundamentalmente en suelos de baja fertilidad (Carámbula et al., 1996).

Lotus pedunculatus cv Maku presenta un crecimiento satisfactorio en condiciones de humedad excesiva, y se adapta muy bien a suelos con drenaje pobre (Sheath, 1980). El *Lotus pedunculatus* cv Maku sobrevive en suelos con precipitaciones anuales de 1020-1170 mm, con condiciones de anegamiento en invierno y a principios de

primavera, ya sea por problemas de drenaje o por elevada precipitación y/o reducida evapotranspiración (Kaiser et al., 1990). Se cree que esta especie posee dicha habilidad debido a su denso y superficial sistema radicular combinado con la presencia de espacios con aire en la corteza de las raíces (Sheath, 1980). Dadas las características del sistema radicular se presenta como una especie capaz de estabilizar suelos erosionados (Sheath, 1980). No es una especie muy resistente a déficit hídrico, pero posee una buena capacidad de recuperación luego de ocurrido los mismos (Carámbula et al., 1994).

C. APORTES DEL *LOTUS PEDUNCULATUS* CV MAKU A LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA Y ANIMAL EN URUGUAY.

Lotus pedunculatus cv Maku presenta muy buena adaptación a las condiciones ecológicas del Uruguay, particularmente en la Región Este donde se integra en forma muy exitosa con la vegetación nativa residente.

Se cuenta con registros de elevada producción de forraje en suelos con características contrastantes, como los de Lomadas y Sierras del Este, Cristalino y Basalto (Carámbula, 2001). Evaluaciones realizadas en INIA Treinta y Tres reportan registros de producción de materia seca de 7020 ± 1970 y 11100 ± 1560 kg MS/ha/año para suelos de zonas de Sierras y Lomadas respectivamente (Ayala y Carámbula, 1996). Por su parte en un estudio realizado sobre Cristalino (Cerro Colorado) se determinó que *Lotus pedunculatus* cv Maku es capaz de producir 6000 kg MS/ha en un promedio de 6 años (Risso y Berretta, 1996).

Ofrece elevado potencial de producción primavera-estivo-otoñal, siendo el Lotus perenne que más produce en invierno (Ayala y Carámbula, 1996). En un estudio comparativo realizado durante seis años se registró un rendimiento otoño-invernal promedio de 1560 kg MS/ha, 21 y 63 por ciento superior a *Lotus corniculatus* y *Lotus subbiflorus* respectivamente (Risso y Berretta, 1996).

Se adapta a rotaciones largas y alturas aliviadas de pastoreo con descanso estratégico que permite aumentar la densidad de la pastura (Carámbula, 1997).

El *Lotus pedunculatus* cv Maku en asociación con el campo natural ha demostrado una excelente evolución a lo largo de los años (períodos superiores a cuatro años), tanto en su frecuencia dentro del tapiz como incremento en la producción anual de forraje (Castaño y Menéndez, 1998; Bemhaja, 1996).

El invierno es la época crítica en cuanto a entrega de forraje y producción animal en los sistemas de producción de carne extensivos del Uruguay. El diferimiento de forraje de otoño a invierno en mejoramientos de campo con *Lotus pedunculatus* cv

Maku constituye una posible solución para resolver parte de la carencia de forraje en esta época (Carámbula, 1997).

Estos deben realizarse temprano en el otoño y por un período no menor a 60 días (Carámbula et al., 1998). Los volúmenes de forraje reservados en un mejoramiento de *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* luego de permitir acumulaciones de 60 a 90 días fueron muy superiores a los alcanzados con campo natural (más de 1000 kg de MS/ha). Las leguminosas posibilitan ser diferidas de manera más flexible que el campo natural sin tener pérdidas sustanciales de calidad, salvo en los horizontes inferiores (Carámbula et al., 1994).

Es posible lograr producciones de 2283 kg MS/ha manteniendo cerrada la pastura entre febrero y junio (Arrillaga y Coduri, 1997). Estos autores lograron a su vez los rendimientos más altos de materia seca total y de Maku con tratamientos rotativos (60 días de descanso) y/o con descanso en otoño en un ensayo realizado durante dos años bajo corte.

La eliminación de los restos de forraje maduro de la estación estival, el cierre temprano (inicio de Marzo) de la pastura durante 60-90 días y la fertilización fosfatada de la misma beneficia la cantidad y calidad de forraje acumulado, y el incremento relativo de la leguminosa y especies deseables. Otro efecto de importancia es la acumulación de reservas en la leguminosa, fundamentales para el rápido rebrote y entrega temprano de forraje a fin del invierno. Como desventaja, la producción de forraje alcanzada no es la máxima ya que altos niveles de disponible limitan las tasas de crecimiento de la pastura (Carámbula et al., 1994).

Con un mejoramiento de campo con *Lotus pedunculatus* cv Maku diferido desde 1º abril, se obtuvo una producción de carne de 202 kg/ha durante el período 30/6 – 9/10. Con una oferta de forraje (kg MS/ 100 kg de PV/día) de 3 por ciento del Peso Vivo animal y una carga de 10 vaquillonas/ha, la ganancia diaria promedio por animal resultó de 200 g/día, lo cual da la pauta del potencial para incluir esta especie en sistemas criadores del Uruguay bajo dicho manejo. Durante primavera dichos animales alcanzaron ganancias de peso vivo de 1 kg/animal/día con una oferta de forraje de 9 kg MS/100 kg de PV/día (Ayala et al., 2003). Con estos niveles de performance animal durante otoño-invierno-primavera, es posible llegar con pesos adecuados de entore a los 14-15 meses con esta categoría y mantener alta carga animal.

D. EFECTOS DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL

En el Cuadro 1 se presenta una síntesis de la bibliografía nacional que reporta relaciones entre la oferta de forraje (kg MS/100 kg PV/día) y performance animal medida como ganancia media diaria de peso vivo (kg PV/animal/día).

El volumen de información recabado en el ámbito nacional, no sólo es escaso sino que no contempla en forma clara el efecto del diferimiento previo de forraje. El período experimental de los diferentes ensayos consultados varía de 3 a 5 meses, estudiando principalmente las estaciones de invierno y primavera. El corto plazo de estos ensayos limita la posibilidad de realizar predicciones sobre la relación planta-animal ante modificaciones en la oferta de forraje. Sin embargo aportan información relevante en cuanto a las diferentes ofertas de forraje que se asocian a cambios en los atributos de la pastura lo cual permite mejorar la interpretación y descripción de la respuesta animal.

Durante el período **26/4/91-20/2/92**, se realizó el experimento **I** (continuación del experimento II), solo se considera a los efectos de nuestro análisis el período otoño-invierno (26/4-30/8). Se utilizaron novillos de raza Holando (Peso Vivo =120 kg) y el sistema de pastoreo fue rotativo, 7 días de pastoreo y 35 de descanso.

La performance individual (0.116 kg/día) y por unidad de superficie (38 kg/ha) se maximizó con 11 por ciento de oferta de forraje. Los principales atributos de la pastura asociados a la máxima performance por animal fueron altura de forraje remanente de 7.5 cm, 2000 kg de materia seca por hectárea de forraje residual y una utilización del 30 por ciento. Si bien este manejo determina menor producción de forraje, permitió el traslado de forraje hacia la época crítica (invierno) (Berrutti, 1994).

Con pasturas de 4 cm o 1350 kg de materia seca por hectárea los animales perdieron peso. Si consideramos la respuesta a la oferta de forraje durante el período de otoño, encontramos incrementos de 0.051 kg PV/animal/día frente a aumentos de 1 por ciento en la oferta de forraje (Berrutti, 1994).

Sólo en el período de otoño se alcanzaron ganancias de peso vivo de -0.207, -0.018, 0.094 y 0.191 kg por animal por día con ofertas de forraje de 3, 5, 8, y 10 por ciento de PV respectivamente, mientras que en invierno, se obtuvieron pérdidas de peso de -0.109, -0.107, -0.047, -0.034 kg por animal por día con 6, 8, 10 y 13 por ciento de oferta de forraje (Berrutti, 1994).

Durante otoño-invierno con alturas de forraje presente inferiores a 7 cm los animales pierden peso alcanzando la máxima ganancia de peso con 11 centímetros de altura (Berrutti, 1994).

En otoño la altura del forraje disponible fue el atributo de la pastura que mejor explicó la variación en la ganancia diaria de peso, lo que permite inferir que bajo condiciones de pasturas relativamente uniformes (inicio del período experimental), la altura del forraje a través de su alta correlación con la disponibilidad y con la facilidad de cosecha del forraje, asumiría el control de la performance animal en pastoreo (Berrutti, 1994).

El experimento **II** se llevó a cabo en el período **2/10-25/12** de 1990, sobre un mejoramiento de campo natural que se fertilizó a la siembra con 200 kg/ha de superfosfato, utilizándose 24 animales de la raza Holando (140-160 kg) de 6 a 12 meses de edad. El sistema de pastoreo tuvo las mismas características del experimento I.

En el cuadro 2 se presenta el modelo de regresión que relaciona oferta de forraje con ganancia diaria de peso vivo para el experimento II.

Cuadro 2: Modelo que describe la relación entre oferta de forraje y performance animal (Apezteguía et al., 1991).

R²	b0	b1	b2	PIE	Rango Ofertas
0.67	-0.813	0.309	-0.019	0.0004	2.5 a 10

Referencias:

R²: coeficiente de determinación.

b0: intercepto (kg/animal/día).

b1 y b2: coeficiente de regresión (kg/animal/día).

PIE: peso a inicio del experimento (kg PV/animal)

Rango de ofertas: (kg MS/100 kg PV/día).

La menor ganancia diaria de peso vivo se encontró en el tratamiento de 2.5 por ciento de oferta de forraje (Apezteguía et al., 1991).

El modelo que logró el mejor ajuste ($r^2 = 0.79$) para explicar la ganancia de peso incluye forraje disponible como variable independiente. De acuerdo con estos modelos, la máxima ganancia por animal se obtuvo con una oferta de forraje de 8 kg MS/100 kg PV/día y 2200 kg MS/ha (Apezteguía et al., 1991).

El experimento **III**, se llevó a cabo entre el **12/6 y 25/9** de 2002 con diferimiento previo de 75 días y refertilización previo al inicio del experimento con 60 unidades de P₂O₅/ha. Bajo pastoreo continuo se utilizaron 5 terneros de destete (186 kg) por tratamiento de la raza Hereford y cruza con Aberdeen Angus.

La asociación encontrada entre altura y disponible fue mayor en los estratos inferiores debido a la acumulación de restos secos de *Cynodon dactylon*, asociación que disminuye para los estratos superiores, coincidente con lo encontrado por Carrera et al (1996) citado por Rovira (2003).

La composición botánica inicial fue de 25, 42 y 33 por ciento para leguminosas, gramíneas y restos secos respectivamente. Las condiciones climáticas del verano y otoño favorecieron el desarrollo de gramíneas naturales que aportaron una gran proporción de los restos secos con la ocurrencia de las primeras heladas. Se destaca la disminución más gradual del porcentaje de leguminosa en el tratamiento de mayor presión de pastoreo dada la mayor concentración de dicha fracción en el estrato inferior a 5 cm de altura y el menor acceso animal (Rovira, 2003).

Con niveles de oferta de forraje por debajo del 5 por ciento no se encontró ganancia de peso vivo. La respuesta fue lineal y positiva hasta el nivel más alto (13 por ciento del peso vivo) de oferta de forraje evaluado (Rovira, 2003).

Se encontró una respuesta en performance individual frente a incrementos en la oferta de forraje de 0.102 kg/animal/día por cada 1 por ciento de aumento en la oferta de forraje, explicando dicha variable el 97 por ciento de las variaciones en performance individual (Rovira, 2003).

Durante el período **30/6-28/11** del año 2001, sin refertilización (otoño 2001), con previa acumulación de forraje diferido de la estación otoñal (Abril-Junio) se llevó a cabo el experimento **IV**. Se utilizaron terneras de 6 meses de edad cruce Hereford por Angus con 129 kg de peso vivo inicial. El sistema de pastoreo fue continuo.

El trabajo se dividió en dos períodos, durante el invierno (30/6-9/10) los tratamientos consistieron en cuatro ofertas de forraje ajustadas a través del área de pastoreo seguido de una oferta de forraje común a todos los animales durante la primavera (9/10-28/11).

La contribución de la leguminosa a inicio del período experimental estuvo situada en 42 por ciento del total de materia seca disponible, mientras que al final del período fue de 50, 38, 51 y 35 para 3, 5, 10 y 16 por ciento de oferta de forraje respectivamente (Soca et al., 2002).

Durante el período 1 (30/6 al 9/10) la oferta de forraje explicó el 77 por ciento de la variación en ganancia de peso. Por cada 1 por ciento de aumento en la oferta de forraje la ganancia de peso vivo se incrementó 0.037 kg/día ($R^2 = 0.94$). En el período 1, con aumentos de oferta de forraje de 3 a 16 por ciento la ganancia de peso de las terneras varió entre 0.2–0.7 kg/animal/día respectivamente. En el período 2 (9/10 al 28/11) se expresó crecimiento compensatorio en los animales que se encontraban con los menores niveles de oferta de forraje durante el período 1 (3 a 5 por ciento) (Soca et al., 2001). La producción de peso vivo/ha y la ganancia de peso/animal/día se maximizaron en 3 y 16 por ciento de oferta de forraje respectivamente (Soca et al., 2002).

Estos resultados sugieren que durante P1 una oferta de forraje de 10 por ciento contribuyó a obtener una adecuada performance individual (0.57 kg PV/animal/día) y productividad por unidad de superficie (184 kg PV/ha), y permitió incrementar la carga animal en 39 por ciento sobre el tratamiento con 16 por ciento de oferta de forraje (Soca et al., 2002).

Para el período invierno-primavera la mayor performance por animal (0.63-0.70 kg PV/animal/día) se obtuvo con 10 y 16 por ciento de oferta de forraje sin diferir significativamente entre sí ($P < 0.05$), pero la oferta 10 por ciento incremento la carga invernal 39 por ciento sobre la de 16 por ciento (Soca et al., 2002).

El experimento **V** se mantuvo sin pastoreo desde abril hasta junio, acumulándose 1950 kg MS/ha. Se llevó a cabo en el período **30/6-2/12** del año 2001, con vaquillonas

de 193 kg de peso vivo a inicio del período experimental, con un sistema de pastoreo continuo.

El trabajo se realizó con la misma lógica que el experimento IV, se dividió en dos períodos, durante el primero (30/6-5/10) se manejaron cuatro ofertas diferentes seguido de una única oferta durante el segundo período (5/10-2/12).

El aporte de la leguminosa a inicio del experimento fue de 2 por ciento, siendo al final del período 1 de 55, 36, 45 y 40 por ciento de biomasa total para ofertas de forraje de 6, 12, 17 y 22 por ciento respectivamente (Ayala et al., 2003).

La relación entre oferta de forraje y ganancia de peso encontrada fue lineal ($r^2 = 0.76$) con aumentos de peso de 0.026 kg/animal/día por cada 1 por ciento de incremento en la oferta de forraje, alcanzando diferencias significativas entre la oferta de 6 por ciento y el resto (Soca et al., 2001).

La máxima producción por hectárea (65 kg/ha) para el período 1 se alcanzó con la oferta de 12 por ciento. La mayor performance individual (0.69 kg PV/animal/día) se alcanzó con la oferta de 22 por ciento no existiendo diferencias significativas ($P < 0.05$) con las ofertas 12 y 17 por ciento (Soca et al., 2001).

En el período 2 se manifestó crecimiento compensatorio, ya que la mayor performance individual se obtuvo con las menores ofertas durante el período 1. Evaluando el período 1 más el período 2 en conjunto, no se encontró efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia de peso vivo (Ayala et al., 2003).

En base al programa estadístico JMPIN (versión 4.0.4) se ajustó un modelo de regresión que relaciona oferta de forraje y ganancia diaria de peso vivo. El mismo se presenta en el Cuadro 3. La base de datos considerada por el modelo se presenta en el anexo 1. Se consideró el actual experimento y los experimentos realizados durante otoño-invierno reportados en el cuadro 1.

Cuadro 3: Relación entre oferta de forraje y ganancia diaria de peso vivo

Estación	P>F	r²	b₀	b₁	n
otoño- invierno	0.0002	0.56	-0.079	0.042	19

Referencias:

b₀: intercepto (kg PV/animal/día).

b₁: coeficiente de regresión (kg PV/animal/día).

r²: coeficiente de correlación.

P>F: Probabilidad de que el modelo no sea significativo

n: numero de observaciones

En la figura 1 se presenta la relación entre oferta de forraje y ganancia diaria de peso vivo extraída del modelo.

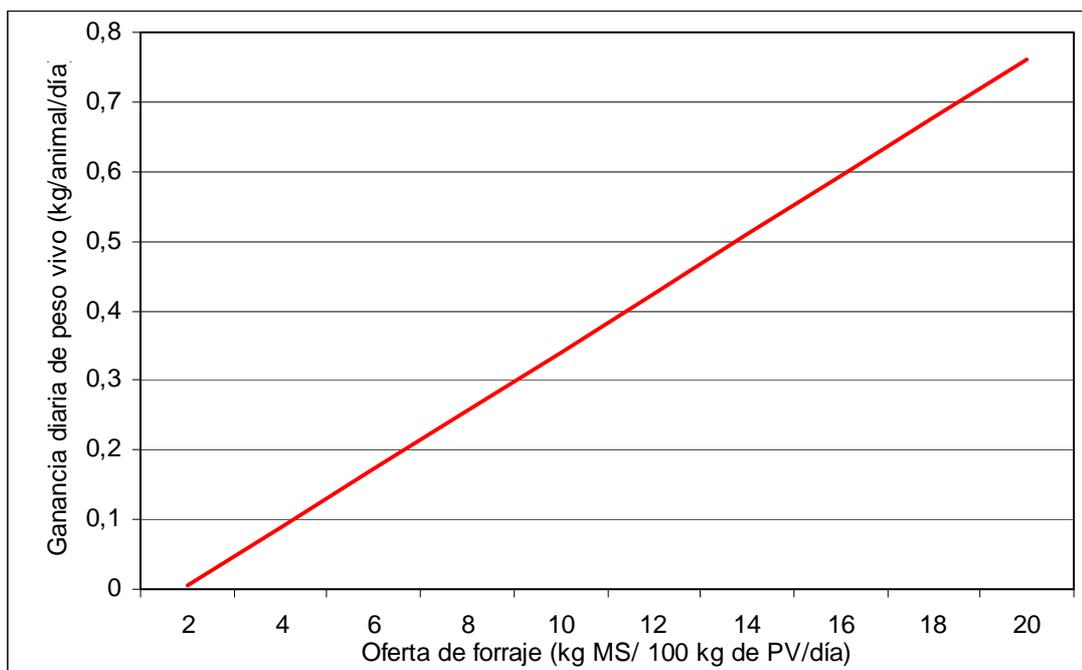


Figura 1: Relación entre oferta de forraje y ganancia diaria de peso vivo para las estaciones de otoño-invierno.

Como se observa, la ganancia diaria de peso vivo se hace nula para ofertas de forraje próximas a 2 por ciento.

Si consideramos el conjunto de experimentos (Cuadro 1) y comparamos con datos reportados por la bibliografía internacional, encontramos que en las condiciones ambientales de Nueva Zelanda para verano-otoño en un rango de 2-8 kg MS/100 kg PV/día, se reportaron ganancias de peso vivo entre 0.00-0.64 kg PV/animal/día. En primavera para dicho rango de oferta de forraje se reportaron ganancias de peso de 0.42-1.2 kg PV/animal/día, lo que es coincidente con el experimento II. Para invierno a ofertas de forraje de 2 y 4 por ciento, se obtuvo pérdidas de -0.64 y -0.20 kg PV/animal/día respectivamente (Nicol y Nicol, 1987).

La diferencia en performance observada entre el experimento I (otoño-invierno) y II (primavera) con un 2 por ciento de oferta de forraje fue de 0.728 kg/animal/día la que resultó máxima para una oferta de forraje de 7 por ciento (1.084 kg/animal/día) a favor

del experimento II. Cambios asociados a la estación en la composición química, estructura del forraje (Chacon y Stobbs, 1978) y manifestación de crecimiento compensatorio (Nicol y Nicol, 1987), estarían explicando las diferencias evidenciadas anteriormente.

La distribución de la materia seca en los distintos estratos del perfil varió según la estación del año (García, 1995). Mientras en otoño-invierno, cuando las especies están vegetativas, las gramíneas se presentan con macollas y hojas más chicas y las leguminosas muestran pecíolos más cortos y folíolos más pequeños, en primavera durante la etapa reproductiva, sucede todo lo contrario. Este comportamiento afecta la distribución de la materia seca en los distintos horizontes, generando diferencias en la posibilidad de seleccionar la dieta, el consumo de forraje y la performance animal (García, 1995).

La performance animal alcanzada en el experimento II y III podría explicarse por los atributos de la pastura y la diferente estación del año considerada. La estructura de la pastura, evaluada ésta a través de la altura, indicaría que los componentes nutritivos más importantes se distribuyen en los estratos más altos de ésta, afectando el valor nutritivo de la dieta cosechada por los animales.

En el experimento III, como resultado del diferimiento previo de forraje y condiciones climáticas (heladas), la proporción de material senescente en el disponible fue elevada (33 por ciento de la materia seca total). Cuando en el forraje se encuentran valores próximos a 70 por ciento de material muerto, la dificultad para cosechar componentes verdes de la misma es uno de los principales factores que influyen en el menor consumo alcanzado (Poppi et al., 1987). Dicho argumento contribuye a explicar en parte la baja performance obtenida con una oferta de forraje de 3.7 por ciento. Similar comportamiento e hipótesis se plantean en el experimento I, donde el porcentaje de restos secos varía entre 30 y 50 por ciento para 4.3 por ciento de oferta de forraje en las estaciones consideradas (Otoño-Invierno).

