

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

**Trabajo final presentado para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo**

***PRODUCCIÓN ANIMAL BOVINA EN PASTOREO: RESPUESTA A
DIFERENTES NIVELES DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE SOBRE UN
CULTIVO DE TRITICALE***

Alumno: ALVES JAVIER EDGARDO

D.N.I: 29.043.610

Director: *ING. AGR. GONZALEZ, SERGIO*

Co-director: *ING. AGR. OHANIAN ALFREDO*

Río Cuarto - Córdoba

AGOSTO 2006

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA
CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del trabajo final: Producción animal bovina en pastoreo: respuesta a diferentes niveles de asignación de forraje sobre un cultivo de triticale.

Autor: ALVES JAVIER EDGARDO

D.N.I: 29.043.610

Director: *Ing. Agr. González, Sergio*

Co-director: *Ing. Agr. Ohanian, Alfredo*

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la comisión evaluadora:

Fecha de presentación: -----/-----/-----

Aprobado por Secretaría Académica: -----/-----/-----

Secretario Académico

ÍNDICE GENERAL

	Página
I Resumen.....	VIII
II Summary.....	X
III Introducción	2
3.1 Antecedentes	3
3.2 Hipótesis.....	4
3.3 Objetivos	5
3.3.1 Objetivo general	5
3.3.2 Objetivos específicos.....	5
IV Marco teórico	7
4.1 Morfofisiología de las pasturas	7
4.2 Crecimiento y producción de pasturas cultivadas	8
4.3 Efectos de la defoliación de la pastura sobre el crecimiento y desarrollo de la misma.....	9
4.4 Consideraciones sobre la calidad de pasturas cultivadas	9
4.5 Factores que afectan el consumo de forraje en bovinos	11
4.6 Consideraciones sobre diferentes métodos de pastoreo y el manejo del mismo.	15
4.7 Carga animal, intensidad de pastoreo y su efecto sobre la pastura y la producción ganadera ..	17
V Materiales y métodos.....	23
5.1 Siembra	23
5.2 Tratamientos.....	23
5.3 Diseño experimental	23
5.4 Sistema de pastoreo.....	24
5.5 Metodología del pesaje de los animales	25
5.6 Metodología del muestreo de forraje	25
5.7 Procesamiento de datos	26
VI Resultados y discusión	28
VII Conclusiones.....	33
VIII Bibliografía.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama simplificado de la relación planta animal.	11
Gráfico 2. Relación entre el consumo de forraje, características de la pastura y métodos de asignación de forraje.	12
Gráfico 3. Efecto de la oferta diaria de forraje verde por animal sobre el consumo y la ganancia de peso en ovejas con distintas ofertas de forraje.	13
Gráfico 4. Dimensiones del bocado.	13
Gráfico 5. Componentes del comportamiento ingestivo.	14
Gráfico 6. Evolución del consumo y del comportamiento ingestivo a medida que avanza el proceso de defoliación progresiva y disminuye la fitomasa aérea.	14
Gráfico 7: Relación entre la tasa de crecimiento y la eficiencia de utilización del forraje con la presión de pastoreo, y el IAF de la pastura.	18
Gráfico 8. Efecto de la intensidad de pastoreo continuo sobre la producción y utilización de una pastura.	19
Gráfico 9. Relación entre el consumo por animal y el porcentaje de utilización con la oferta de forraje, en pastoreo rotativo.	19
Gráfico 10. Relación entre la ganancia individual y la producción por hectárea en un periodo estacional según la carga animal.	20
Gráfico 11. Aumento diario de peso vivo de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticale. La Aguada. Córdoba.	29
Gráfico 12. Incremento de peso por unidad de superficie de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticale. La Aguada. Córdoba.	30
Gráfico 13. Aumento diario de peso vivo e incremento de peso por unidad de superficie de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticale. La Aguada. Córdoba.	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores que afectan la producción animal diaria en sistemas basados en pasturas.	10
Cuadro 2. Aumento diario de peso vivo, ganancia de peso promedio por unidad de superficie de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticales. La Aguada. Córdoba.	28

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Esquema simplificado de la distribución del ensayo en el campo experimental de la U.N.R.C.	24
Tabla 1. Superficie en hectáreas que utilizó cada tratamiento hasta la finalización del ensayo.....	24