En el experimento IV con 4 por ciento de oferta se logró una ganancia diaria de 0.290 kg/animal/día, mientras que la misma oferta en el experimento V obtuvo 0.254 kg/animal/día. Con 4 por ciento de oferta se alcanzó una diferencia en ganancia diaria de peso vivo de 0.036 kg/animal/día a favor del experimento IV, reflejando en performance animal las diferencias en los atributos de ambas pasturas.

En el experimento IV y V se encontraron un 42 y 2 por ciento de leguminosa inicial así como un 43 y 30 por ciento de leguminosa al inicio del P2 respectivamente, lo cual podría explicar por sí solo las diferencias en respuesta, ya que la selección del bocado por parte de los animales está influenciada por la preferencia de los mismos sobre los componentes específicos de las plantas y abundancia relativa y accesibilidad a estos (Hodgson y Grant, 1982).

Para los cuatro tratamientos del experimento IV, el forraje disponible superó en 500-1000 kg MS/ha a los tratamientos del experimento V. Con reducida disponibilidad de forraje el consumo se ve limitado por la altura de la pastura y la proporción de forraje verde, lo que podría explicar en parte la menor performance obtenida en el experimento V. Para el experimento IV con altas disponibilidades los factores que podrían estar afectando el consumo son normalmente de carácter nutricional e incluyen digestibilidad, tiempo de permanencia de la ingesta en el rumen y concentración de productos finales de fermentación (Poppi et al., 1987).

En el cuadro 4 se presenta los modelos de regresión que relacionan altura con forraje disponible encontrados por los autores de cada experimento.

Cuadro 4: Modelos de regresión que relacionan altura y disponible según cada autor

Autor	r²	b₀	b₁	n	Tipo de pastura
Apezteguía et al., (1991)	0.68	1130	110	138	<i>Lotus corniculatus</i> cv Ganador
Rovira (2003)	0.86	-257.5	236	130	Campo natural mejorado con <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lolium multiflorum</i>
Soca et al, (2002)	0.69	225.7	328	240	Campo natural mejorado con <i>Lotus pedunculatus</i> cv Maku
Soca et al, (2001)	0.2	806.6	149	291	Campo natural mejorado con <i>Lotus subbiflorus</i> cv El Rincón

Referencias:
b₀: intercepto (cm)
b₁: coeficiente de regresión (cm)
r²: coeficiente de determinación
n: número de observaciones

Los diferentes coeficientes de regresión de los modelos reflejan diferencias en composición botánica, estación considerada, arquitectura de las especies, clima y efectos de la presión de pastoreo.

Si consideramos solo el mejoramiento de campo con *Lotus pedunculatus* cv Maku, este supera como mínimo en 92 kg MS/cm y como máximo en 218 kg MS/cm a los restantes experimentos. Dadas las características estructurales de esta leguminosa puede llegar a acumular 3000 kg de MS/ha en los primeros 10 cm (Soca et al., 2001).

Con una proporción de 40-50 por ciento de *Lotus pedunculatus* cv Maku, se reportaron valores de 152 kg de materia seca por cada centímetro de aumento en la altura (Soca et al., 2001).

La asociación encontrada entre dichas variables (r^2), también depende de las consideraciones anteriores variando de 0.20 a 0.86. La baja asociación encontrada para el mejoramiento de campo con *Lotus subbiflorus* cv El Rincón posiblemente se explique por la baja proporción de dicha Leguminosa en el mejoramiento y heterogeneidad del tapiz natural.

Se ajustó la relación entre disponible y altura para el conjunto de experimentos reportados en la revisión y el actual, a través del programa JMPIN (versión 4.0.4) (Anexo 1). El ajuste alcanzado fue cuadrático tanto para otoño-invierno como para primavera-verano. En el cuadro 5 se presentan los modelos ajustados:

Cuadro 5: Modelos de regresión que describen la relación entre disponible y altura para el conjunto de experimentos reportados en el cuadro 1 y el actual.

Estación	r ²	P>F	b0	b1	b2	n
otoño-invierno	0.65	<0.0002	784.1	197.5	-17.9(a-7) ²	19
primavera-verano	0.98	<0.0001	838	123.9	-11.4(a-9.6) ²	8

Referencias:

a = altura (cm)

b0: intercepto

b1 y b2: coeficientes de regresión

r²: coeficiente de correlación

P>F: Probabilidad de que el modelo no sea significativo

n: número de observaciones

Se encontró una asociación aceptable para ambas estaciones consideradas, a su vez los b1 de ambos modelos se encuentran dentro del rango obtenido por cada autor. Cabe resaltar la alta variación encontrada para los diferentes b1 calculados y reportados en la bibliografía.

Los animales responden más consistentemente a variaciones en la altura del tapiz que variaciones en la disponibilidad (Hodgson, 1990). Es de esperar que el consumo y performance animal comiencen a decaer cuando la altura del tapiz cae por debajo de 8-10 centímetros (Hodgson 1990).

La altura promedio del experimento V varió entre 4.5-6 cm para los cuatro tratamientos. El estrato inferior (0-5cm) es el menos disponible para la ingestión, posee la menor calidad y normalmente el animal no tiene posibilidades físicas de cosechar la cantidad de forraje que necesita para completar su dieta dentro del tiempo destinado a pastoreo, pudiendo esto ser una posible explicación de la performance animal obtenida en la oferta de forraje menor. El estrato superior por encima de 5 cm es fácilmente disponible y comprende la porción del tapiz que el animal puede consumir sin dificultades en pastoreo, sin llegar a tener que enfrentar limitantes de consumo debido a la restringida cantidad de forraje (García, 1995).

En pasturas naturales la proporción de la biomasa concentrada en el estrato inferior (0-5 cm) representa entre un 87 y 56 por ciento de la biomasa total en casos de alta y baja intensidad de pastoreo respectivamente, reflejando cambios en la composición botánica de la pastura y en la morfología de las plantas (Avendaño et al., 1986). En pasturas naturales, los estratos superiores a 5 cm varían más sensiblemente que el estrato inferior (0-5 cm), a pesar de que en este último se encontró en todos los casos analizados la mayor densidad de forraje (Avendaño et al., 1986).

La estimación de la proporción de forraje concentrada en el estrato 0-5 cm para los experimentos II-V fue 62, 28, 36 y 51 por ciento respectivamente, lo cual no resultó coincidente en su totalidad con la bibliografía consultada.

La cantidad de forraje a baja altura (< 5 cm) para el conjunto de experimentos analizados evidenció diferencias importantes en estructura, morfología y distribución de la materia seca en el perfil. La arquitectura de la planta de *Lotus pedunculatus* cv Maku, con fuertes rizomas muy ramificados, determina que haya una gran proporción de biomasa distribuida en los estratos inferiores (Ayala, s/f). En el experimento IV (*Lotus pedunculatus* cv Maku), a una altura de 4 cm supera como mínimo en 4 kg de materia seca y como máximo en 851 kg de materia seca al experimento II (*Lotus corniculatus* cv Ganador) y III (*Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Lolium multiflorum*) respectivamente.

E. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA PASTURA.

El período experimental de los diferentes ensayos consultados varió de 3 a 5 meses, estudiando principalmente las estaciones de invierno y primavera, lo cual no permitió que se expresara la respuesta vegetal a las diferentes ofertas de forraje y dificulta obtener parámetros fehacientes para la construcción de modelos que permitan predecir la respuesta vegetal.

En el Cuadro 6 se presenta la síntesis de experimentos llevados a cabo en el Uruguay que reportan información de la tasa de crecimiento de campo natural mejorado bajo diferentes ofertas de forraje.

En base al programa estadístico JMPIN (versión 4.0.4), no se encontró un modelo que ajustara la relación entre oferta de forraje y tasa de crecimiento para el conjunto de experimentos analizados.

En función de dicho programa se obtuvieron tasas medias de 16 ± 7 kg MS/ha/día para las estaciones de otoño-invierno y de 25 ± 7 kg MS/ha/día para las estaciones de primavera-verano.

A continuación se vinculan conceptos teóricos que hipotetizan sobre la relación entre tasa de crecimiento y oferta de forraje contemplando el disponible y su estructura. Dicho análisis considera el efecto del diferimiento y las distintas intensidades de pastoreo asociadas a cada estación sobre la productividad de dichos mejoramientos.

Diferentes ofertas de forraje así como distintas estrategias en cuanto a períodos de alivio de la pastura arrojan distintos resultados de producción anual de forraje y variaciones en la composición botánica (Ayala et al., 2002).

En condiciones de pastoreo continuo la producción neta de forraje aumenta hasta ofertas de forraje próximas a 5 por ciento del peso vivo, valor a partir del cual el balance entre crecimiento y senescencia provoca una disminución en la producción neta de forraje (Hodgson, 1990).

A disponibilidades de 900-1200 kg MS/ha, un aumento en la oferta de forraje tiende a incrementar la producción neta de forraje, mientras que a disponibilidades de 2500-3000 kgMS/ha esta tendencia se revierte (Korte et al., 1987).

En los experimentos I y II (cuadro 6), la tasa de crecimiento de la pastura se incrementó rápidamente con la cantidad de forraje presente, no obstante a niveles elevados de biomasa la tasa de crecimiento neta se reduce, lo cual se explicó por una pequeña utilización del nuevo crecimiento e incremento en las pérdidas por senescencia (Korte et al., 1987).

La reducción en la tasa de crecimiento se explicaría por elevados niveles de forraje remanentes que determinan que se alcance rápidamente la máxima intercepción de luz y comience a producirse sombreado en los estratos inferiores del tapiz. Como consecuencia se produce una disminución de la fotosíntesis neta debido a un balance negativo entre fotosíntesis-respiración en los estratos inferiores, además de la senescencia prematura de las hojas en el citado estrato (Bircham y Hodgson, 1981). Con alto volumen de forraje ofrecido se expresa una importante selectividad lo cual determina una estructura del tapiz con alta proporción de tallos y hojas viejas. Como resultado se produce una disminución de la eficiencia fotosintética total de la pastura que se traduce en una menor tasa de crecimiento (Stuth et al., 1981)..

Las variaciones en la tasa de crecimiento de la pastura no solo están influenciados por los cambios en la población de estolones, tallos y hojas verdes, así como la cantidad de tejido senescente, sino también por los cambios que los animales ejercen sobre los atributos de la pastura a través de cambios en la frecuencia e intensidad de defoliación (Hodgson et al., 1981).

En el experimento IV se encontraron mayores tasas de crecimiento invernal con la mayor intensidad de pastoreo (3 kg MS/100kg PV/día) (Ayala et al., 2003). Esta tendencia sugeriría un efecto en el corto plazo de la mayor intensidad de pastoreo de reducir la competencia de las especies acompañantes y promover el rebrote basado en los carbohidratos de reserva del *Lotus pedunculatus* cv. Maku acumulados durante el período previo de diferimiento (Sheath, 1978). En esta especie la cantidad de reservas es máxima a fin de otoño y declina progresivamente durante invierno y principios de primavera (Carámbula, 2001). Por lo tanto es importante en el otoño realizar un manejo del pastoreo aliviado que favorezca la acumulación de reservas necesarias para la sobrevivencia invernal y rebrote temprano en primavera.

El otoño es una época especialmente importante en pasturas mixtas, donde pastoreos más intensos acarrearán disminuciones en el pool de reservas de las plantas, afectando su rebrote y tasa de crecimiento en el largo plazo (Korte et al., 1987).

En la primavera, donde todos los tratamientos se manejaron a una oferta de forraje de 9 por ciento con un disponible promedio de 1570 kg MS/ha y un 38 por ciento de *Lotus pedunculatus* cv Maku la tendencia se revierte. La mayor y menor tasa de crecimiento alcanzadas fueron de 80 y 44 kg MS/ha/día para el tratamiento de 16 y 3 por ciento de oferta de forraje durante el período invernal respectivamente. Dichos resultados sugieren que existiría un efecto residual del período anterior (invierno), que genera mayores tasas de crecimiento en el rebrote de primavera para el tratamiento de menor intensidad de pastoreo invernal (Ayala et al., 2003). Esto es explicado por la importancia del forraje remanente para el rebrote en el largo plazo (Sheath, 1978). Según Carámbula, (2001), el manejo del pastoreo en invierno debe ser tal que no permita un detrimento excesivo de las reservas acumuladas durante otoño, ya que estas sustancias permitirán alcanzar una buena iniciación de tallos aéreos temprano en primavera y la consiguiente producción precoz de forraje en esta época.

Similares efectos fueron encontrados en el experimento V para el período invernal (Ayala et al., 2003). Durante dicho período se alcanzaron las mayores tasas de crecimiento (20 kg MS/ha/día) para la oferta de forraje mas baja evaluada (6 kg MS/100 kg PV/día). Durante la primavera se mantuvieron a una oferta de forraje de 17 por ciento, con un disponible promedio de 1810 kg MS/ha y una contribución en el disponible de 35 por ciento de *Lotus subbiflorus* cv Rincón. La mayor tasa de crecimiento alcanzada para este período a diferencia del experimento IV fue para la

oferta de forraje de 6 por ciento invernal, alcanzando 36 kg MS/ha/día (Soca et al., 2002).

La mayor producción de forraje en el experimento IV durante todo el período (invierno-primavera) se obtuvo con altas asignaciones de forraje invernal, la producción fue 27 por ciento mayor en la asignación de 16 por ciento frente a la de 3 por ciento del PV. (Soca et al, 2002).

Es interesante de resaltar en el caso del mejoramiento con *Lotus pedunculatus* cv Maku las altas tasas de crecimiento (28 kg MS/ha/día) que se lograron aún a bajas ofertas de forraje (3 por ciento) lo que permitiría una mayor utilización del recurso forrajero disponible en conjunto con altas producciones de MS durante el período considerado.

El alivio otoñal (60-80días) de forma de diferir forraje para la estación crítica (invierno) obtuvo la mayor producción anual de forraje sin pérdidas excesivas en calidad (Carámbula y Ayala, 1995), asociado a una mejora en aspectos morfológicos de las plantas de *Lotus corniculatus* (Ayala et al., 2001). Esto no es coincidente con la bibliografía internacional consultada la cual establece que a altos niveles de forraje disponible, la producción neta decrece a incrementos en la cantidad de forraje. Por encima de un rango de 2500-3000 kg MS/ha la producción neta decrece marcadamente en pasturas mezcla de *Trifolium repens* y *Lolium multiflorum* (Korte et al, 1987).

Dicho alivio, debido a altos disponibles acumulados provoca disminuciones de calidad en la pastura por efecto del aumento en la relación tallo/hoja, madurez y senescencia de tejidos vegetales. Una ventaja de estos mejoramientos que incluyen leguminosas es que estas contribuyen a atenuar la reducción en la calidad, ya que en comparación con otras especies mantienen mayor proporción de hojas y de mayor digestibilidad a aumentos en la madurez (Korte et al., 1987).

Mediante este manejo (alivio otoñal) se promueve una mayor producción en primavera. Ambas especies sembradas (*Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*) se vieron beneficiadas por este manejo (Ayala et al., 2001). Ayala et al (2001), reportó que defoliaciones intensas generaron reducción en el número de tallos primarios en las plantas de *Lotus corniculatus*, ocurriendo disminuciones en el diámetro radicular en comparación con los tratamientos que recibieron descansos otoñales, afectando el crecimiento posterior. El mismo autor reportó que la frecuencia de defoliación no resulta un factor significativo si es evaluada por cortos períodos, siendo combinaciones de defoliaciones intensas y frecuentes inapropiadas.

En base a los datos del conjunto de experimentos (Anexo 1) y los datos del actual experimento, mediante el programa JMPIN (versión 4.0.4) se construyeron modelos de

regresión que relacionan altura y tasa de crecimiento de la pastura para las estaciones de otoño-invierno y primavera-verano. Dichos modelos se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7: Modelos de regresión que describen la relación entre altura y tasa de crecimiento de la pastura.

Estación	r²	b0	b1	n
otoño-invierno	0.29	7.4	1.19	19
primavera-verano	0.78	13.5	1.17	8

Referencias:

b0: intercepto (cm)

b1: coeficiente de regresión (cm)

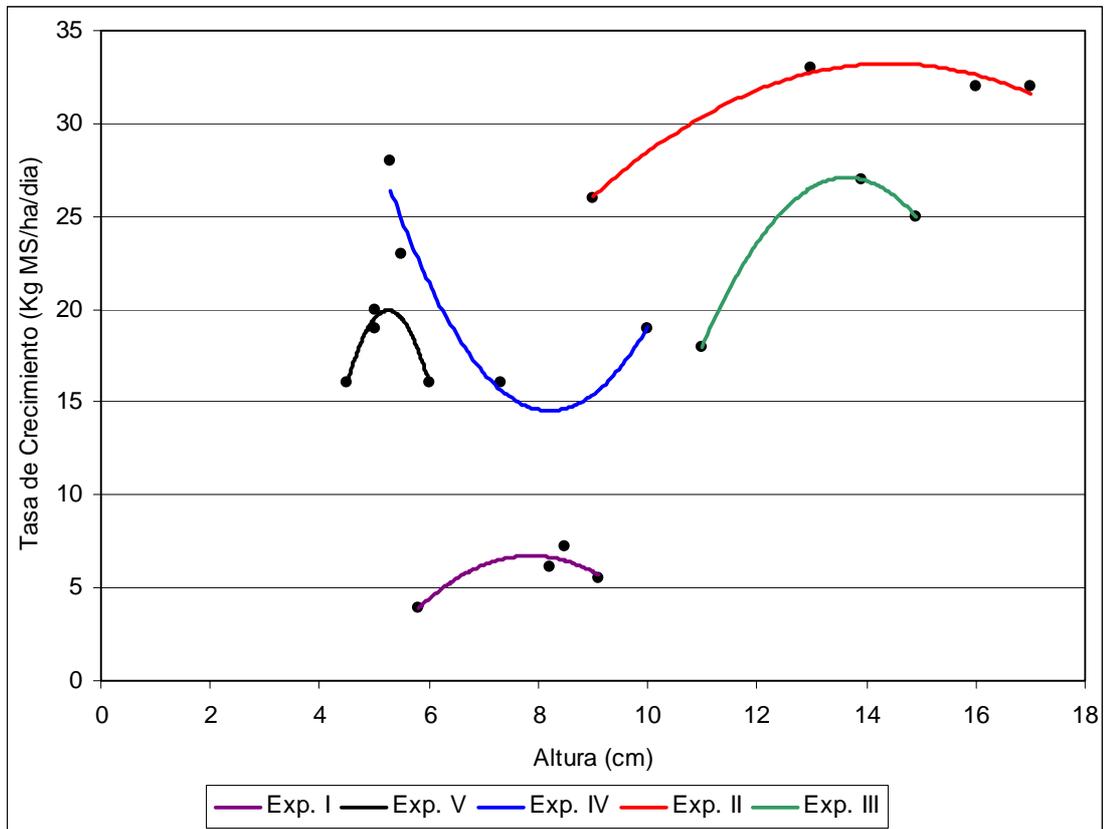
r²: coeficiente de correlación.

n: número de observaciones

Es importante resaltar que ambos ajustes fueron lineales para ambas estaciones y rango de altura evaluado, no existiendo una tendencia a estabilizarse la tasa de crecimiento.

Para la estación de otoño invierno variaciones en altura no explican las variaciones en tasa de crecimiento de la pastura dado el coeficiente de determinación alcanzado. Lo contrario ocurre para la estación de primavera-verano donde variaciones en altura explican mas de un 75 por ciento las variaciones en la tasa de crecimiento de la pastura.

En la Figura 2 se presenta la relación entre altura y tasa de crecimiento para cada experimento en particular.



Referencias:

Exp. I: Experimento I

Exp. II: Experimento II

Exp. III: Experimento III

Exp. IV: Experimento IV

Exp. V: Experimento V

Figura 2: Relación entre altura y tasa de crecimiento para cada experimento en particular

No se observa una tendencia clara en la respuesta encontrada para los experimentos I, IV y V. A alturas superiores a 8-10 cm la tendencia observada para los experimentos II y III es más clara, alcanzándose la máxima tasa de crecimiento en el rango de 13-15 cm de altura.

En la Figura 2 fue posible identificar diferencias en tasa de crecimiento (4-7 kg MS/ha/día a una altura de 13-14 cm) para dos estaciones y pasturas contrastantes, como es el caso del experimento II y III respectivamente. El experimento II se realizó durante la primavera sobre un mejoramiento extensivo de *Lotus corniculatus* cv Ganador, en

contraste con el experimento III el cual se realizó durante invierno sobre un mejoramiento extensivo compuesto por *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Lolium multiflorum*.

Para un mejoramiento extensivo de *Lotus pedunculatus* cv Maku (60-80 por ciento de Leguminosa), se reportó una tasa de crecimiento de 37.5 kg de materia seca por hectárea y por día durante primavera, lo que se aproxima a las tasas de crecimiento reportadas en la revisión para dicha estación (Bemhaja, 1996).

En un promedio de 4 años para un mejoramiento extensivo de *Lotus corniculatus* (10 por ciento) y *Trifolium repens* (25 por ciento) pastoreado con novillos en engorde se obtuvieron tasas de crecimiento de 17.5; 11.5; 29.4 kg de MS/ha/día para otoño, invierno y primavera respectivamente (Risso et al., 1997).

En el caso de un mejoramiento extensivo de *Lotus subbiflorus* pastoreado con novillos en engorde las tasas de crecimiento observadas fueron de 17.2; 9.7 y 31 kg de MS/ha/día para otoño, invierno y primavera respectivamente (Risso et al., 2001). Siendo las tasas de crecimiento de invierno y primavera similares a las reportadas en la revisión.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un predio comercial, propiedad del Sr. Curt Aligh, en el departamento de Rocha (S34°20'; W54°07') durante el período comprendido entre el 26/04 y 8/09 del año 2002.

A. TIPO DE SUELO Y PASTURA

El potrero donde se realizó el experimento se encuentra ubicado sobre la Unidad de Suelos Sierra de Polanco donde los suelos se caracterizan por su reducida capacidad de acumulación de agua, bajo contenido de materia orgánica, ph ligeramente ácido y muy bajos niveles de fósforo. Las pasturas naturales se caracterizan por una estacionalidad muy marcada, con un déficit invernal muy importante; con predominancia de especies estivales como *Paspalum notatum*, *Axonopus compressus*, *Piptochaetium sp.* y *Aristida murina* (Mas et al, 1997).

B. ANIMALES

Se utilizaron 24 terneras Hereford y cruza Angus-Hereford, de destete con 6 meses de edad y 157 ± 14 kg PV a inicio del experimento.

Los animales fueron sometidos a los tratamientos sanitarios que se describen en el cuadro 8.

Cuadro 8: Tratamiento sanitario aplicado a los animales durante el período experimental

Fecha	Producto suministrado
1/04/02	dectomax
26/04/02	clostrisan y levamisol
08/06/02	aftosa y levamisol

Fuente: Consulta Personal

C. PASTURA

El experimento se llevó a cabo sobre un mejoramiento de campo natural con *Lotus pedunculatus* cv. Maku. La siembra del mismo fue realizada en otoño de 1998. La tecnología de siembra fue al voleo con una densidad de 3 kg/ha de semilla de leguminosa y 200 kg/ha de fertilizante binario (7-40/40-0).

En el Cuadro 9 se presenta la estrategia de refertilización, la cual fue realizada siempre en otoño.

Cuadro 9: Estrategia de refertilización.

Año	Fertilizante	Dosis kg/ha	kg P ₂ O ₅ /ha
1999	Fosforita (0-10 ¹ /28-0)	150	42
2000	Fosforita (0-10 ¹ /28-0)	150	42
2002	Fosforita (0-10 ¹ /28-0)	170	47.6

Fuente: Consulta Personal

⁽¹⁾ % P₂O₅ soluble en Ac. cítrico 2%.

D. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos consistieron en cuatro ofertas de forraje, inicialmente planteadas como objetivo en 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0 kg MS/100 kg PV/día.

El área de los potreros fue ajustada al inicio del experimento para lograr las ofertas planteadas como objetivo. Dichas áreas fueron 0.5, 1.1, 1.7, 2.4 hectáreas para las ofertas de forraje 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0 kg MS/100 kg PV/día respectivamente. Dentro de cada potrero se colocaron 6 animales elegidos al azar.

Las ofertas de forraje reales fueron calculadas para los períodos (P1: 26/4-8/6 coincidente con el otoño, P2: 8/6-8/9 coincidente con el invierno, P1 + P2: 26/4-8/9 coincidente con otoño + invierno) en base a la cantidad de forraje promedio, la tasa de crecimiento y peso vivo de los animales en cada período como:

Oferta real de forraje = $100 * (\text{Disponible/ha/día} + \text{Crecimiento/ha/día}) * \text{Area}$

Peso vivo del lote

E. DETERMINACIONES

1. Pastura

Se realizaron determinaciones mensuales de cantidad de materia seca, crecimiento, altura y composición botánica del forraje. El crecimiento de la pastura se estimó en base a la modificación de la técnica de Lynch (1947). Se utilizaron 5 jaulas de exclusión por tratamiento. En cada jaula se cortaron 4 cuadrantes (20x50 cm) (cuadrantes 1-2-3-4), donde dos habían recibido un corte al ras del suelo el mes anterior (cuadrantes 2-4) y dos habían permanecido sin cortar (cuadrantes 1-3). De esta forma los cuadrantes 2 y 4 medirán el crecimiento a partir de brotación y los 1 y 3 el crecimiento a partir de lámina. La cantidad de forraje disponible se midió a través del corte de 2 cuadrantes fuera de la jaula de exclusión (cuadrantes 5-6). Luego de los cortes dentro de la jaula esta se coloca encima de los cortes 5-6 (en el próximo corte estos serán el 2 y 4 respectivamente).

Luego del corte se realizó el secado de cada cuadrante y/o fracción individualizada en estufa de aire forzado a 60°C durante 72 hrs. El peso de cada corte se determinó en balanza con una precisión de 0.1 gramos. Se tomaron pesos verde y seco en los cuadrantes 2-3-4-5-6 y peso verde y seco de cada fracción en el cuadrante 1. La altura se estimó con regla en base a 5 registros de la mayor densidad de forraje en la diagonal de cada uno de 6 cuadrantes de la jaula.

La composición botánica se determinó sobre la base de separación manual de fracciones *Lotus pedunculatus* cv Maku, verde (sin *Lotus pedunculatus* cv Maku) y restos secos en el cuadrante 1 de cada jaula de cada tratamiento. Se asumió que las proporciones de dichos atributos de la pastura fueron iguales en la fecha siguiente a la proporción no estimada en la fecha anterior. Dichas proporciones se extrapolaron desde la fecha siguiente a la anterior para así determinar los kg de cada fracción en la fecha anterior.

En la mitad del período experimental sobre la base de la realización de 50 muestreos aleatorios por tratamiento, mediante la apreciación visual se determinó la composición botánica de la pastura a través de la medición de la frecuencia de aparición de *Lotus pedunculatus* cv Maku, *Eryngium horridum*, suelo desnudo y restos secos en cuadros de 30x50 cm.

2. Animal

Cada 30 días a la misma hora del día sin desbaste se realizaron determinaciones de peso vivo con balanza electrónica con una precisión de 0.5 kg.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1. Pastura

Los datos de la pastura fueron analizados con el programa estadístico JMPIN versión 4.0.4 (SAS Institute Inc).

Se analizó la evolución de los atributos de la pastura mediante el siguiente modelo de medidas repetidas en el tiempo.

$$Y_{ij} = \mu + OF + Fecha(OF) + \epsilon_{ij}$$

donde

Y_{ij} = Atributo de la pastura

μ = media general

OF = oferta de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

Fecha = momento de muestreo.

ϵ_{ij} = error experimental

Los promedios de mínimos cuadrados fueron calculados para cada tratamiento por ANOVA en base al modelo

$$Y_{ij} = \mu + Fecha + \epsilon_{ij}$$

donde

Y_{ij} = Atributo de la pastura

μ = media general

Fecha = momento de muestreo.

ϵ_{ij} = error experimental

La comparación de promedios de mínimos cuadrados fue realizada mediante el test de Tukey ($P < 0.05$).

La evolución de los atributos de la pastura se ajustó al siguiente modelo de regresión simple

$$Y_{ij} = \mu + b_0 + b_1 * \text{Días} + \epsilon_{ij}.$$

donde

μ = media general

Días = días desde el inicio del experimento

b_0 = intercepto

ϵ_{ij} = error experimental

2. Animal

Los pesos vivos de cada animal fueron analizados por el programa SAS.

La ganancia de peso vivo fue estimada en base al siguiente modelo de medidas repetidas en el tiempo.

$$Y_{ij} = \mu + \text{PIE} + \text{OF} + \text{Días} + \text{Días} * \text{OF} + \epsilon_{ij}$$

donde

Y_{ij} = Peso Vivo (kg)

μ = media general

PIE = peso al inicio del experimento (kg)

Días = días desde el inicio del experimento

OF = Oferta de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

ϵ_{ij} = error experimental

Las diferencias entre los promedios de mínimos cuadrados fueron comparadas con el test de Tukey ($P < 0.05$).

La relación entre ganancia diaria del peso vivo y oferta de forraje fue analizada en base modelo.

$$Y_{ij} = \mu + \text{PIE} + \text{OF} + \epsilon_{ij}$$

donde

Y_{ij} = Ganancia diaria (kg PV/día)

μ = media general

OF = oferta de forraje (kg MS/100 kg PV/día)

PIE = peso al inicio del experimento (kg).

ϵ_{ij} = error experimental

La relación entre ganancia diaria de peso vivo y atributos de la pastura fue analizada en base al siguiente modelo de regresión

$$Y_{ij} = \mu + PIE + AT + \epsilon_{ij}$$

donde

Y_{ij} = Ganancia diaria (kg PV/día)

μ = media general

AT = atributo de la pastura

PIE= peso al inicio del experimento (kg).

ϵ_{ij} = error experimental

G. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se evaluó el resultado económico del proceso basado en una metodología propuesta por Bransby (1989). Se determinó el margen neto por hectárea (para el período del experimento) para cada tratamiento a diferentes relaciones precio de compra – precio de venta por kg de peso vivo. Los precios de insumos, hacienda y demás fueron extraídos de Estadísticas Agropecuarias de precios DIEA trimestre octubre-diciembre de 2003 (DIEA, 2003).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVOLUCIÓN DE LA OFERTA DE FORRAJE REAL.

En el Cuadro 10 se presenta la oferta de forraje real por período para cada tratamiento.

Cuadro 10: Oferta de forraje real promedio (kg MS/100 kg PV/día) por período y tratamiento

Períodos	Tratamientos			
	OF 1	OF 2	OF 3	OF 4
P1	3.5	7.7	9.2	15.5
P2	1.8	4.3	6.0	9.9
P1+P2	2.9	6.2	7.9	12.7

Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente
P1: 26/4-28/6; P2: 28/6-8/9; P1+ P2: 26/4-8/9

Se encontró una reducción de la oferta de forraje en P2 respecto a P1 en todos los tratamientos. Los factores determinantes de esta reducción fueron la reducción en la cantidad de forraje (Figura 3) e incremento de peso vivo animal (Figura 9). El experimento se realizó bajo condiciones de pastoreo continuo a carga fija durante un período de 135 días. Durante dicho período la evolución de la cantidad de forraje, peso vivo de los animales y tasa de crecimiento provocaron fluctuaciones en la oferta de forraje no predecibles en toda su magnitud.

Con el mismo enfoque experimental en el año 2001 fueron reportadas ofertas de forraje de 3, 5, 10, 16 kgMS/100kgPV/día (Soca et al., 2001).

La oferta real calculada para el período experimental (P1+P2) difirió en promedio para todos tratamientos en $15 \pm 6 \%$ respecto a las teóricas. La diferencia fue de mayor magnitud en el experimento realizado en el 2001 siendo esta de $28 \pm 22\%$ respecto a las teóricas.

B. COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA PASTURA

En el Cuadro 11 se presenta la composición botánica de la pastura por tratamiento en la fecha 29/7.

Cuadro 11: Composición botánica de la pastura por tratamiento el día 29/7.

Fracción	Tratamientos			
	OF 1	OF 2	OF 3	OF 4
Maku	17 ± 12	18 ± 18	24 ± 23	35 ± 27
Gramíneas	30 ± 20	34 ± 24	36 ± 22	25 ± 22
Cardilla	10 ± 19	10 ± 19	10 ± 20	13 ± 22
R.Secos	29 ± 18	33 ± 21	29 ± 19	26 ± 17
Suelo desnudo	15 ± 16	6 ± 10	1 ± 4	3 ± 5
Altura	4 ± 2	6 ± 2	7 ± 3	6 ± 3

Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Composición botánica (% de cada fracción ± desvío estándar)

Altura (cm.)

Los elevados desvíos en los componentes de la pastura evidencian una alta heterogeneidad entre sitios de muestreo (Cuadro 11), propio del tipo de pastura y sistema de pastoreo.

La menor oferta de forraje presentó el mayor porcentaje de suelo desnudo (15 por ciento). La elevada humedad del suelo y la alta carga animal aplicada a este tratamiento estarían provocando el deterioro del tapiz.

C. EVOLUCIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE LA PASTURA

En el Cuadro 12 se presenta el efecto de la oferta de forraje y fecha sobre los atributos de la pastura.

Cuadro 12: Efecto de la oferta de forraje y la fecha sobre los atributos de la pastura.

Variable	T	F (T)	r ²	P>F
Disponible	0.04	<0.0001	0.71	<0.0001
Altura	0.018	<0.0001	0.88	<0.0001
Kg Verde	0.43	<0.0001	0.70	<0.0001
Kg Maku	0.92	0.0013	0.41	0.046
% R.Secos	0.6	0.0010	0.37	0.02
% Maku/Verde			0.16	

Referencias:

T: probabilidad de que el efecto tratamiento no sea significativo.

F (T): probabilidad de que el efecto Fecha(Tratamiento) no sea significativo

r² = coeficiente de correlación

P>F = probabilidad de que el modelo no sea significativo

Kg Verde = cantidad de forraje verde (kg MS/ha)

Kg Maku = cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku

% R.Secos = proporción de restos secos en relación al disponible (%)

% Maku/Verde = proporción de *Lotus pedunculatus* cv Maku en la cantidad de forraje verde (%)

La evolución en el tiempo de todos los atributos de la pastura resultó afectada por la fecha (P<0.05) (Cuadro 12).

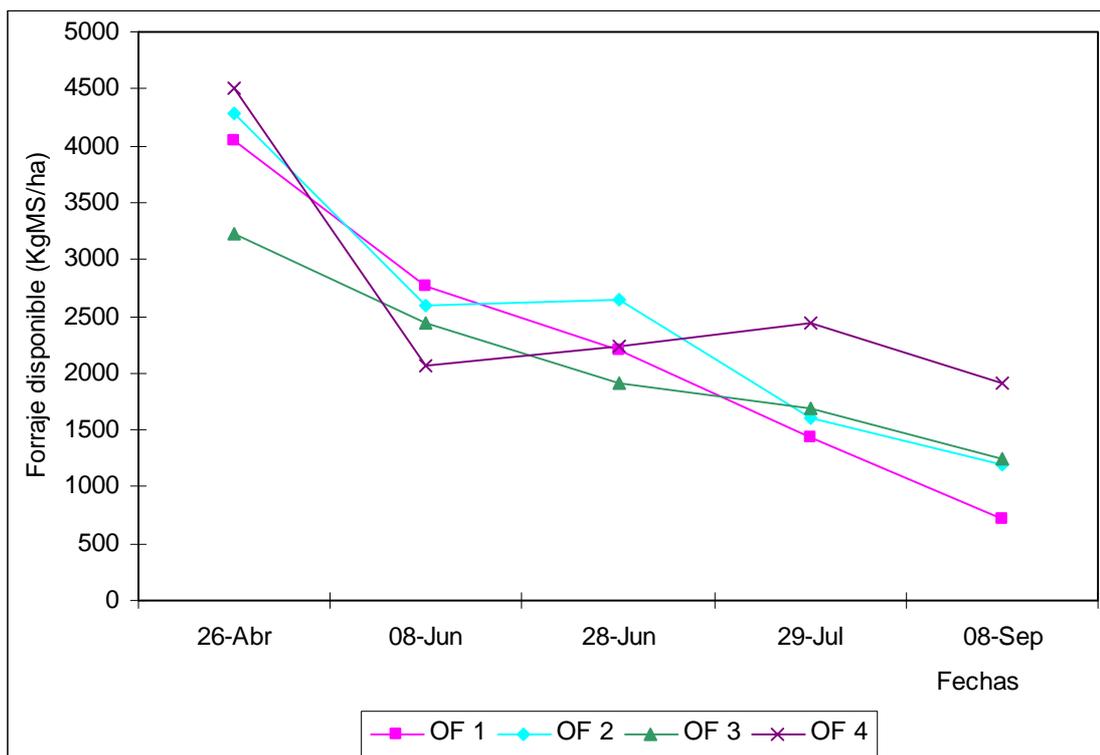
Dada la corta duración del experimento en términos de generar cambios en la pastura a través de la modificación de la interacción planta-animal, el efecto del tiempo tuvo un peso muy importante en el modelo de análisis estadístico.

La cantidad y altura resultaron afectadas por la oferta de forraje (P<0.05). La cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku, cantidad de verde, porcentaje de maku/verde y porcentaje de restos secos, no resultaron explicadas por la oferta de forraje (P<0.05) (Cuadro 12). Dicha respuesta posiblemente sea reflejo de la gran dispersión en los datos de estos atributos, producto de la heterogeneidad de la pastura y las limitantes de la metodología empleada.

En el Anexo 14 se presentan los promedios de mínimos cuadrados para los atributos de la pastura por tratamiento para todo el período experimental.

1. Disponibilidad total de forraje

En la Figura 3 se presenta la evolución de la disponibilidad de forraje para cada tratamiento.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Fechas: momentos de muestreo

Figura 3: Evolución de la cantidad de forraje en cada oferta (Promedios de Mínimos Cuadrados).

La cantidad de forraje cayó con una tasa de 19.4 kg MS/ha/día a medida que avanzaron los días desde el comienzo del experimento ($r^2=0.79$, $P<0.0001$). Dicha reducción fue de mayor magnitud en los tratamientos de menor oferta de forraje (OF1 y OF2), respecto a los de mayor oferta (Anexo 3).

Del 26/4 al 8/6 los tratamientos OF1, OF2 y OF4 reducen significativamente ($P<0,05$) la cantidad de forraje, no así OF3. Del 8/6 al 8/9 los tratamientos de mayor oferta de forraje (OF3 y OF4) no disminuyeron significativamente ($P<0,05$) el disponible, mientras que para los de menor oferta (OF1 y OF2) se registraron valores de

disponible significativamente ($P < 0,05$) menores a los del principio del período (Anexo 2).

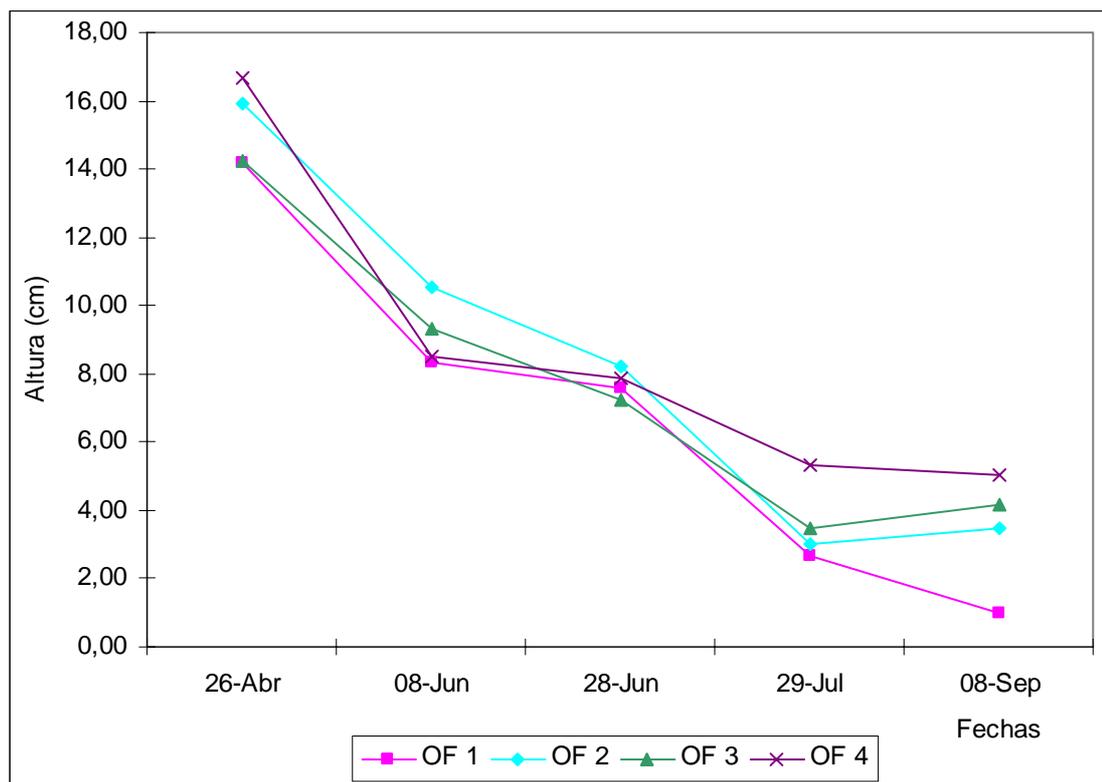
Solamente se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos en las fechas 29/7 y 8/9 entre OF1, OF2 con OF4 y entre OF1 con OF4 respectivamente (Anexo 2). El efecto de la oferta de forraje en el disponible, no se manifestó con claridad hasta ese momento (94 días luego de iniciado el experimento) lo cual resultó explicado por el elevado volumen de forraje presente al inicio del período, producto del diferimiento previo.

Durante el período 26/4-28/6 en todos los tratamientos se mantuvo una cantidad de forraje superior a 2000 kgMS/ha. El tratamiento OF4 superó los 2000 kgMS/ha durante todo el período experimental. Durante el período 29/7 - 8/9 OF1 mantuvo una cantidad de forraje promedio menor a 1000 kgMS/ha (Figura 3).

La disponibilidad inicial promedio de todo el experimento resultó 4010 ± 483 kgMS/ha, producto de la acumulación de forraje en el período 28/2-26/04. En el mismo experimento durante el año 2001, la acumulación de forraje registrada de abril a junio se ubicó en 4000 kgMS/ha (Soca et al., 2001). Los registros de forraje acumulado coinciden con lo reportado por la literatura, donde con cierres de fin de febrero durante 60 días (en un mejoramiento con *Lotus pedunculatus* cv Maku) la cantidad de forraje acumulado fue 4300 kg MS/ha (Ayala et al., 2000).

2. Altura del forraje disponible

En la Figura 4 se presenta la evolución de la altura del forraje disponible para cada tratamiento.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente
Fecha: momentos de muestreo

Figura 4: Evolución de la altura del forraje disponible en cada oferta (Promedios de Mínimos Cuadrados).

La altura cayó con una tasa de 0.09 cm por día a medida que avanzaron los días desde el comienzo del experimento ($r^2=0.86$, $P<0.0001$) y con mayor magnitud en los tratamientos de menor oferta de forraje (OF1 y OF2), respecto a los de mayor oferta (Anexo 5).