I Resumen

1. Resumen

En el presente trabajo se estudió el efecto de la asignación forrajera de un cultivo de triticale sobre la producción animal bovina en el centro sur de la Provincia de Córdoba. Se evaluaron cuatro niveles de oferta diaria de forraje (2, 4, 6 y 8 Kg. MS cada 100 kg. peso vivo animal) bajo un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. Los animales utilizados fueron 40 novillos y vaquillonas de raza Aberdeen Angus con un peso vivo promedio de 182 Kg. El método de pastoreo utilizado fue rotativo con siete días de permanencia en la parcela y 49 días de descanso. Previo al ingreso de los animales a la parcela, se tomaron muestras aleatorias a los fines de determinar la disponibilidad de forraje para ajustar el nivel de asignación. Los animales se pesaron de manera individual en 5 oportunidades y con 12 horas de desbaste. El aumento diario de peso vivo y la ganancia de peso por unidad de superficie presentaron diferencias ($p < 0.05$). Se concluye que una asignación forrajera diaria próxima al 3.5% del peso vivo animal en un cultivo de triticale y bajo las condiciones del presente estudio permitió una elevada producción de carne por hectárea sin afectar las ganancias individuales.

Palabras clave: asignación diaria de forraje, triticale, aumento diario de peso vivo, producción ganadera.

II Summary

1. Summary

This paper studies the effect of triticale forage supply on bovine production in the center south region of the Province of Cordoba. Four levels of daily forage supply were evaluated (2, 4, 6 y 8 kg MS every 100 kg. live animal weight) using a randomised block experimental design with two repetitions. The animals used in the experiment were 40 cows (Aberdeen Angus) with an average live weight of 182 kg. A rotative grazing method was used with 7 days of permanence in each plot and 49 days of rest. Random samples of forage availability were taken before the animals entered the plots, to adjust allocation level. The animals were weighed five different times and with 12 hours of shrinkage. There were differences in the daily increase of live weight and in weigh gain per surface unit ($p < 0.05$). It is concluded that a daily forage allocation of 3.5% of live animal weight in a triticale crop and under the conditions presented in this study permitted a meat high production per hectare without affecting individual gains.

Key words: daily forage allocation – triticale – daily live weight increase – stock production.

III Introducción

3 Introducción

La inclusión de verdeos de invierno en los planteos forrajeros es un requisito importante en muchos establecimientos ubicados en el centro sur de la provincia de Córdoba, debido a que los patrones de crecimiento de las pasturas perennes decaen en el invierno principalmente por las bajas temperaturas y la falta de humedad (Amigone *et al.*, 1991). Esto trae aparejado un desajuste entre la oferta de forraje y la demanda por parte de los animales. Los esquemas productivos de elevados requerimientos nutricionales que demandan una mayor estabilidad en la oferta forrajera, como en los sistemas lecheros y de engorde, necesitan la inclusión en sus cadenas forrajeras, de una proporción de cereales forrajeros invernales (verdeos de invierno) para mantener elevados niveles de producción individual en la época invernal (Saroff *et al.*, 2002).

Debido al alto costo de implantación y el corto período de utilización de los cultivos anuales, es necesario diseñar sistemas de alta eficiencia para la utilización del forraje y definir el aumento diario de peso esperado, esto será de gran utilidad para presupuestar la superficie destinada a verdeos así como para establecer la estrategia de utilización. El aumento de peso animal esperado, junto con una priorización nutricional de las distintas categorías productivas, son elementos muy importantes para manejar la carga animal en cada aprovechamiento (Kloster *et al.*, 1997).

Históricamente, la herramienta más utilizada para incrementar la producción de carne por hectárea fue el aumento de la carga animal, esto llevó a disminuir la productividad individual y consecuentemente a alargar el ciclo de invernada. En los últimos años, la necesidad de mejorar los resultados económicos llevó a plantear una reducción del período de engorde basándose principalmente en lograr un incremento en la ganancia individual asegurando un consumo animal que lo permita (Méndez y Davies, 2003).

Por ello, para diseñar sistemas de producción animal de alta eficiencia, se requiere de la comprensión de la dinámica del proceso de crecimiento de forraje en asociación a factores del ambiente, del impacto del factor uso y manejo del cultivo para lograr buenos rendimientos de producción primaria y una elevada eficiencia en su utilización que permita mantener los animales en activo crecimiento a lo largo de año (Méndez y Davies, 2003).