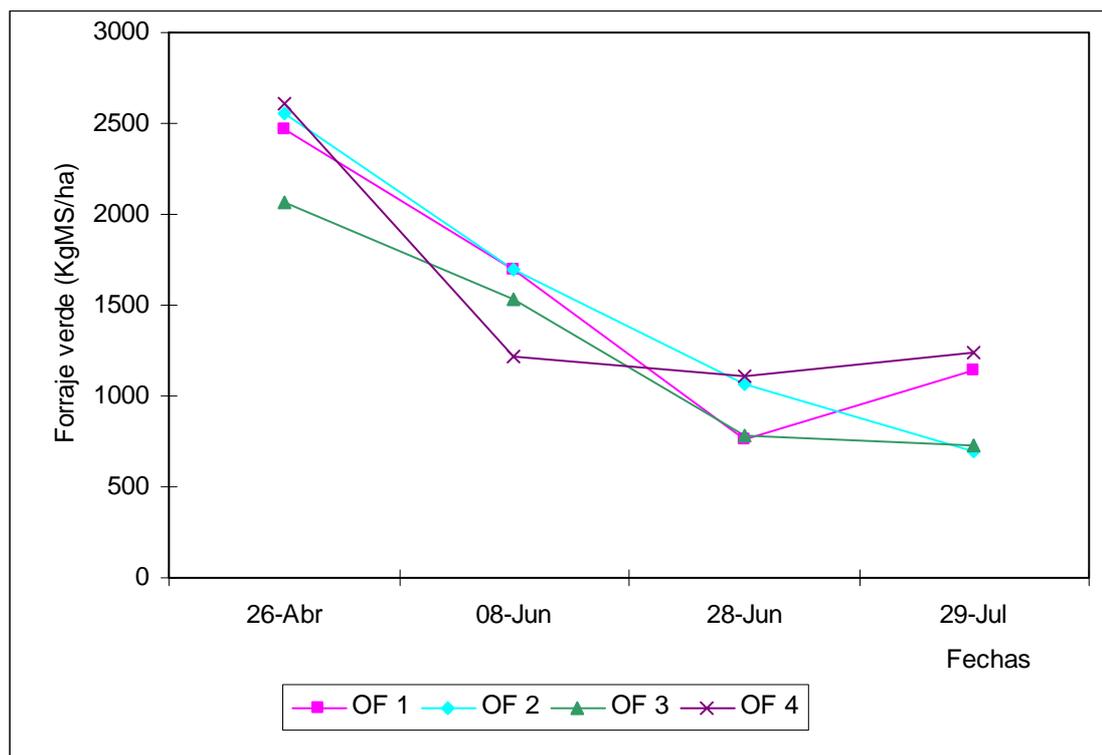
Todos los tratamientos redujeron la altura significativamente entre el 26/4 y el 8/6. Del 28/6 al 8/9 la reducción en la altura de forraje fue significativa ($P<0,05$) en los tratamientos OF1, OF2 y OF3, mientras que para OF4 no (Anexo 4).

Hasta el 28/6 se mantuvo en todos los tratamientos una altura superior a 7.0 cm. En el período 29/7-8/9 OF1, OF2 y OF3 mantuvieron una altura inferior a 5 cm. En OF4 la altura fue superior a 5 cm durante todo el período experimental (Figura 4).

La altura explicó el 56 por ciento de la variación en la cantidad de forraje ($P < 0.0001$) (Anexo 6). Por cada centímetro de incremento en la altura la disponibilidad se incrementó 197 kg de MS/ha. En el mismo experimento en el año 2001, Soca et al reportaron un incremento de 328 kg de MS/ha por centímetro de incremento en la altura ($r^2 = 69$) durante invierno y primavera. En el estrato comprendido entre 0-5 cm se encontró 1500 kg MS/ha.

3. Cantidad de forraje verde

En la Figura 5 se presenta la evolución de la cantidad de forraje verde para cada tratamiento.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Fecha: momentos de muestreo

Figura 5: Evolución de la cantidad de forraje verde en cada oferta (Promedios de Mínimos Cuadrados).

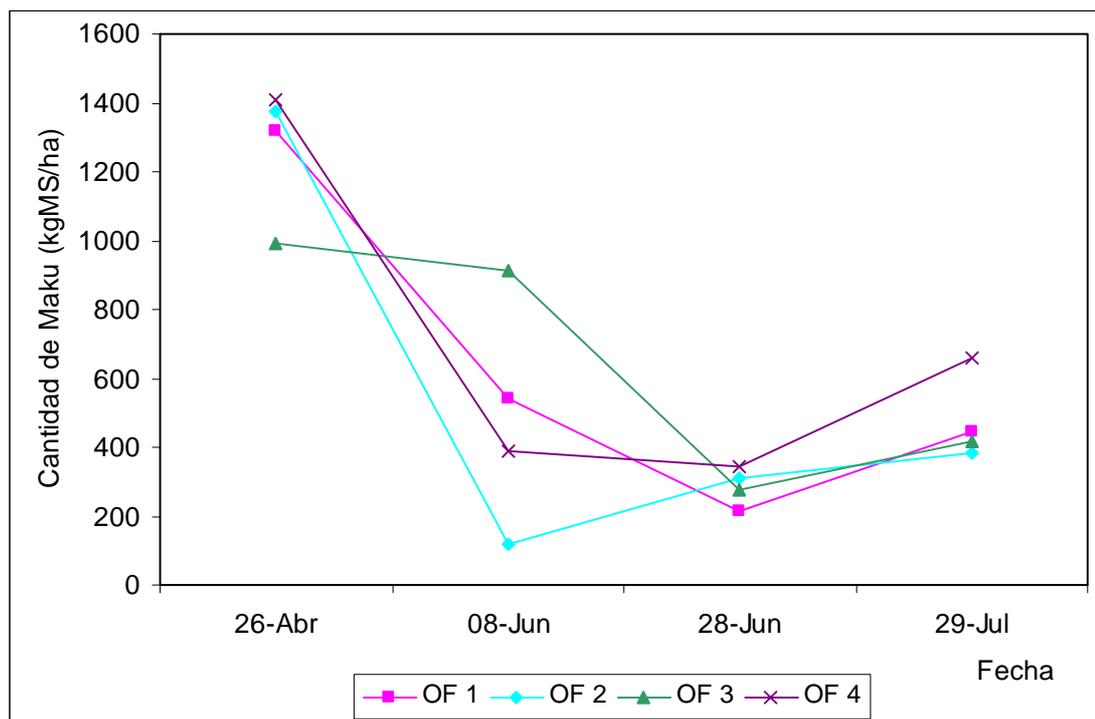
La cantidad de forraje verde cayó con una tasa de 16.8 kg MS/ha/día a medida que avanzaron los días desde el comienzo del experimento ($r^2=0.80$, $P<0.0001$) (Anexo 8).

Entre el 26/4 y el 28/6 la cantidad de forraje verde se redujo significativamente ($P<0,05$) en todos los tratamientos mientras que durante el 28/6 y 29/7 la diferencia no resultó significativa ($P<0,05$) en ninguno de los tratamientos (Anexo 7).

No se encontró diferencia significativa ($P<0,05$) entre tratamientos en la cantidad de forraje verde en ningún momento del período experimental (Anexo 7).

4. Cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku

En la Figura 6 se presenta la evolución de la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku para cada tratamiento.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Fecha: momentos de muestreo

Figura 6: Evolución de la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku en cada tratamiento (Promedios de Mínimos Cuadrados).

La cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku cayó con una tasa de 9.1 kg MS/ha/día a medida que avanzaron los días desde el comienzo del experimento ($r^2=0.55$, $P=0.0009$) y con mayor magnitud en los tratamientos OF1 y OF2 respecto a OF3 y OF4 (Anexo 10).

El análisis estadístico no encontró diferencias significativas ($P<0.05$) entre fechas para ninguno de los tratamientos debido a la gran dispersión de los datos recabados (Anexo 9).

Se encontró una tendencia general en la que se redujo la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku en el período 26/4-28/6 y aumentó entre el 28/6 y el 29/7. (Figura 6). Un efecto similar fue encontrado para el porcentaje de *Lotus pedunculatus* cv Maku en el forraje total y en el forraje verde (Anexo 11 y 12).

No se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos en la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku en ningún momento del período experimental (Anexo 9).

En el período 26/4-28/6 la reducción en la cantidad *Lotus pedunculatus* cv Maku seguramente se derive del efecto de la preferencia de los animales por la leguminosa a medida que transcurre el experimento. Las leguminosas en comparación con otras especies mantienen mayor proporción de hojas y de mayor digestibilidad al aumentar la madurez de la planta (Korte et al., 1987). Lo mismo fue detectado por apreciación visual en el mejoramiento, donde comparando al *Lotus pedunculatus* cv Maku con el resto de las especies presentes en el forraje diferido, este mantuvo mayor proporción de tejidos verdes a lo largo tiempo.

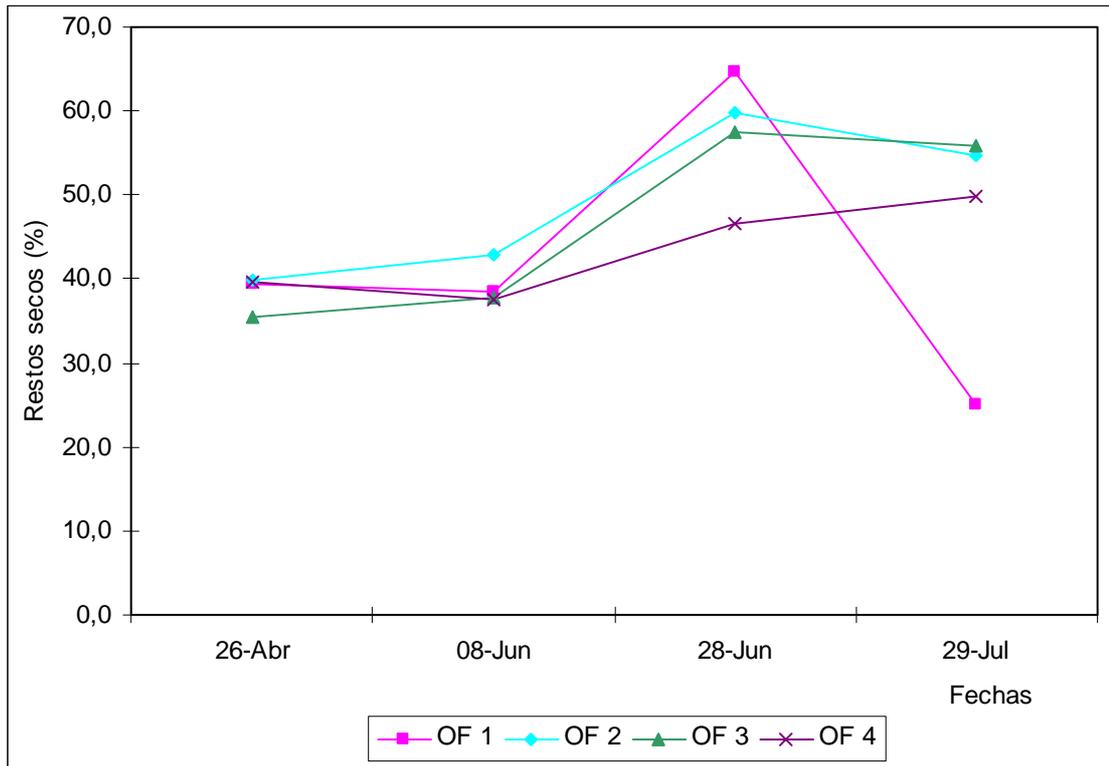
La tendencia encontrada en el período 28/6-29/7 seguramente se explique por la respuesta en crecimiento del *Lotus pedunculatus* cv Maku ante la reducción de la competencia de especies acompañantes. Esto último fue detectado visualmente en el marchitamiento de gran parte de las especies de campo natural con la aparición de las primeras heladas en el mes de junio y evidenciado en la evolución del porcentaje de restos secos (Figura 7).

La eliminación de la competencia de especies acompañantes provocó en el corto plazo una respuesta positiva en crecimiento del *Lotus pedunculatus* cv Maku basada en las reservas acumuladas por esta especie en el período de diferimiento (Sheath, 1978).

Al inicio del experimento el porcentaje de *Lotus pedunculatus* cv Maku en todos los tratamientos fue 32 ± 1 por ciento (Anexo 11). Para el mismo experimento durante 2001 se alcanzaron valores iniciales de 42 % (Soca et al., 2001). Durante el descanso otoñal la leguminosa en estudio desarrolla un crecimiento marcado de sus estolones y rizomas que le permite una buena acumulación de reservas y junto con esto un aumento considerable de su biomasa aérea, con el consecuente aumento de su proporción en el disponible total (Carámbula, 2001).

5. Porcentaje de restos secos

En la Figura 7 se presenta la evolución del porcentaje de restos secos para cada tratamiento.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente
Fecha: momentos de muestreo

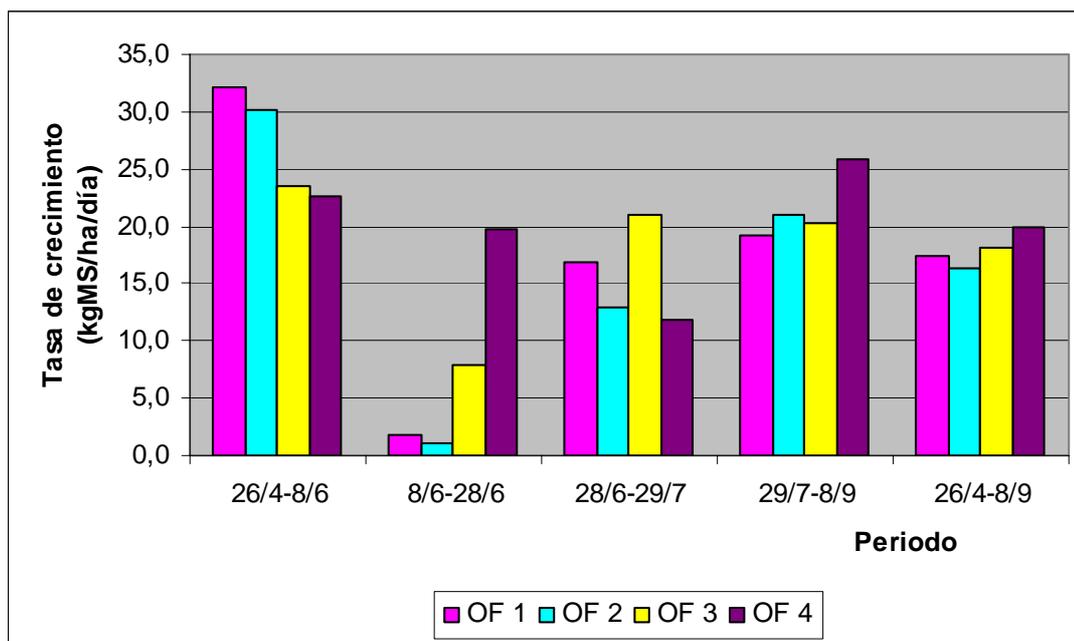
Figura 7: Evolución del porcentaje de restos secos en cada tratamiento (Promedios de Mínimos Cuadrados).

El único tratamiento donde varió significativamente ($P < 0,05$) el porcentaje de restos secos fue OF1, aumentando del 26/4 al 28/6 y disminuyendo del 28/6 al 29/7 (Anexo 13).

Se encontró una tendencia a aumentar el porcentaje de restos secos en los cuatro tratamientos en el período 8/6-28/6 (Figura 7). La presencia de una alta proporción de especies de campo natural en el disponible al finalizar el otoño provocó una acumulación importante de restos secos con la ocurrencia de las primeras heladas, lo cual coincide con lo reportado en la literatura nacional (Rovira, 2003).

D. TASA DE CRECIMIENTO DE FORRAJE.

En el Figura 8 se presenta la tasa de crecimiento de la pastura en cada período de muestreo y tratamiento.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: 3, 6, 8, 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Período: tiempo comprendido entre muestreos.

Figura 8: Tasas de crecimiento de la pastura por período y tratamiento.

No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos en todo el período experimental, ni en los periodos que lo componen.

En el período 26/4-8/6 se encontró un efecto de los tratamientos de menor oferta de forraje (OF1 y OF2) en promover el crecimiento de la pastura. Un efecto inverso se detectó para el período 29/7-8/9, donde el tratamiento OF4 alcanzó la mayor tasa de crecimiento (Figura 8). Ambas respuestas de la tasa de crecimiento de la pastura (en el corto y largo plazo respectivamente) a la oferta de forraje son coincidentes con la literatura (Sheath, 1978).

Durante 8/6-28/6 la tasa de crecimiento promedio de todos los tratamientos se redujo a 8 ± 9 Kg de MS/ha/día. Las condiciones climáticas en el mes de junio, donde se registraron las primeras heladas, junto con los mínimos promedios de temperatura del año (Anexo 15), se conjugaron para determinar un rápido marchitamiento de una parte

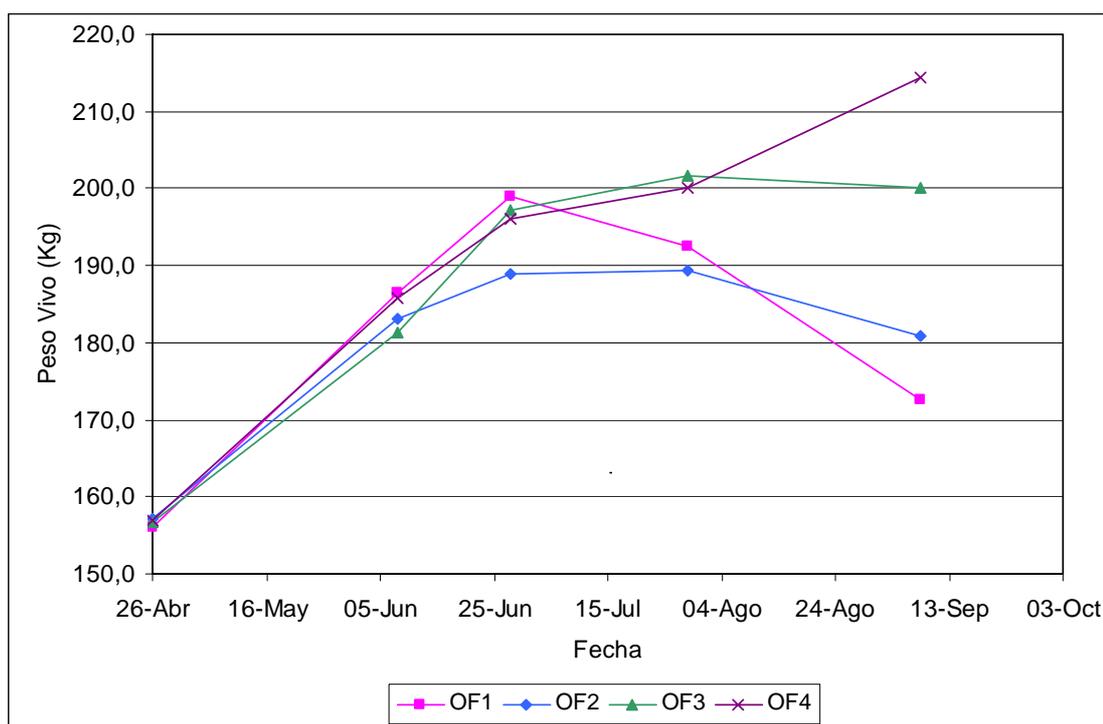
del área fotosintéticamente activa y mínimo crecimiento de lo verde residual. Un fenómeno similar se evidencia en el marcado aumento del porcentaje de restos secos en todos los tratamientos durante dicho período (Figura 7). Para el mes de junio la literatura nacional reporta tasas de crecimientos similares a las encontradas (10 kg de MS/ha/día, promedio de dos años y dos manejos en un mejoramiento de campo en base a *Lotus pedunculatus* cv Maku) (Ayala et al., 2001)

A partir del 28/6, luego de una marcada reducción en la altura del tapiz y cantidad de forraje, aparece una reactivación de la tasa de crecimiento (promedio de todos los tratamientos), alcanzando valores de 19 ± 4 KgMS/ha/día. En invierno, en mejoramientos de campo natural con *Lotus pedunculatus* cv Maku, se produce una fuerte reducción de la contribución de las especies de campo natural al forraje disponible principalmente debido a la senescencia y latencia de las especies dominantes de crecimiento primavera-estivo-otoñal. Se genera así una menor competencia frente a la especie introducida, favoreciendo el crecimiento invernal que esta presenta. Un efecto análogo ocurre con las pocas especies de ciclo invernal del campo natural. El crecimiento invernal de la leguminosa se explica fundamentalmente por los altos niveles de reserva (rizomas y estolones) alcanzados durante el período de alivio de la pastura previo al inicio del período experimental.

Para todo el período experimental se alcanzó una tasa de crecimiento promedio de todos los tratamientos de 18 ± 10 Kg de MS/ha/día, lo cual coincidió con lo reportado para un mejoramiento de campo con *Lotus pedunculatus* cv Maku (13 Kg de MS/ha/día promedio de 6 años) para el período otoño-invierno (Risso et al, 1996). La producción de forraje fue 10 por ciento superior en el tratamiento de 13 por ciento respecto al de 3 por ciento de oferta de forraje.

E. EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL

En la figura 9 se presenta la evolución de peso vivo promedio de mínimos cuadrados de los animales durante todo el período experimental.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Figura 9: Efecto de la fecha y oferta de forraje sobre el peso vivo promedio de terneras pastoreando *Lotus pedunculatus* cv Maku.

El peso vivo a inicio del experimento fue de 157 ± 14 Kg y se registró un aumento promedio para todo el período de 38 Kg/animal con valores extremos de 16 y 57 Kg/animal para OF1 y OF4 respectivamente.

La evolución en el tiempo del peso vivo resultó afectada por la fecha y la oferta de forraje ($P < 0.05$) (Anexo 18).

El peso final de las terneras fue de 173 ± 16 , 181 ± 12 , 200 ± 9 y 214 ± 21 Kg/animal para OF1, OF2, OF3 y OF4 respectivamente. Se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los pesos vivos promedio solo al final del período experimental (Anexo 17).

Las diferencias encontradas a fin del experimento reflejan el efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso vivo que determinaron diferentes pesos vivos finales.

En el cuadro 13 se presenta el efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia diaria de peso vivo.

Cuadro 13: Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia diaria de peso vivo (promedios de mínimos cuadrados).

	Tratamiento				CV
	OF 1	OF 2	OF 3	OF 4	
GMD	0,147c	0,180c	0,312b	0,432a	25,7
Oferta real	3	6	8	13	-

Referencias

a, b y c: Valores en la misma fila con letras diferentes difieren significativamente ($P<0,05$)

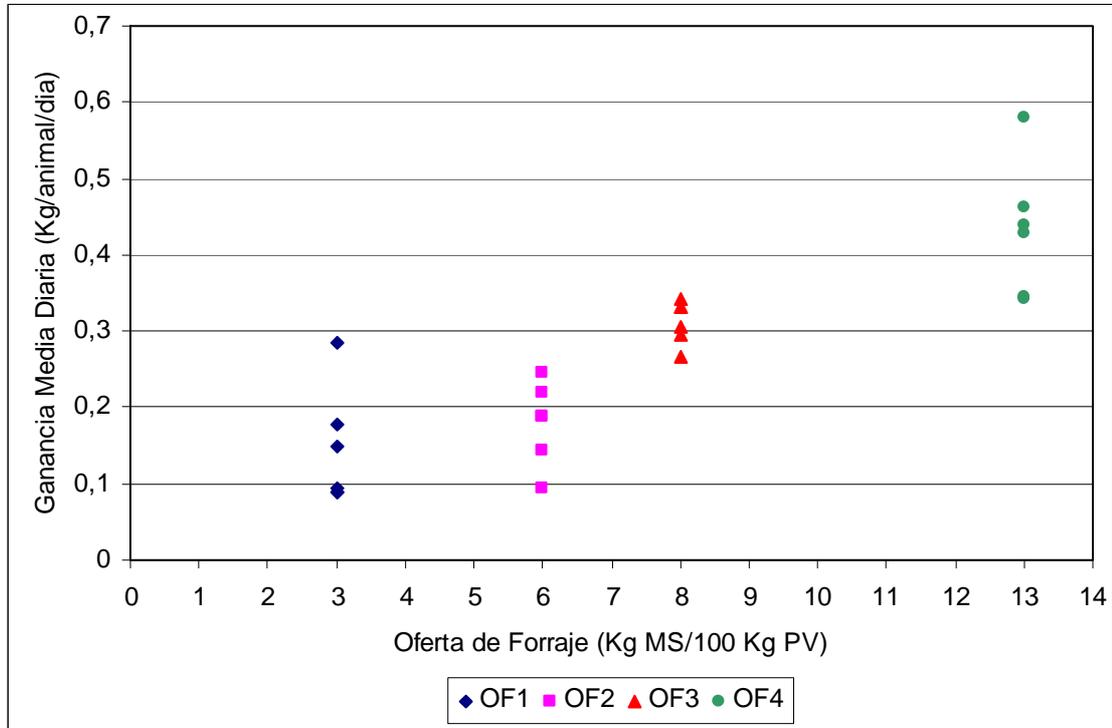
CV = Coeficiente de variación entre medias de mínimos cuadrados.

GMD = Ganancia media diaria (Kg/animal/día).

Oferta real = Kg MS/ 100 Kg de PV.

Se encontró diferencias significativas ($P<0,05$) en las ganancias de peso vivo de OF3 y OF4 mientras que OF1 y OF2 no difirieron entre si (Cuadro 13).

En la Figura 10 se presenta el efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia diaria por animal de cada tratamiento en el periodo 26/4 al 8/9.



Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Figura 10: Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia diaria individual por tratamiento en el periodo 26/4-8/9.

La ganancia media por animal estuvo por encima de cero en los animales de las cuatro ofertas de forraje evaluadas, observándose una alta dispersión en la ganancia de peso vivo entre los animales de cada tratamiento, tendiente a ser mayor en los tratamientos de menor y mayor oferta (OF1 y OF4) (Figura 10). En el Anexo 16 se presenta la evolución de peso vivo por animal.

Por cada 1 por ciento de aumento en la oferta de forraje la ganancia media diaria se incrementó en 0,03 kg PV/animal/día ($r^2 = 0.74$, $P < 0.0001$). El efecto del peso vivo a inicio del experimento no resultó significativo ($P < 0.05$) por lo cual no fue incluido en el modelo de regresión utilizado.

Similar respuesta se encontró en trabajos que relacionan oferta de forraje con ganancia de peso vivo para un amplio rango de ofertas (3-22 por ciento PV) bajo diversos tipos de mejoramientos de campo natural.

En el Cuadro 14 se presentan los diferentes modelos reportados en la literatura que relacionan oferta de forraje con ganancia media diaria.

Cuadro 14: Modelos que relacionan oferta de forraje con ganancia media diaria reportada en la bibliografía

Autor	r ²	b0	b1	Pastura	Oferta de Forraje	Sistema de pastoreo
Berrutti, (1994)	0.58	0.144	0.051	Campo Natural mejorado con <i>Lotus corniculatus</i> cv Ganador	4 a 11	Rotativo
Rovira, (2002)	0.97	-0.526	0.102	Campo natural mejorado con <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lolium multiflorum</i>	4 a 13	Continuo
Soca, (2001)	0.77	0.142	0.037	Campo natural mejorado con <i>Lotus pedunculatus</i> cv Maku	3 a 16	Continuo
Soca, (2001)	0.67	0.150	0.026	Campo natural mejorado con <i>Lotus subbiflorus</i> cv El Rincón	6 a 22	Continuo

b0: intercepto.

b1: coeficiente de regresión (kg PV/animal/día).

r²: coeficiente de correlación.

Rango oferta de forraje: (kg MS/100kg PV/día)

La oferta de forraje explicó entre el 58-97 por ciento de la variación en la ganancia diaria. Se registró un amplio rango de respuesta, entre 0,102 y 0,026 Kg PV/animal/día por cada unidad porcentual de aumento en la oferta de forraje (Cuadro 14).

Con excepción del campo natural mejorado con *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Lolium multiflorum* el coeficiente de regresión entre la oferta y ganancia diaria varió entre 0,026 - 0,051 kg PV/animal/día, lo cual resultó similar a lo encontrado en este trabajo (Cuadro 17).

Para el caso del experimento de Rovira (2002) la magnitud del coeficiente de regresión (0,102 kg PV/animal/día) posiblemente se explique por la composición botánica de la pastura dado que incluye *Lolium multiflorum*, *Trifolium repens* y no solo especies del género *Lotus*.

El coeficiente de regresión obtenido en el presente trabajo solo se diferencia del experimento realizado con la misma especie en el 2001 (Soca et al, 2001) en 0,007 Kg/animal/día.

Debido a los cambios registrados en los atributos de la pastura que marcan dos períodos de tiempo diferentes (Figura 3, 4, 5, 6 y 7) el análisis de la respuesta animal se realizó tomando en consideración el P1 (26/4 al 8/6) y P2 (8/6 al 8/9).

Para P1 el efecto de la oferta de forraje sobre la variación de la ganancia media diaria no fue significativo ($P < 0.05$), lo cual no resultó coincidente con la síntesis de literatura realizada (Cuadro 14).

La ganancia diaria animal superó lo reportado en la literatura para similares épocas del año, donde registros de 0,64 kg PV/animal/día se obtuvieron con ofertas de forraje superiores a 8 por ciento de peso vivo (Nicol y Nicol, 1987).

En otoño con incrementos en la oferta de forraje, la ganancia diaria de peso vivo aumentó de 0 a 0,64 Kg/animal/día para ofertas de 2 a 8 por ciento del peso vivo (Nicol y Nicol, 1987). La falta de respuesta a cambios en la oferta de forraje que se registró en otoño se explicaría por las condiciones de la pastura diferida. A inicio del experimento se encontró entre 3200 y 4500 kgMS/ha y 14-16 cm de altura con un 32 por ciento de leguminosa (Anexo 2, 4 y 11).

En los Cuadros 15 y 16 se presentan los atributos de la pastura y la performance animal obtenida en cada período.

Se presentan los atributos altura del forraje y disponibilidad por ser los que mejor explicaron la performance animal obtenida.

Cuadro 15: Atributos de la pastura y ganancia media diaria para los diferentes tratamientos durante P1 (promedios de mínimos cuadrados).

Tratamiento	Ganancia	Fecha	Atributos de la pastura	
			Altura	Disponible
OF1	0,742a	26-Abr	14a	4042a
		08-Jun	8b	2769b
OF2	0,521b	26-Abr	16a	4280a
		08-Jun	11b	2602b
OF3	0,630ab	26-Abr	14a	3221a
		08-Jun	9b	2435ab
OF4	0,626ab	26-Abr	17a	4498a
		08-Jun	8b	2058b

Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente
a y b: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente ($P < 0,05$).

Ganancia: Ganancia media diaria promedio de mínimos cuadrados (kg PV/animal/día).

Altura: promedio de mínimos cuadrados (centímetros).

Disponible: cantidad de forraje promedio de mínimos cuadrados (kg MS/ha).

Durante todo P1 la disponibilidad nunca descendió por debajo de 2000 Kg MS/ha y la altura del tapiz se mantuvo siempre por encima de 8 cm (Cuadro 15). La cantidad de forraje a alturas mayores a 5 cm no restringe el consumo animal en pasturas templadas (García, 1995). Para disponibilidades superiores a 2000 kg MS/ha en pasturas templadas los animales pueden seleccionar su dieta en un tiempo aceptable de pastoreo (6-9 hs) (Forbes y Coleman, 1987), consecuentemente la disponibilidad pasa a ser una variable descriptiva por lo que debe esperarse una correlación variable entre disponibilidad y performance animal (Burns et al., 1989).

En el rango de 3 a 10 por ciento de oferta de forraje durante otoño se obtuvieron ganancia diarias de peso vivo entre -0,21 y 0,2 Kg/animal/día (Berrutti, 1994), no obstante la cantidad de forraje y probablemente la calidad ingerida a través del porcentaje de leguminosa presente en la pastura resultó inferior a lo registrado durante el presente experimento.

Durante P2 se encontró una respuesta positiva entre oferta de forraje y ganancia de peso vivo (Cuadro 17) y se registraron diferencias significativas entre la ganancia de peso de todos los tratamientos ($P < 0,05$). La performance animal se redujo marcadamente con respecto a P1. Dicha reducción se explicaría por el cambio en los atributos de la pastura producto del efecto de las diferentes intensidades de pastoreo (Cuadro 16).

Cuadro 16 Atributos de la pastura y ganancia media diaria para los diferentes tratamientos durante P2.

Tratamiento	Ganancia	Fecha	Atributos de la pastura	
			Altura	Disponible
OF1	-0,373d	28-Jun	8a	2207ab
		29-Jul	3b	1429bc
		08-Sep	1b	717c
OF2	-0,120c	28-Jun	8a	2640a
		29-Jul	3b	1608ab
		08-Sep	4b	1189b
OF3	0,034b	28-Jun	7a	1912ab
		29-Jul	4b	1695ab
		08-Sep	4b	1249b
OF4	0,260a	28-Jun	8a	2239a
		29-Jul	5a	2445a
		08-Sep	5a	1916a

Referencias:

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

a y b: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente ($P < 0,05$)

Ganancia: Ganancia media diaria promedio de mínimos cuadrados (kg PV/animal/día)

Altura: promedio de mínimos cuadrados (centímetros)

Disponible: cantidad de forraje promedio de mínimos cuadrados (kg MS/ha)

La intensidad de pastoreo determinó una disminución en la altura del tapiz, cantidad de forraje total, verde y de Leguminosa, estas modificaciones podrían provocar una reducción en el consumo de forraje (García, 1995). A su vez el aumento registrado en el porcentaje de restos secos probablemente también determinó una reducción en el consumo de forraje (Poppi et al., 1987).

Es posible que las respuestas encontradas se expliquen no solo por cada atributo de la pastura actuando en forma aislada, siendo esperable una respuesta a varios atributos actuando en forma conjunta.

Se registró una disminución significativa ($P < 0,05$) de la cantidad de forraje disponible en los dos tratamientos de menor oferta de forraje, mientras que la disminución no fue significativa en los de mayor oferta (Cuadro 16).

La disponibilidad promedio para P2 se ubicó por debajo de 2500 kg MS/ha y se observó una disminución significativa ($P < 0,05$) con respecto a P1 de la cantidad de forraje verde para todas las ofertas evaluadas. La ganancia diaria se ubicó entre $-0,373$ y $0,260$ Kg PV/animal/día, lo cual concuerda con la literatura consultada que reporta que en el rango de 500 a 2500 Kg MS/ha un incremento en la cantidad de forraje, acompañado de un mayor porcentaje de material verde mejoró la respuesta animal

(Smith et al., 1982). En el experimento V de la revisión bibliográfica con una oferta de forraje de 6 por ciento de PV y una disponibilidad promedio de 1520 Kg MS/ha se obtuvo una ganancia de 0,260 Kg/animal/día (Ayala et al., 2003) y en el experimento I se concluye que el límite en disponible en el período (26/4-30/8) para lograr ganancia de peso varía entre 1350 y 1500 Kg Ms/ha (Berrutti, 1994).

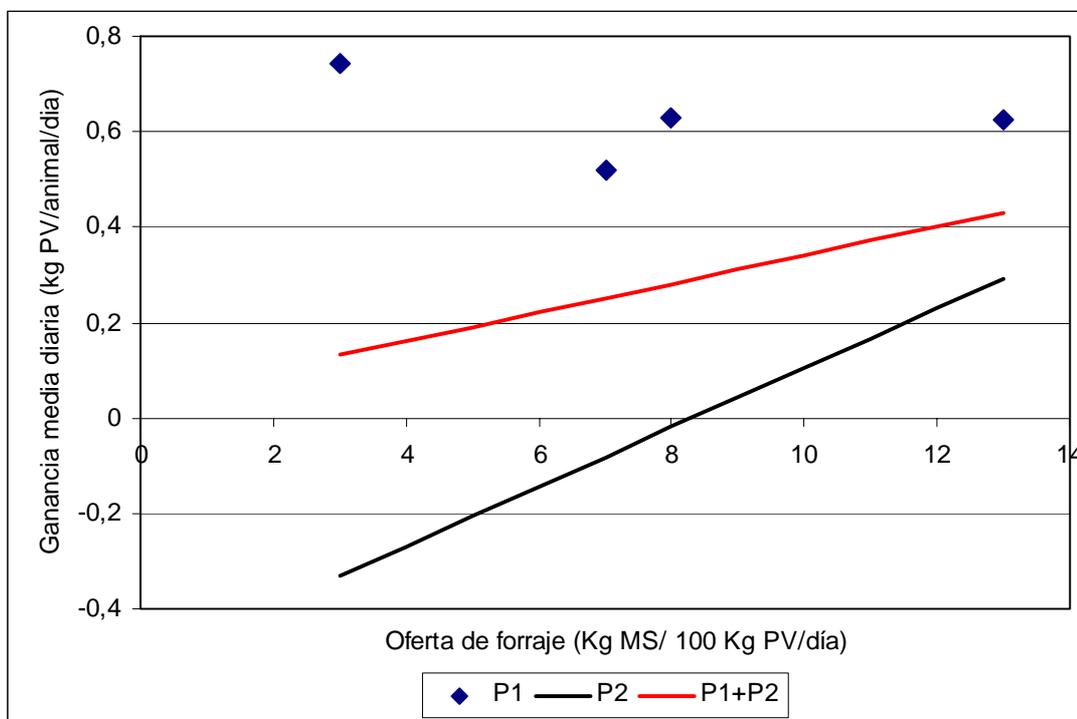
La altura del forraje se redujo significativamente ($P < 0,05$) en todos los tratamientos durante P2 con excepción de OF4, ubicándose a partir de 29/07 en valores inferiores a 8 cm (Cuadro 16). Bajo pastoreo continuo es esperable que el consumo y performance animal comiencen a decrecer cuando la altura de la pastura se sitúa por debajo de 8-10 cm (Hodgson, 1990). A partir de 29/7 la altura de los tratamientos de menor oferta (OF1-OF3) presentaron registros inferiores a 5 cm (Figura 4), lo que podría estar explicando la menor performance alcanzada por estos respecto a OF4, ya que el estrato inferior a 5cm es el menos disponible para la ingestión, de inferior calidad y normalmente el animal no tiene posibilidades físicas de cosechar la cantidad de forraje que necesita para completar su dieta dentro del tiempo destinado a pastoreo (García, 1995).

Los animales de OF1 y OF2 con 2 y 4 por ciento de oferta real de forraje perdieron peso durante P2, esto es coincidente con el trabajo realizado por Rovira, 2003 (Cuadro 1) en el cual con ofertas de forraje inferiores a 5 por ciento y disponibilidades menores a 2000 Kg MS/Ha los animales perdieron peso.

Durante P2 se apreció una mayor reducción en la cantidad de Leguminosa en los dos tratamientos de menor oferta (Anexo 10). El porcentaje de leguminosas no registró diferencias significativas, no obstante se registró una tendencia a inferiores valores a fin del experimento (Figura 6).

Los experimentos sintetizados en la revisión bibliográfica reportan valores de leguminosa superiores al 25 por ciento. En el experimento realizado durante 2001 el porcentaje inicial de leguminosa fue de 42 por ciento y la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku varió entre 400 y 700 Kg MS /ha (Ayala et al., 2003).

En la figura 11 se presenta la relación entre oferta de forraje real y ganancia de peso vivo obtenida en los diferentes períodos.



Referencias:

P1 = período entre 26/4 y 28/6

P2 = período entre 28/6 y 8/9

P1 + P2 = período entre 26/4 y 8/9

Figura 11: Relación entre oferta de forraje y ganancia de peso vivo en los períodos (Modelos de regresión ajustados).

Durante P1 no se encontró respuesta en la ganancia de peso con incrementos en la oferta de forraje, mientras que en P2 se logró un aceptable ajuste ($r^2=0,79$), encontrándose una relación lineal y positiva entre oferta de forraje y ganancia media diaria. El mismo tipo de relación se encontró para todo el período ($r^2= 0,74$). Los coeficientes de regresión encontrados para los diferentes períodos se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 17: Modelo de regresión que relaciona oferta de forraje con ganancia media diaria en P2 y todo el período.

Período	b_0	b_1	r^2	P>F	CME	n
P2	-0,52	0,062	0,79	<0.0001	0,015	24
P1+ P2	+0,041	0,030	0,74	<0.0001	0,0047	24

Referencias

P2 = período entre 28/6 y 8/9

P1 + P2 = período entre 26/4 y 8/9

b_0 = intercepto

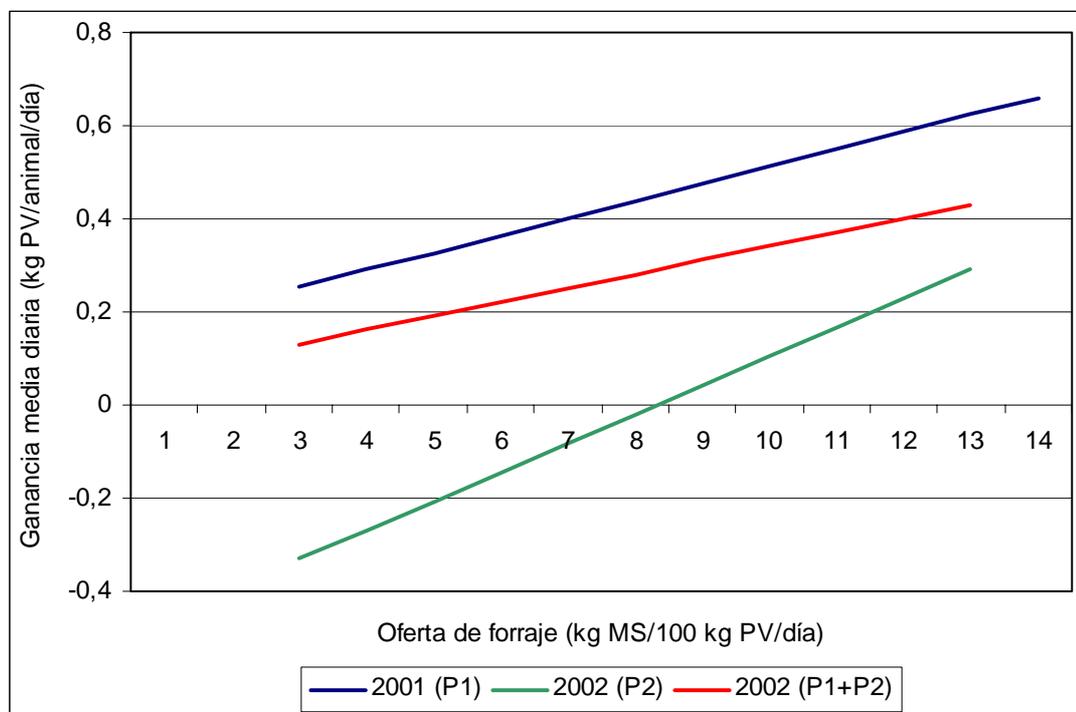
b_1 = coeficiente de regresión

r^2 : coeficiente de determinación.

CME = Cuadrado medio del error

n = número de observaciones

En la Figura 12 se presentan las relaciones encontradas entre oferta de forraje y ganancia media diaria en el presente experimento y el desarrollado con el mismo enfoque durante el 2001 (Soca et al., 2001).



Referencias:

2001 (P1)= período entre 30/6 y 9/10 del año 2001

2002 (P2) = período entre 28/6 y 8/9 del año 2002

2002 (P1+P2) = período entre 26/4 y 8/9 del año 2002

Figura 12: Relación entre oferta de forraje y ganancia media diaria en el presente experimento y el llevado a cabo en el año 2001.

En ambos años oferta de forraje y ganancia de peso mostraron una relación lineal. En el 2001 no existieron pérdidas de peso y el coeficiente de regresión fue de 0,037 Kg PV/animal/día. Los modelos ajustados en el 2002 también son lineales y el modelo ajustado para P2 obtuvo ganancias positivas a partir de 8 por ciento de oferta de forraje, con aumentos de peso de 0.062 kg PV/animal/día cada 1 por ciento de aumento en la oferta de forraje, mientras que para P1+P2 no se obtuvieron pérdidas de peso y por cada aumento porcentual en la oferta de forraje se obtuvieron ganancias de 0,030 kg PV/animal/día (Cuadro 17).

En el experimento del 2001 se obtuvo una diferencia significativa en la ganancia de peso entre todas las ofertas evaluadas durante el período de invierno, al igual que en el caso del experimento realizado en el año 2002 (Cuadro 16). La diferente respuesta encontrada durante 2002 para P2 se explica por los diferentes períodos evaluados, que si bien coinciden en el invierno las condiciones de la pastura en ese momento son totalmente diferentes. El forraje diferido se encuentra en pie al comienzo del

experimento en el 2001, mientras que en el 2002 al inicio del invierno el forraje diferido previo al inicio del experimento ya fue consumido durante P1, resultando disponibles menores y condiciones de la pastura diferentes. La disponibilidad inicial en el año 2001 fue de 4000 ± 689 Kg MS/Ha previo diferimiento, con un contenido de Leguminosa de 1680 ± 289 Kg MS/ha, mientras que en el año 2002 la cantidad de forraje a inicio de P2 varió entre 1912 y 2640 Kg MS/ha previo pastoreo, con un contenido de *Lotus pedunculatus* cv Maku entre 215 y 341 kg MS/ha.

F. ATRIBUTOS DE LA PASTURA Y PERFORMANCE ANIMAL

En el Cuadro 18 se presentan los modelos de regresión que mejor ajustaron la relación entre atributos de la pastura y la ganancia diaria.

Cuadro 18: Modelos que describen la relación entre atributos de la pastura y la ganancia diaria de peso.

	VARIABLES			
	Disponible	Altura	Verde	Maku
r ²	0.858	0.916	0.711	0.865
n	48	48	48	48
b ₀	-0.663	-0.154	-0.526	-0.473
b ₁	0.00044	0.093	0.00057	0.0014
b ₂	-2.7 E-7*(Disponible-2504) ²	0.025*(Altura-8.58) ²		-0.0000023*(Maku-631) ²
P>F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Referencias:

Disponible: cantidad de forraje (kg MS/ha)

Altura: altura de la pastura (cm)

Verde: cantidad de forraje verde (kg MS/ha)

Maku: cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku (kg MS/ha).

r²: coeficiente de correlación.

n: número de observaciones.

b₀: intercepto

b₁, b₂: coeficiente de regresión

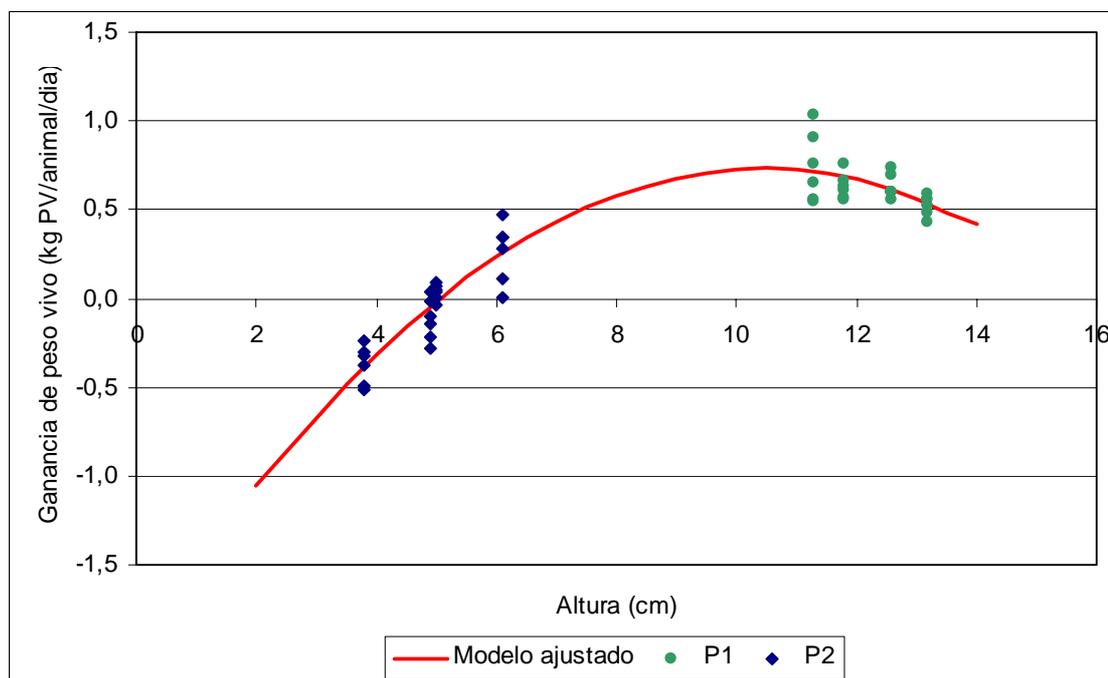
P>F: probabilidad de que el efecto del modelo sea significativo

Se encontró una respuesta cuadrática para cantidad de forraje, altura y cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku donde dichos atributos explicaron más del 86% (P<0.0001) de la variación en ganancia diaria de peso vivo. La cantidad de forraje verde se relacionó en forma lineal con la ganancia diaria de peso vivo, explicando el 71 por ciento de la variación en la ganancia. El efecto del peso vivo al inicio del experimento no resultó

significativo en los modelos de regresión que relacionaron ganancia diaria de peso vivo con los atributos de la pastura ($P < 0.05$).

El atributo de la pastura que mejor explicó la ganancia diaria de peso fue altura ($r^2 = 0.92$), lo cual es coincidente con la literatura consultada (Berrutti, 1994).

En la Figura 13 se presenta la relación entre altura y ganancia de peso vivo.



Referencias:

Modelo ajustado = curva construida con el modelo que mejor ajustó la relación entre dichas variables.

P1 = Período entre 26/4 y 28/6.

P2 = Período entre 28/ y 8/9.

cm = centímetros

Figura 13: Relación entre altura y ganancia diaria de peso vivo.

Alturas en el rango de 9-10 cm determinaron el máximo de respuesta en ganancia diaria de peso vivo, lo cual coincide con la literatura consultada donde la máxima ganancia de peso vivo en la estación otoño-invierno se encontró con una altura de 11 cm (Berrutti, 1994).

Por debajo de 5 cm de altura se encontraron pérdidas de peso. Esto coincide con la bibliografía, la cual afirma que en el estrato por debajo de 5cm de altura el animal no tiene posibilidades físicas de cosechar el forraje suficiente para completar su dieta en el

tiempo destinado a pastoreo (García, 1995). Alturas por debajo de 7 cm determinaron pérdidas de peso en el período otoño-invierno (Berrutti, 1994).

Se encontró una alta asociación entre disponible, altura, cantidad de verde y de *Lotus pedunculatus* cv Maku. Las figuras que vinculan ganancia diaria de peso vivo con cantidad de forraje, cantidad de forraje verde y cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku se presentan en los Anexos 20, 21 y 22.

La relación entre disponible y performance animal coincide con la respuesta curvilínea reportada entre consumo de forraje y performance animal ante variaciones en la cantidad de forraje disponible (Hodgson et al., 1975).

Según el modelo ajustado a partir de 3000 Kg MS/ha de forraje disponible cesa la respuesta en ganancia diaria de peso vivo al incremento en la cantidad de forraje. En el rango comprendido entre 900-2250 kg MS/ha de forraje disponible nos situamos en la fase lineal del modelo, coincidente con Smith (1982) el cual reportó una relación lineal en el rango de cantidades entre 500-2500 kg MS/ha.

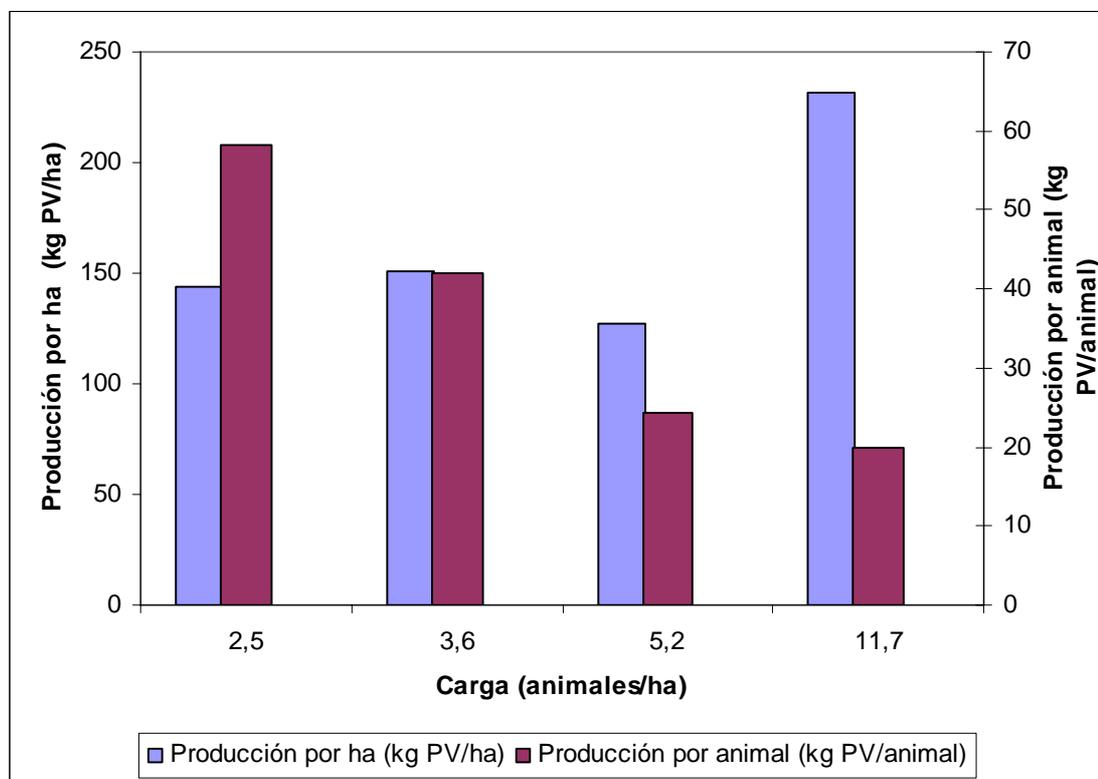
Cada 1000 kg MS/ha de aumento en la cantidad de forraje verde se alcanzó un aumento en la ganancia diaria de 0.57 kg PV/animal/día, lo cual es coincidente con la bibliografía, que establece que cuanto más alto el porcentaje de material verde mejor será el comportamiento animal (Smith et al., 1982).

Según el modelo cuadrático ajustado para la variable cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku, en el rango 900-1000 Kg MS/ha de *Lotus pedunculatus* cv Maku, se estabiliza la respuesta en ganancia diaria de peso vivo.

G. RELACIÓN ENTRE LA OFERTA DE FORRAJE, CARGA ANIMAL, PRODUCCIÓN DE CARNE POR ANIMAL, POR UNIDAD DE SUPERFICIE Y MARGEN ECONÓMICO.

La carga animal que soportó cada oferta de forraje se asoció con cambios en la performance por animal y unidad de superficie. Las cargas resultantes para cada oferta de forraje fueron OF4= 2,5; OF3=3,6; OF2=5,2 y OF1=11,7 animales por hectárea.

En la figura 14 se presenta estimaciones de la carga animal, producción individual y por hectárea bajo diferentes ofertas de forraje para todo el período evaluado.



Referencias:

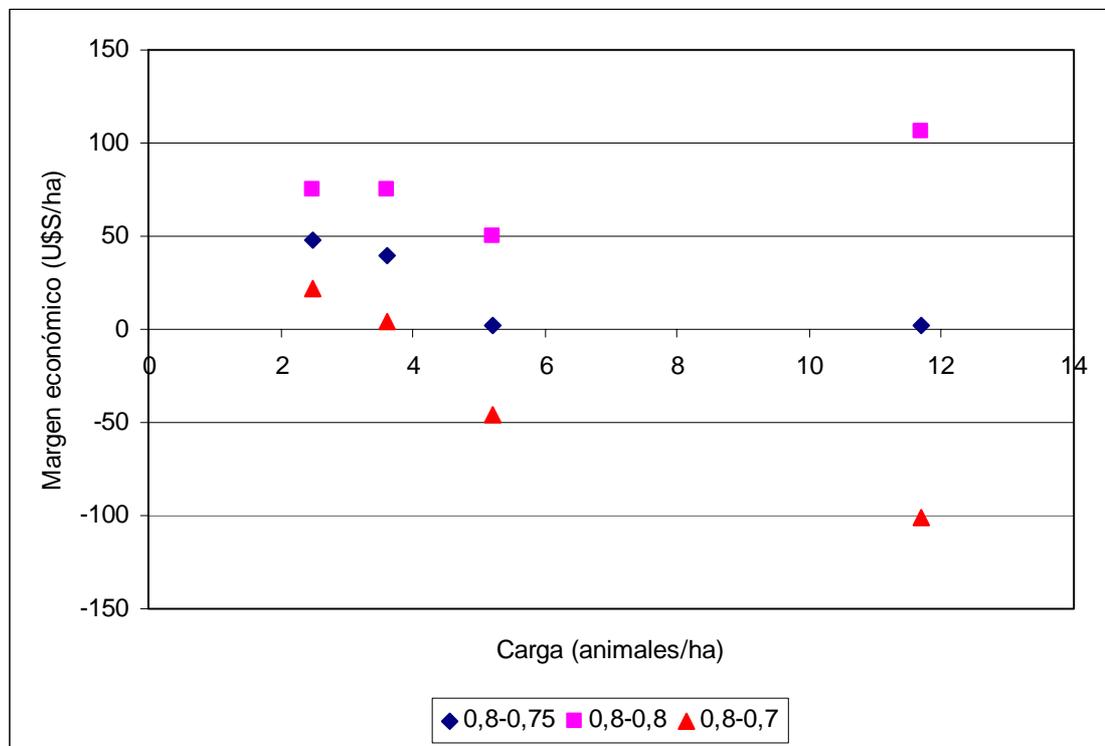
2,5, 3,6, 5,2 y 11,7 animales/ha: tratamientos 3, 6, 8 y 13 por ciento de oferta de forraje respectivamente

Figura 14: Estimaciones de la carga animal, producción individual y por hectárea bajo diferentes ofertas de forraje para todo el período evaluado.

La producción por animal se incrementó en respuesta al incremento en la oferta de forraje lo que determinó una mejor performance individual con baja carga animal. La performance individual fue 38 kg/animal superior en el tratamiento de menor carga respecto al de mayor carga.

Existió una tendencia a mejorar la producción de carne por unidad de superficie a mayores cargas pero debe ser considerado el hecho del corto período de tiempo que abarcó el experimento y la falta de repetición de los tratamientos en el espacio, lo cual limitaría la posibilidad de realizar inferencias precisas sobre los indicadores productivos por unidad de superficie derivados del experimento.

En la Figura 15 se presenta la relación entre carga y margen económico del proceso para tres posibles escenarios de precios de compra-venta.



Referencias

Leyenda: Escenarios de precio compra-precio venta (US\$/kg PV).

Figura 15: Relación entre carga y margen económico del proceso.

El margen económico por hectárea mostró una respuesta variable entre cargas según las relaciones de precio de compra-venta considerados. El riesgo asociado a la relación precio de compra-venta mostró una tendencia a aumentar con el aumento de carga. Se encontró el mayor margen en el tratamiento de mayor carga bajo la relación de precios 0.8-0.8 (US\$/kg PV) compra-venta respectivamente. Los tratamientos de 2.5 y 3.6 animales/ha no mostraron margen negativo bajo ninguna de las relaciones precio

compra-venta consideradas y maximizaron el margen bajo las situaciones de precios 0.8-0.75 y 0.8-0.7 (U\$S/kg) (Anexo 23).

Si comparamos con el experimento realizado en 2001 el cual incluye dentro del análisis a la primavera, se obtuvo el mayor margen con la carga invernal mas alta pero asociado a un riesgo menor y donde el margen logrado supera a los de menor carga para las tres relaciones de precio analizadas. Esto permite mantener una carga mayor durante el período de restricción de forraje y realizar una mayor utilización del forraje durante la primavera obteniendo un mayor margen económico por hectárea (Anexo 23).

H. SÍNTESIS

La interacción planta-animal se expresó a través del efecto de la oferta de forraje sobre atributos de la pastura y la/s relaciones entre los atributos de la pastura y la performance animal.

La máxima ganancia diaria de peso vivo (0.43 kg PV/animal/día) se obtuvo con 13 por ciento de oferta de forraje lo cual se asoció con 9 cm de altura y 2631-1580-734 kgMS/ha de forraje total, verde y *Lotus pedunculatus* cv Maku respectivamente.

La mínima ganancia diaria de peso vivo (0.147 kg PV/animal/día) se obtuvo con 3 por ciento de oferta de forraje no difiriendo significativamente ($P < 0.05$) del tratamiento de 6 por ciento (0.180 kg PV/animal/día).

Si se inicia el trabajo con animales de 157 Kg de PV es posible pasar el período de restricción forrajera (26/4-8/9) que se presenta en la mayoría de los sistemas de producción de ganadería extensiva del país en base a:

- La realización de un diferimiento durante 60 días previo al inicio (28/2 al 26/4). Dicha pastura diferida debe presentar 3000–2000 kg MS/ha de forraje total y verde con 14 cm de altura y 30 por ciento de leguminosa.
- La asignación de 8 kg de MS/ha/día para el período 26/4-8/9.

En base a dichos parámetros es posible lograr ganancias de 0.630 Kg/animal/día durante otoño y performances próximas a mantenimiento (0.034 kg PV/anima/día) en

invierno. Dicho manejo se asoció a una carga de 3.6 animales/ha durante los meses de mayo-agosto inclusive y una producción de 43 kilos por animal y 150 kilos por hectárea.

Resultados obtenidos en el experimento IV indican que los tratamientos de 3 y 5 por ciento de oferta de forraje invernal expresaron crecimiento compensatorio durante la primavera. Es posible hipotetizar que el manejo planteado anteriormente permitiría expresar parte del crecimiento compensatorio habiendo soportado una carga invernal 44 por ciento superior al tratamiento de 13 por ciento de oferta de forraje.

Los resultados económicos del proceso para el manejo planteado permitirían obtener márgenes positivos con un bajo riesgo asociado a variaciones en la relación de precios compra-venta.

V. CONCLUSIONES

- ◆ La oferta de forraje en el período 26/4-8/9 explicó un 74 por ciento de la variación en performance animal. Por cada aumento porcentual en la oferta de forraje la ganancia de peso vivo aumentó en 0.03 kg PV/animal/día. El incremento en la oferta de forraje de 3 a 13 kg MS/100 kg PV/día mejoró la performance animal de 0.147 a 0.430 kg PV/animal/día.
- ◆ Las diferentes ofertas de forraje evaluadas durante el período experimental no generaron efectos significativos en la tasa de crecimiento de la pastura.
- ◆ El incremento de la oferta de forraje de 3 a 13 kg MS/100 kg PV/día mejoró la producción de carne por animal de 20 a 58 kg PV/animal y redujo la producción por hectárea de 232 a 142 kg PV/ha.
- ◆ El atributo de la pastura que mejor explicó las variaciones en la ganancia de peso vivo fue la altura ($r^2 = 0.92$). Un incremento en la altura de 4 a 10 centímetros mejoró la ganancia diaria de peso vivo de -0.300 kg/animal/día a 0.725 kg/animal/día.
- ◆ No se encontró relación entre atributos de la pastura y tasa de crecimiento.

VI. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la oferta de forraje sobre el crecimiento de la pastura y la performance animal de vacunos en crecimiento se asignaron cuatro ofertas de forraje para el período 26/4-8/9 del 2002 sobre un campo natural mejorado con *Lotus pedunculatus* cv Maku diferido de 60 días. Cada tratamiento contó con 6 animales cruza Angus-Hereford con un peso vivo inicial de 157 kg a los que se les asignó parcelas de 0.5; 1.1; 1.7 y 2.4 hectáreas alcanzando niveles de oferta de 3; 6; 8 y 13 kg MS/100 kg PV/día respectivamente. El sistema de pastoreo fue continuo. Se realizaron mediciones mensuales de los atributos de la pastura (altura, cantidad de forraje disponible, cantidad de forraje verde, porcentaje de leguminosa y de restos secos). Con la misma frecuencia se midió tasa de crecimiento de la pastura y ganancia diaria de peso vivo. Mediante análisis de regresión se evaluó el efecto de la oferta de forraje y atributos de la pastura sobre la performance animal y tasa de crecimiento de la pastura como variables de respuesta. La respuesta en ganancia de peso fue significativa ($P<0.05$) en el rango de ofertas de forraje evaluado, obteniéndose la mayor ganancia diaria (0.432 kg PV/animal/día) con la oferta de 13 kg MS/100 kg PV/día. La mayor producción de carne por animal y por hectárea se obtuvo con una oferta de forraje de 13 y 3 kg MS/100 kg PV/día respectivamente. La corta duración del experimento no permitió establecer relaciones entre oferta de forraje y atributos de la pastura sobre la tasa de crecimiento de la misma. La altura fue el atributo que mejor explicó la variación en ganancia diaria de peso vivo donde alturas menores a 5 cm provocaron pérdidas de peso.

VII. SUMMARY

With the aim of evaluating the effect of the availability of forage over pasture growth and in-growth bovine animal performance, there have been assigned four forage offers for the period 26/4-8/9 of 2002, over a natural field enhanced with *Lotus pedunculatus* cv Maku differed of 60 days. Each treatment was made up of 6 Angus-Hereford cross-bred animals, with an initial live weight of 157 kg, to which were assigned parcels of 0.5; 1.1; 1.7 and 2.4 hectares, reaching offer levels of 3; 6; 8 and 13 kg DM/100 kg LW/day respectively. The grazing system was continuous. Monthly measures of pasture attributes were taken (height, amount of available forage, amount of green forage, legume percentage as well as dry remainder percentage). With the same frequency pasture growth rate and daily live weight gain were measured. Through regression analysis there was an evaluation of the effect of forage offer and pasture attributes over animal performance and pasture growth rate as response variables. There was significant response in weight gain ($P < 0.05$) in the range of offers of evaluated forage, the greatest daily gain (0.432 kg LW/animal/day) obtained with the 13 kg DM/100 kg LW/day offer. The largest meat production per animal and per hectare was obtained with a forage offer of 13 and 3 kg DM/100 kg LW/day respectively. Due to the experiment's reduced length in time, no relations could be established between forage offers and pasture attributes over the latter's growth rate. Height was the attribute which best explained variation in daily live weight gain; heights shorter than 5 cm caused weight loss.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ARMSTRONG, C.S. 1974. Grassland Maku tetraploid lotus. N.Z.J. of Exp. Agric. 2: 333-336
2. APEZTEGUIA, E.; BRUNI, M.; ORCASBERRO, R.; RINALDI, C. y SOCA, P. 1991. Evaluación de una cobertura de Lotus con vacunos bajo diferentes presiones de pastoreo. In Producción Animal en Pastoreo. Facultad de Agronomía. Montevideo, Hemisferio Sur S.R.L., 1991. pp. 11-21.
3. ARRILLAGA, I. y CODURI, G. 1997. Manejo de defoliación de Lotus pedunculatus cv. Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 59 p.
4. AVENDAÑO, S. C., BOREL, R. y CUBILLOS, G. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba 36(2): 137-148.
5. AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; RISSO, D. y TERRA, J. 1999. Diagnóstico, propuestas y perspectivas de pasturas en la Región Este. Problemática forrajera de la Región Este In Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N°195. pp 1- 42.
6. AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; QUINTANS, G y ROVIRA, P. 2000. Algunas alternativas de producción sobre Lotus Maku. Recria y engorde de borregas sobre Lotus Maku. In Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 225. pp 25-30.
7. AYALA, W.; BERMUDEZ, R. y QUINTANS, G. 2001. Comportamiento productivo de Lotus Maku como nueva alternativa forrajera para engorde ovino. In Lotus Maku: manejo, utilización, y producción de semillas. INIA La Estanzuela-Treinta y Tres. Serie Técnica N°119. pp 25-35.
8. AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; MACHADO, C. y NUÑEZ, I., 2002. Aspectos relevantes para elevar la productividad y persistencia de pasturas mejoradas. El caso de mejoramientos de campo en base a trébol blanco-lotus. In Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 294. pp 7-30.
9. AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; SOCA, P.; PEREIRA, G.; MANCUELLO, C.; ARRARTE, D.; FERNANDEZ, M.; HERNANDEZ, P.; LEIVA, G.; FERRES, S.; Y QUEHEILLE, P. 2003. Oferta de forraje de mejoramientos de campo y performance

de la recría vacuna. In Producción de carne Vacuna y Ovina de calidad. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 317. pp 69-82.

10. BEMHAJA, M. 1996. Producción de pasturas en Basalto. In Producción y Manejo de Pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 80. pp 231-240.
11. BERMUDEZ, R. y CARÁMBULA, M. 2001. Manejo de implantación de Lotus Maku. In: Lotus Maku: Manejo, utilización y producción de semillas. INIA La Estanzuela-Treinta y Tres. Serie Técnica N° 119. pp 3-8.
12. BERRUTTI, I. 1994. Presión de pastoreo y performance de animales en crecimiento bajo pastoreo de un campo natural mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 109 p.
13. BIRCHAM, J. S. y HODGSON, J. 1983. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous stocking management. Grass and Forage Science 38: 323-331.
14. BRANSBY, D. I. 1989. Compromises in the design and conduct of grazing experiments. Research Society of America and American Society of Agronomy. Crop Science special publ.16: 53-67.
15. BURNS, J. C.; LIPPKE, H. y FISHER D. S. 1989. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. Research Society of America and American Society of Agronomy. Crop Science special publ.16: 7-19.
16. CARÁMBULA, M.; AYALA, W. y CARRIQUIRY, E. 1994. *Lotus pedunculatus* cv Maku Adelantos sobre una forrajera que promete. INIA Treinta y Tres. Serie Técnica N° 45. 14p.
17. CARÁMBULA, M. y AYALA, W. 1995. Algunas pautas de manejo de mejoramientos extensivos. In Mejoramientos extensivos: Manejo y Utilización. Area Producción Animal. Serie de Actividades de Difusión N° 75. INIA Treinta y Tres. pp 12-18.
18. CARÁMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos: Fundamentos. In Producción y Manejo de Pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 80. pp 241-245.
19. CARÁMBULA, M. 1997. Pasturas Naturales Mejoradas. Uruguay. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. 524 p.

20. CARÁMBULA, M. 2001. Manejo de Lotus Maku para producción de forraje. In: Lotus Maku: Manejo, utilización y producción de semillas. INIA La Estanzuela-Treinta y Tres. Serie Técnica N° 119. pp 11-22.
21. CASTAÑO, J. P. y MENENDEZ, F. G. 1998. Caracterización vegetativa y producción de semillas de Lotus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 67 p.
22. CHACON, E. A., STOBBS, T. H. y DALE, M. B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. Australian Journal of Agricultural Research 29: 89-102.
23. COLEMAN, S. W., FORBES, T. D. A. y STUTH, J. W. 1989. Measurements of the plant-animal interface in Grazing. Research Society of America and American Society of Agronomy. Crop Science special publ.16: 37-51.
24. DIEA. 2003. Boletín de precios de productos, insumos, bienes de capital y servicios del sector agropecuario del trimestre octubre-diciembre 2003. <http://mgap.gub.uy/Diea/Boletines/default.htm>
25. FERREIRA, G. A. 2002. Estudio económico de la productividad de dos mejoramientos en cobertura bajo distintos manejos del pastoreo. In Mejoramientos de campo en la región de Cristalino: fertilización, producción de carne de calidad y persistencia productiva. INIA Tacuarembó. Serie Técnica 129. pp 33-35.
26. FORBES, T. D. A., y COLEMAN, S. W. 1987. Herbage intake and ingestive behavior of grazing cattle as influenced by variation in sward characteristics. In F.P. Grazing-lands research at the plant-animal interface. Winwork Int. Inst. for Agric Dev., Morrilton, AR. . p. 141-152.
27. GARCIA, J. 1995. Estructura del tapiz de praderas. INIA La Estanzuela. Serie Técnica N° 66. 10p.
28. GUERRINA, A. M. e INVERNIZZI, A. 2002. Efecto de la carga animal en la recría de corderas sobre un mejoramiento de campo con *Lotus pedunculatus* cv. Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 108 p.
29. HILL, M. J. y WITCHWOOT, S. 1990. Vegetative and reproductive development in *Lotus uliginosus* Schk. cv. "Grassland Maku". Applied Agricultural Research 5 (3): 169-175.

30. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science* 36: 49-57.
31. ----- y GRANT, J. A. 1982. Grazing animals and forages resources in the hills and uplands. In Frame, J. (ed.) *The Effective Use of Forage and Animal Resources in the Hills and Uplands: Proceedings*. Edimburgo, British Grassland Society (Occasional Symposium; 12). pp 41-57.
32. ----- . 1985. Grazing behaviour and herbage intake. In Frame, J. ed. *Occasional Symposium*. British Grassland Society, 19. pp. 51-63.
33. ----- . 1990. *Grazing Management, Science into Practice*. 1° Impresión. USA, New York, Longman Scientific & Technical. 203 p.
34. INIA GRAS. 2002. Banco de Datos Meteorológico. <http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/index.html>
35. JMPIN. 2001. A Business Unit of SAS. VERSION 4.0.4 (Academic). SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
36. KAISER, C. J. y HEATH, M. E. 1990. Big Trefoil: A new legume for pastures on Frangipani Soils. In: *Advances in new crops* . J. Janick and J. E. Simon eds. Portland, OR. Timber Press. pp. 191-194.
37. KORTE C. J. y CHU A. C. P. 1987. Pasture Production In *Livestock feeding on pasture*. Nicol A. M. New Zealand, Hamilton. Adtype Phototypesetting Ltd. pp 7-20.
38. LANGER, R. H. M. 1973. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo. Hemisferio Sur. pp. 137-145.
39. LOWTHER, W. L.; MANLEY, T. R. y BARRY, T. N. 1987. Condensed tannin concentrations in *Lotus corniculatus* and *Lotus pedunculatus* cultivars grown under low soil fertility conditions. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 30: 23-25.
40. MAS, C. y BERMUDEZ, R. y AYALA, W. 1997. Crecimiento de las pasturas naturales en dos suelos de la Región Este. In *Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva*. INIA Uruguay. Serie Técnica 13. pp. 59-62.
41. NICOL, A. M. y NICOL, G. B. 1987. Pastures for beef cattle In *Livestock feeding on pasture*. Nicol, A. M. New Zealand, Hamilton. Adtype phototypesetting Ltd. pp 119-132.

42. PINTO, J. C.; RODRÍGUEZ, N. 1989. Avaliação de plantas e progenies de *Lotus corniculatus* L.E. e *Lotus uliginosus*. Anuario Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas "Francisco Osorio" 14:114 - 197.
43. PITTALUGA, O.; MAS, C.; FERREIRA, A.; MEDEROS, A.; ORDEIX, M.; de MATTOS, D.; RISSO, D. y FIGURINA, G. 2001. Pautas para la producción de carne ecológica. In Pautas para la producción de carne ecológica. INIA Uruguay. Boletín de divulgación 79. pp 1-16.
44. POPPI, D. P. y HUGHES, T. P. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. In Livestock feeding on pastures. Nicol, A. M. New Zealand, Hamilton. Adtype phototypesetting Ltd. pp 55-74.
45. RISSO, D. F. y BERRETTA, E. 1996. Mejoramientos de campos en suelos sobre Cristalino. In Producción y Manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica 80. pp 193-211.
46. RISSO, D. F. 1997. INIA La Estanzuela, Uruguay. Serie Técnica 83. pp 1-6.
47. RISSO, D. F.; BERRETTA, E. J. y ZARZA, A. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Cristalino. In Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. INIA Tacuarembó. Boletín de Divulgación N° 76. pp. 39-67.
48. ROVIRA, P. 2003. Estrategias de alimentación para mejorar el crecimiento inicial de terneros en sistemas invernaderos de Lomadas del Este. In Producción de carne Vacuna y Ovina de calidad. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 317. pp 51-68.
49. SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistics, Version 5 and 6 Edition. SAS Inc, Cary, North Carolina, USA.
50. SHEATH, G. W. 1978. Growth studies on defoliated *Lotus pedunculatus* cv. "Grasslands Maku". In Tesis de Doctorado. Universidad de Massey. Palmerston North, New Zealand. 196 p.
51. -----, 1980. Effects of season and defoliation on the growth habit of *Lotus pedunculatus* Cav cv. "Grassland Maku". New Zealand. Journal of Agricultural Research 23: 191-200.

52. SMITH, M. E.; NEILD, J. D. y HALL, F. J. 1982. Proceedings Ruakura Farm. Conference. pp 17.
53. SOCA, P.; BERMUDEZ, R.; AYALA, W.; MANCUELLO, C.; ARRARTE, D.; PEREIRA, G.; LEIVA, G.; FERNANDEZ, M. y HERNANDEZ, P. 2001. Utilización de mejoramientos de campo con Lotus El Rincón y Lotus Maku para la recría vacuna en la zona este del país. In Utilización de mejoramientos de campo con Lotus El Rincón y Lotus Maku para la recría vacuna en la zona este del país. INIA Treinta y Tres y Facultad de Agronomía. Jornada de difusión de resultados. pp 7-23.
54. SOCA, P. y AYALA, W. 2002. The effect of herbage allowance of Lotus pedunculatus cv Grasslands Maku on winter and spring beef heifer performance. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 64: 81-84.
55. STOBBS, T. H. 1975. Factors influencing the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grasslands. 9: 14.
56. STUTH, J. W. y KIRBY, D. R. 1981. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. Grass and Forage Science. 36: 9-15.

IX. ANEXOS

ANEXO 1:

Base de datos construida en función de la información nacional disponible, que vincula oferta de forraje con ganancia diaria de peso vivo animal.

Experi- mento	Estaci- ón	Disponi- ble (1)	Altura (2)	OF (3)	PV promedi- o (4)	GMD (5)	TC (6)	%RS (7)	%Leg. (8)	FV (9)
1	1	1045	2.9	4.3	109	-0.158	3.9	49.5	.	830
1	1	1409	4.9	6.2	117	-0.062	7.2	53	.	1041
1	1	1703	4.6	8.6	123	0.023	6.1	50	.	1043
1	1	1893	5.7	11	127	0.078	5.5	57	.	979
2	2	2105	9	4.3	191	-0.158	26	.	.	.
2	2	2274	13	6.2	233	-0.062	33	.	.	.
2	2	2344	16	8.6	227	0.023	32	.	.	.
2	2	2355	17	11	238	0.078	32	.	.	.
3	1	1658	11	3.7	232	-0.122	18	32.5	20	.
3	1	2869	13.9	10.4	209	0.439	27	59	12.5	.
3	1	2717	14.9	13	180	0.882	25	48	23	.
4	1	1988	5.3	3	163	0.2	28	.	24	.
4	1	2025	5.5	5	167	0.36	23	.	38	.
4	1	2450	7.3	10	176	0.57	16	.	45	.
4	1	3100	10	16	181	0.7	19	.	36	.
5	1	1520	5	6	246	0.26	20	.	21	.
5	1	1550	5	12	256	0.53	19	.	14	.
5	1	1500	4.5	17	257	0.59	16	.	18	.
5	1	1650	6	22	254	0.69	16	.	17	.
6	1	2057	6.5	3	161	0.147	14	41	21	1364
6	1	2488	7.9	6	171	0.18	11	60	15	1373
6	1	2001	6.9	8	179	0.312	14	50	25	1224
6	1	2593	7	13	186.5	0.432	13	48	22	1502
1	2	896	3.51	4.9	144.5	0.55	18	29	.	1043
1	2	1145	5.02	7.5	187	0.865	22.5	27	.	1282
1	2	1412	6.15	10	196	0.84	19	34.5	.	1440
1	2	1699	7.75	12.5	202	0.795	17	35	.	1605

Referencias:

Experimento 1: Berrutti (1994)
 Experimento 2: Apezteguía et al., (1991)
 Experimento 3: Rovira (2002)
 Experimento 4: Soca et al., (2001)
 Experimento 5: Soca et al., (2001)
 Experimento 6: Soca et al., (2002)
 Estación 1: otoño-invierno.
 Estación 2: primavera-verano.

(1): kg de MS/ha.
 (2): Altura promedio en centímetros.
 (3): kg de MS/100 kg de PV/día.
 (4): kg/animal promedio en el período considerado.
 (5): kg/animal/día.
 (6): kg de MS/ha/día.
 (7): Porcentaje de restos secos
 (8): Porcentaje de leguminosa
 (9): Porcentaje de forraje verde

ANEXO 2

Efecto de la oferta de forraje y fecha sobre la cantidad de forraje (promedios de mínimos cuadrados)

Fecha	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	4042a A	4280a A	3221a A	4498a A
8/6	2769b A	2602b A	2435ab A	2058b A
28/6	2207bc A	2640b A	1912bc A	2239b A
29/7	1429cd A	1608bc A	1695bc AB	2445b B
8/9	717d A	1189c AB	1249c AB	1916b B
Media	2233	2464	2102	2631
DVest	664	687	484	930
r ²	0,79	0,75	0,71	0,57
N	25	25	25	25
P>F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

a, b, c y d: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

A y B: valores en la misma fila con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

Media: promedio de mínimos cuadrados (período 26/4-8/9).

DV est: desvío estándar de los datos que calculan la media.

r²: coeficiente de correlación del modelo.

n: número de observaciones

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 3

Modelos de regresión que describen la evolución de la cantidad de forraje en el tiempo para cada tratamiento.

	OF1	OF2	OF3	OF4	General
bo	3894	3976	3073	3680	3656
b1	-24.8	-22.6	-14.5	-15.7	-19.4
r ²	0.99	0.93	0.96	0.56	0.79
N	25	25	25	25	100
P>F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

General: modelo que vincula todos los tratamientos

bo: intercepto.

b1: coeficiente de regresión del modelo lineal.

r²: coeficiente de correlación.

n: número de observaciones.

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 4

Efecto de la oferta de forraje y fecha sobre la altura (promedios de mínimos cuadrados)

Fecha	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	14a A	16a A	14a A	17a A
8/6	8b A	11b A	9b A	8b A
28/6	8b A	8b A	7b A	8b A
29/7	3c A	3c A	4c A	5b B
8/9	1c A	4c B	4c B	5b B
Media	6,8	8,2	7,7	8,7
D.est	1,6	2,0	1,4	2,0
r ²	0,90	0,88	0,90	0,85
n	25	25	25	25
P>F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

a, b y c: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

A y B: valores en la misma fila con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

Media: promedio de mínimos cuadrados (período 26/4-8/9).

D.est: desvío estándar de los datos que calculan la media.

r²: coeficiente de correlación del modelo.

n: número de observaciones

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 5

Modelos de regresión que describen la evolución de la altura en el tiempo para cada tratamiento.

	OF1	OF2	OF3	OF4	General
bo	13.4	14.9	13.0	14.2	13.9
b1	-0.099	-0.099	-0.079	-0.083	-0.09
r ²	0.96	0.89	0.87	0.81	0.86
n	25	25	25	25	100
P>F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

General: modelo que vincula todos los tratamientos

bo: intercepto.

b1: coeficiente de regresión del modelo lineal.

r²: coeficiente de correlación.

n: número de observaciones.

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 6

Modelo de regresión que describe la relación entre altura y cantidad de forraje disponible.

Variable	bo	b1	r ²	n	P>F
	519.5	197.3	0.56	516	<0.0001

Referencias

bo: intercepto.

b1: coeficiente de regresión del modelo lineal.

r²: coeficiente de correlación.

n: número de observaciones.

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 7

Efecto de la oferta de forraje y fecha sobre la cantidad de forraje verde (promedios de mínimos cuadrados)

Fecha	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	2466a	2557a	2064a	2614a
8/6	1694ab	1692ab	1614a	1219b
28/6	761b	1068b	783b	1108b
29/7	1142b	697b	733b	1236b
Media	1485	1507	1282	1580
D.est	590	570	285	497
r ²	0,61	0,72	0,84	0,68
n	19	15	19	18
P>F	0,002	0,002	<0.0001	0,0009

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

a y b: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

Media: promedio de mínimos cuadrados (período 26/4-8/9).

D.est: desvío estándar de los datos que calculan la media.

r²: coeficiente de correlación del modelo.

n: número de observaciones

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 8

Modelos de regresión que describen la evolución de la cantidad de forraje verde en el tiempo para cada tratamiento.

	OF1	OF2	OF3	OF4	General
bo	2322	2586	2054	2338	2299
b1	-16.1	-23.0	-16.6	-16.7	-16.8
r ²	0.74	0.99	0.88	0.78	0.80
n	19	15	19	18	71
P>F	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

General: modelo que vincula todos los tratamientos

bo: intercepto.

b1: coeficiente de regresión del modelo lineal.

r²: coeficiente de correlación.

n: número de observaciones.

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 9

Efecto de la oferta de forraje y fecha sobre la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku (promedios de mínimos cuadrados)

Fecha	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	1316a	1376a	992a	1408a
8/6	543a	120a	910a	387ab
28/6	215a	311a	279a	341b
29/7	444a	381a	419a	661ab
Media	634	672	636	734
D.est	647	605	418	568
r ²	0,35	0,48	0,41	0,43
N	19	15	19	18
P>F	0,082	0,056	0,044	0,043

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

a y b: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

Media: promedio de mínimos cuadrados (período 26/4-8/9).

D.est: desvío estándar de los datos que calculan la media.

r²: coeficiente de correlación del modelo.

n: número de observaciones

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 10

Modelos de regresión que describen la evolución de la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku en el tiempo para cada tratamiento.

	OF1	OF2	OF3	OF4	General
bo	1137	1071	1014	1124	1087
b1	-10.2	-10.5	-7.3	-8.5	-9.1
r ²	0.70	0.54	0.66	0.46	0.55
N	19	15	19	18	71
P>F	0.030	0.016	0.022	0.032	0.0009

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kg PV/ día respectivamente.

General: modelo que vincula todos los tratamientos

bo: intercepto.

b1: coeficiente de regresión del modelo lineal.

r²: coeficiente de correlación.

n: número de observaciones.

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 11

Efecto de la oferta de forraje y fecha sobre el porcentaje de *Lotus pedunculatus* cv Maku (promedios de mínimos cuadrados)

Fecha	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	31a	34a	30a	33a
8/6	22a	4a	35a	25a
28/6	12a	12a	17a	20a
29/7	26a	25a	26a	28a
Media	22,7	20,3	26,7	26,7
D.est	20,7	20,6	18,9	22,5
r ²	0,14	0,24	0,13	0,064
N	19	15	19	18
P>F	0,51	0,36	0,55	0,81

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

a: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

Media: promedio de mínimos cuadrados (período 26/4-8/9).

D.est: desvío estándar de los datos que calculan la media.

r²: coeficiente de correlación del modelo.

n: numero de observaciones

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 12

Efecto de la oferta de forraje y fecha sobre el porcentaje de *Lotus pedunculatus* cv Maku en la cantidad de forraje verde (promedios de mínimos cuadrados)

Fecha	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	51a	54a	46a	53a
8/6	36a	7a	54a	34a
28/6	34a	28a	34a	31a
29/7	33a	51a	56a	55a
Media	38	41,3	46,9	44,4
D.est	34	27,1	24,1	27,4
r ²	0,057	0,28	0,14	0,18
N	19	15	19	18
P>F	0,82	0,28	0,49	0,43

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

a: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

Media: promedio de mínimos cuadrados (período 26/4-8/9).

D.est: desvío estándar de los datos que calculan la media.

r²: coeficiente de correlación del modelo.

n: numero de observaciones

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 13

Efecto de la oferta de forraje y fecha sobre el porcentaje de restos secos (promedios de mínimos cuadrados)

Fecha	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	39.3b	39.7a	35.5a	39.6a
8/6	38.5b	42.9a	37.8a	37.5a
28/6	64.7a	59.7a	57.4a	46.6a
29/7	25.1b	54.7a	55.7a	49.8a
Media	42,1	50,6	47,1	44,1
D.est	13,8	20,9	13	15,8
r ²	0,59	0,19	0,43	0,11
N	19	15	19	18
P>F	0,0032	0,49	0,033	0,64

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.

a,b: valores en la misma columna con letras diferentes difieren significativamente Tukey (P<0.05)

Media: promedio de mínimos cuadrados (período 26/4-8/9).

D.est: desvío estándar de los datos que calculan la media.

r²: coeficiente de correlación del modelo.

n: numero de observaciones

P>F: probabilidad de que el modelo no sea significativo.

ANEXO 14

Promedio de mínimos cuadrados y desvío de atributos de la pastura por tratamiento para todo el período experimental.

	OF1	OF2	OF3	OF4
Disponible	2233±664	2464±687	2102±484	2631±930
Altura	7±2	8±2	8±1	9±2
Verde	1485±590	1507±570	1281±285	1580±497
Maku	634±647	672±605	636±418	734±567
% restos secos	42±14	51±21	47±13	44±16

Referencias

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente

Disponible: cantidad de forraje promedio ± desvío (kg de MS/ha)

Altura: altura del tapiz promedio ± desvío (cm)

Verde: cantidad de forraje verde promedio ± desvío (kg de MS/ha)

Maku: cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku promedio ± desvío (kg de MS/ha)

% restos secos: porcentaje de restos secos promedio ± desvío (porcentaje)

ANEXO 15

Registros climáticos de estación INIA Treinta y Tres para el año 2002 (Promedios mensuales) (INIA GRAS, 2002).

	T MED	T MAX	T MIN	HR MED	PRECIP	HELIOF
MAR	22,4	26,3	18,5	87,8	381,1	4,5
ABR	17,2	21,8	12,6	85,9	310,2	5,5
MAY	15,8	21,1	10,5	85,0	141,3	5,2
JUN	10,8	16,3	5,2	84,4	80,3	5,1
JUL	10,7	15,5	5,9	84,7	153,9	4,1
AGO	13,4	18,8	8,0	83,7	188,2	5,3
SET	12,9	18,7	7,2	82,4	51,1	6,0

Referencias:

T MED: temperatura del aire media diaria (promedio mensual °C)

T MAX: temperatura del aire máxima diaria (promedio mensual °C)

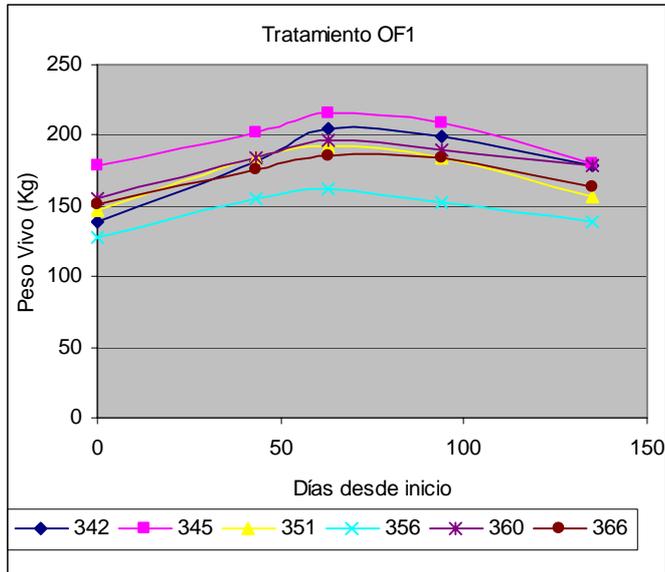
T MIN: temperatura del aire mínima diaria (promedio mensual °C)

HR MED: humedad relativa media diaria (promedio mensual %)

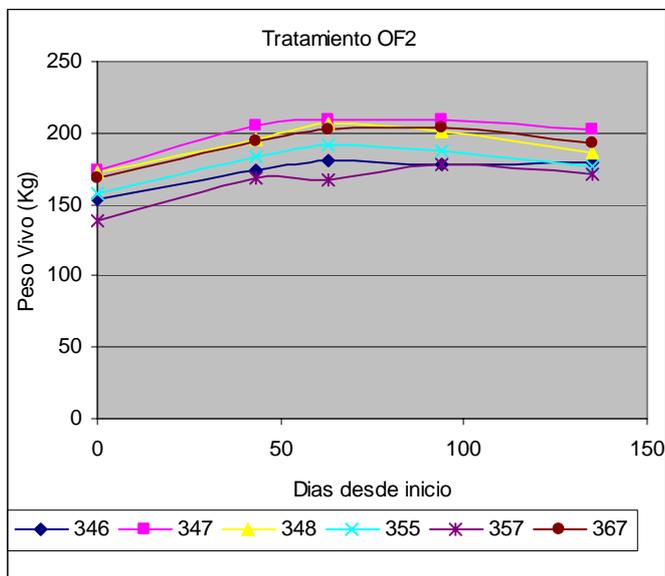
PRECIP: precipitación acumulada en el mes (mm/mes)

HELIOF: horas de sol (horas/día)

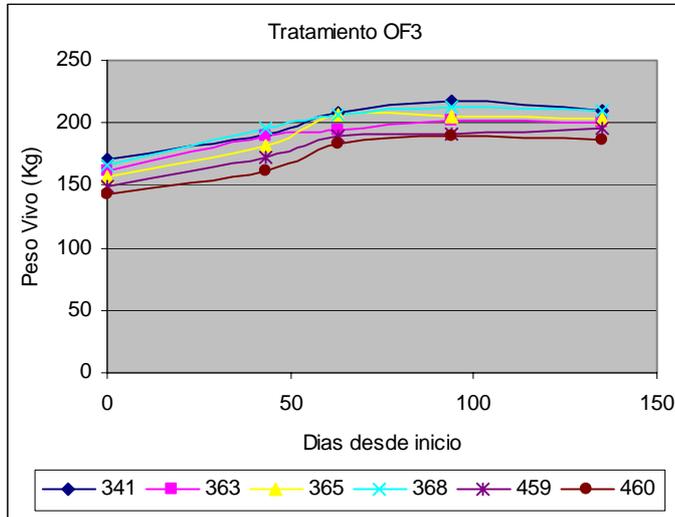
ANEXO 16



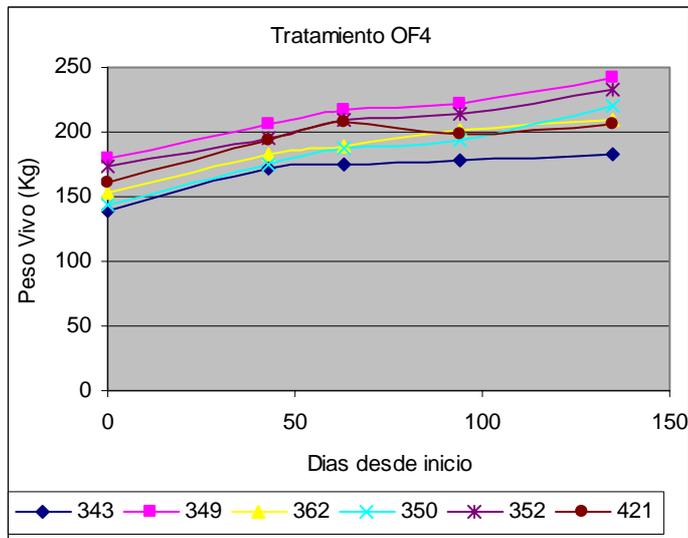
Referencias:
 Tratamiento OF1: 3 kg MS/100 kgPV/día.
 Leyenda: número de caravana del animal.
 Días desde inicio: días a partir del 26/4.



Referencias:
 Tratamiento OF2: 6 kg MS/100 kgPV/día.
 Leyenda: número de caravana del animal.
 Días desde inicio: días a partir del 26/4.



Referencias:
 Tratamiento OF3: 8 kg MS/100 kgPV/día.
 Leyenda: número de caravana del animal.
 Dias desde inicio: días a partir del 26/4.



Referencias:
 Tratamiento OF4: 13 kg MS/100 kgPV/día.
 Leyenda: número de caravana del animal.
 Dias desde inicio: días a partir del 26/4.

ANEXO 17

Efecto de la oferta de forraje, fecha y peso vivo al inicio del experimento sobre peso vivo (promedios de mínimos cuadrados).

	OF1	OF2	OF3	OF4
26/4	156 a	157 a	157 a	157 a
8/6	187 a	183 a	181 a	186 a
28/6	199 a	189 a	197 a	196 a
29/7	193 a	189 a	202 a	200 a
8/9	173 a	180 a	200 b	214 c

Tratamientos OF1, OF2, OF3 y OF4: ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 kgMS/100kgPV/día respectivamente.
a, b y c: diferencias significativas dentro de una misma fila Tukey (P<0.05).

ANEXO 18

Modelo de medidas repetidas en el tiempo que evaluó el efecto de la oferta de forraje, fecha y peso vivo al inicio del experimento sobre peso vivo.

Variable	P>F	r ²	Oferta	Fecha	Fecha*Oferta	PIE
PV	<0.0001	0.92	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Referencias

PV: peso vivo

P>F = probabilidad de que el modelo no sea significativo.

r² = coeficiente de correlación del modelo

Oferta: probabilidad de que el efecto oferta de forraje no sea significativo

Fecha: probabilidad de que el efecto fecha no sea significativo.

Fecha*Oferta: probabilidad de que el efecto Fecha*Oferta de forraje no sea significativo.

PIE: probabilidad de que el efecto peso vivo al inicio del experimento no sea significativo.

ANEXO 19

Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia diaria de peso vivo.

	r ²	P>F	Trat	Rep
P1	0.41	0.323	0.065	0.93
P2	0.87	<0.0001	<0.0001	0.28
P1+P2	0.82	0.0002	<0.0001	0.66

P1: 26/4-8/6

P2: 8/6-8/9

P1+P2: 26/4-8/9.

r² = coeficiente de correlación del modelo.

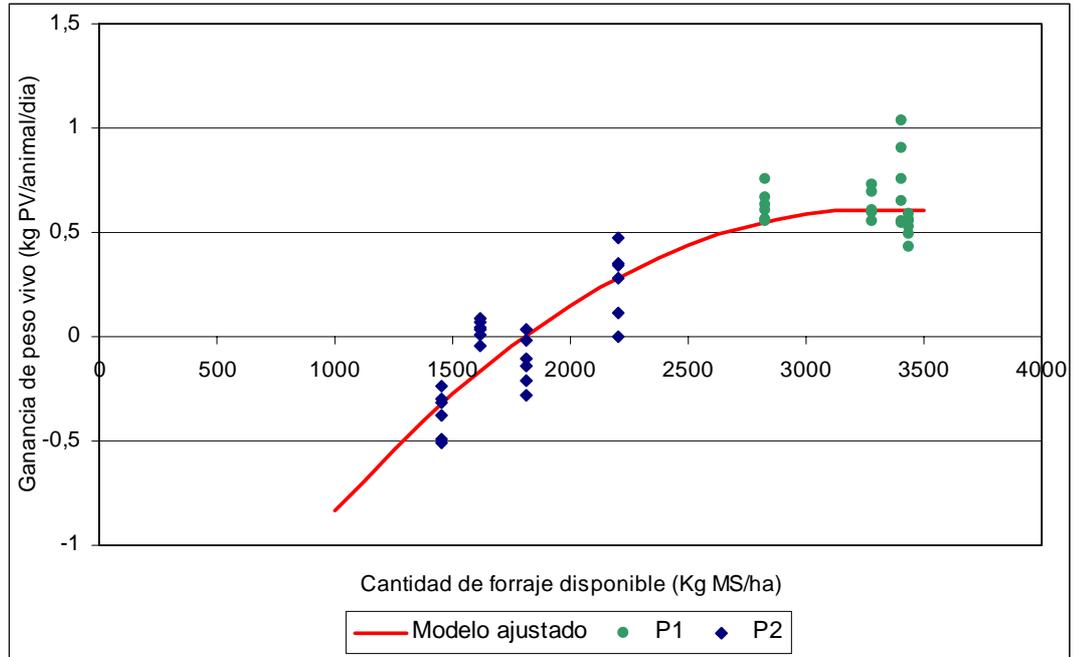
P>F = probabilidad de que el modelo no sea significativo

Trat: probabilidad de que el efecto oferta de forraje no sea significativo

Rep: probabilidad de que el efecto repetición no sea significativo.

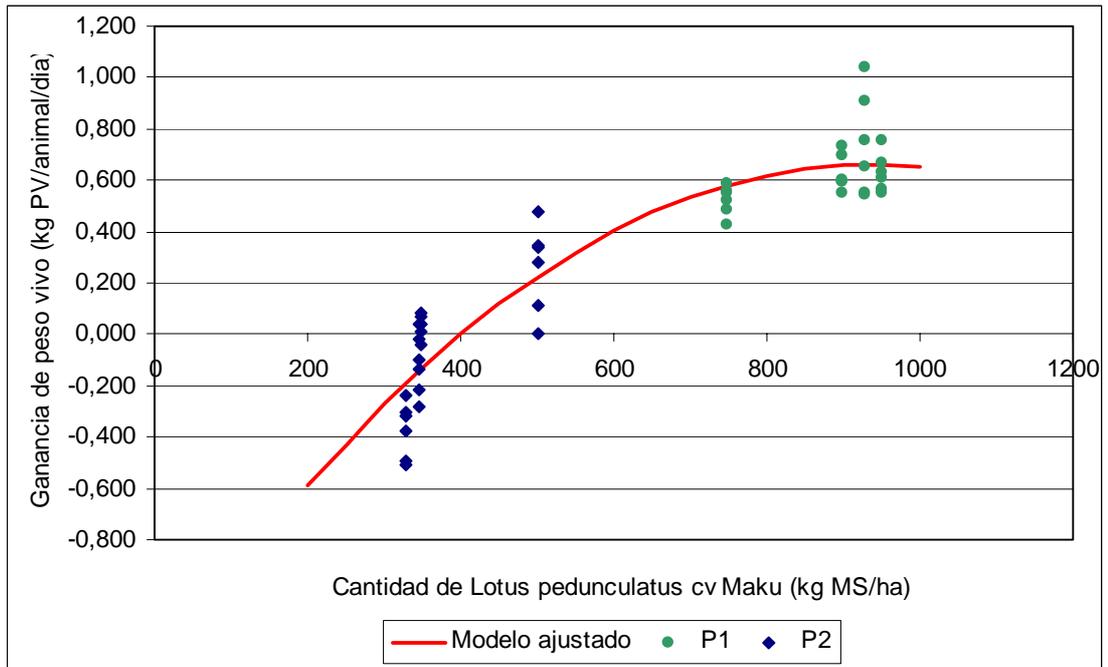
ANEXO 20

Efecto de la cantidad de forraje disponible sobre la ganancia diaria de peso vivo.



ANEXO 21

Efecto de la cantidad de *Lotus pedunculatus* cv Maku sobre la ganancia diaria de peso vivo.



Referencias:

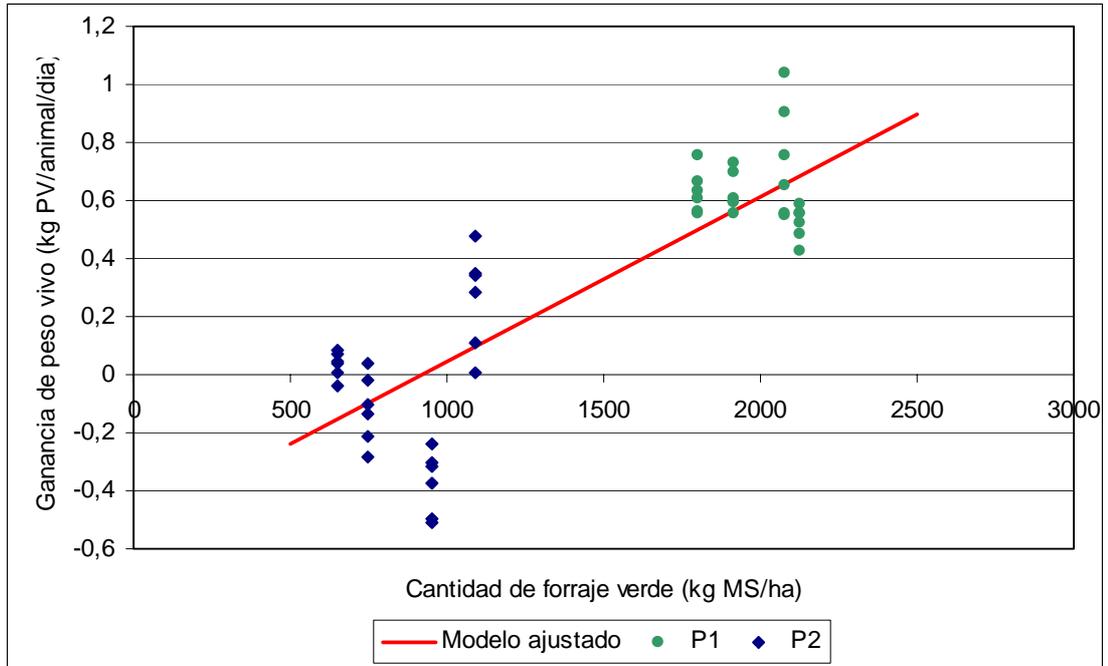
Modelo ajustado = curva construida con el modelo que mejor ajustó la relación entre dichas variables.

P1 = Período entre 26/4 y 28/6.

P2 = Período entre 28/ y 8/9.

ANEXO 22

Grafico : Efecto de la cantidad de forraje verde sobre la ganancia diaria de peso vivo.



Referencias:

Modelo ajustado = curva construida con el modelo que mejor ajustó la relación entre dichas variables.

P1 = Período entre 26/4 y 28/6.

P2 = Período entre 28/ y 8/9.

ANEXO 23

Costos indirectos:

Instalación del mejoramiento:

	Unidades	U\$\$/unidad	Costo total
Semilla	2.5 kg	18	45
Fertilizante 0-10-28-0 (60 unidades P ₂ O ₅)	0.214 tt	122	26.1
Inoculate	0.1	4.7	0.47
Servicio siembra (voleo)	1	5	5
TOTAL			76.6

Referencias:

Semilla: semilla de *Lotus pedunculatus* cv Maku

Costo total: en dólares por ha

Amortizado en 6 años con un costo de interés del dinero anual del 5%, el costo anual de mejoramiento es de 13.4 U\$\$/ha. En el período del experimento 26/2-8/9 (incluye diferimiento) el costo de amortización mas interés es de **7.11 U\$\$/ha**.

Arrendamiento de la tierra:

Se tomó un arrendamiento en kilos de carne por ha por año. Se fijo en 31 kgs de carne de novillo especial de exportación a precio de diciembre 2003. Para el período del experimento (195 días), el costo de arrendamiento resultó **13.8 U\$\$/ha**.

Refertilización:

Se considero una refertilización anual con 40 unidades de P₂O₅ con el fertilizante 0-10-28-0. El costo de refertilización fue de **22.5 U\$\$/ha**.

Los costos indirectos totalizaron **43.4 U\$\$/ha**.

Costos directos:

El costo sanitario fue **0.90 U\$\$/animal** incluyendo 3 dosis de lombricida y una vacuna contra mancha y gangrena gaseosa. El costo de mano de obra fue **1.04 U\$\$/animal**.

Los costos directos totalizaron **1.94 U\$\$/animal**

Margen neto del proceso

Se tomó un costo de interés del dinero del 5% anual sobre la compra de los animales, ajustado al período del experimento (135 días).

Se consideraron tres escenarios de precios. El primero con igual precio de compra-venta de los animales (en dólares por kg de peso vivo). El segundo con un precio de venta 6% inferior al precio de compra. El tercero con un precio de venta 12% inferior al precio de compra.

Margen neto del proceso (U\$\$/ha) con diferentes relaciones precio compra – precio venta para cada tratamiento.

	Tratamientos			
Precio C/V	11,7	5,2	3,6	2.5
0,8-0,8	106	50	75	75
0,8-0,75	2	2	40	48
0,8-0,7	-101	-45	4	22

Referencias

11, 5.2, 3.6 y 2.5: carga (animales/ha) para las ofertas de forraje 3, 6, 8 y 13 (kg MS/100 kg PV/día) respectivamente.
Precio C/V: precio compra-precio venta (U\$\$/kg peso vivo).

AÑO 2001

Se realizó el análisis económico del experimento realizado el año anterior para el período 30/6-28/11 (P1+P2). Se utilizaron los mismos supuestos que en el experimento ajustados al período correspondiente.

Margen neto del proceso (U\$\$/ha) con diferentes relaciones precio compra – precio venta para cada tratamiento.

	Tratamientos			
Precio C/V	11,7	5,2	3,6	2.5
0,8-0,8	439	270	271	249
0,8-0,75	346	215	223	208
0,8-0,7	253	161	176	167

Referencias

11.7, 5.2, 3.6 y 2.5: carga (animales/ha) para las ofertas de forraje 3, 5, 10 y 16 (kg MS/100 kg PV/día) respectivamente en el período P1.
Precio C/V: precio compra-precio venta (U\$\$/kg peso vivo).