El manejo de la defoliación y la asignación forrajera (oferta de materia seca diaria que se destinan cada 100 kg de peso vivo animal), pasan a tener un rol central como modelador de la estructura de las pasturas, del consumo y de la ganancia de peso de los animales. Con respecto a la estructura de la pastura, cuando se incrementa la presión de pastoreo, la biomasa disminuye y la pastura tiende a tomar una estructura basada en alta densidad de pequeños macollos. Estos cambios se revierten cuando la presión de pastoreo decrece elevándose la asignación forrajera (Davies, 1988 citado por Colabelli *et al.*, 1998).

3.1 Antecedentes

Entre los factores que inciden sobre la productividad de carne en verdeos, el correcto aprovechamiento del forraje es seguramente el más importante. En este sentido, determinar el número apropiado de animales que pueden ubicarse en el verdeo es el principal elemento a tener en cuenta en cualquier estrategia de manejo. La cantidad de animales por área de verdeo durante un período de tiempo (carga animal) tiene un efecto directo sobre la producción animal, afectando la ganancia de peso por animal o bien la producción animal por unidad de superficie. La presión de pastoreo, que es la relación entre la demanda de forraje y su disponibilidad, está directamente influenciada por la carga animal (González, 2002).

Según Méndez y Davies (2003), con un nivel de asignación de 3.5% (3.5 Kg. de materia seca cada 100 Kg. de peso vivo⁻¹ día⁻¹) en un verdeo se logra la mayor ganancia diaria de peso, mientras que la mayor producción de carne por hectárea se logra con una asignación de 2.5% de peso vivo.

En situaciones de pastoreo controladas, los aumentos individuales responden en términos generales a la cantidad de forraje ofrecida por animal y por día. Esto es válido para el período completo de utilización del verdeo; sin embargo, esta afirmación puede verse afectada por otros factores como el bajo porcentaje de materia seca de los verdeos en su primer aprovechamiento que a veces no supera el 11–12%. Esto, conjuntamente con un desbalance proteico energético, provoca una merma en el consumo de materia seca conduciendo a una baja respuesta individual. Adicionalmente, es necesario tener presente que los animales en engorde son más sensibles a bajas asignaciones forrajeras que aquellos en recría (Kloster *et al.*, 1997).

Birchan y Hogdson (1983) citado por Saroff *et al.* (2002) afirman que para establecer un sistema de alta eficiencia de utilización de forraje es necesario disponer de información detallada sobre el efecto del pastoreo en la estructura de las cubiertas vegetales.

La planificación de un manejo eficiente del pastoreo requiere, entre otros elementos, el logro de una optimización simultánea en la producción de forraje y la cosecha por parte del ganado, lo cual plantea un conflicto. El pastoreo severo asegura la cosecha eficiente del forraje, pero en ocasiones, puede reducir la producción al minimizar la subsiguiente captación de energía lumínica. El pastoreo liviano maximiza la producción primaria, pero a costa de que un porcentaje elevado de biomasa senezca y muera, en lugar de ser consumido por los animales.

El manejo óptimo de la defoliación resulta, entonces, del balance entre la necesidad de retener área foliar para fotosintetizar y la necesidad de remover el tejido foliar antes de que senezca una alta proporción del mismo (Parsons, 1988, citado por Colabeli *et al.*, 1998).

3.2 Hipótesis:

El aumento en la asignación de forraje a bovinos en crecimiento, incrementará la respuesta productiva individual y disminuye la producción por unidad de superficie de manera logarítmica.

3.3 Objetivo

3.3.1 Objetivo General:

Determinar la respuesta productiva de bovinos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje en un cultivo de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) cv. "Cayú"– UNRC.

3.3.2 Objetivos específicos:

Estimar:

Aumento diario de peso vivo.

Ganancia de peso vivo por unidad de superficie.

IV Marco Teórico

4. Marco teórico

4.1 Morfofisiología de pasturas.

Para comenzar un desarrollo teórico sobre los conceptos que dan sustento a este trabajo de investigación, se puede comenzar a describir aspectos relacionados con la morfofisiología de las gramíneas para adquirir conocimientos que ayuden a tomar decisiones sobre su manejo en pastoreo.

En este sentido se conoce como morfogénesis a la dinámica de generación y expansión de estructuras de las plantas (Chapman y Lemaire 1993), estos atributos determinan el porte y arquitectura de la planta que afectan la accesibilidad por parte de los animales.

La morfología de las plantas varía según el tipo de especie forrajera que estemos considerando dividiéndose en tres grandes grupos: leguminosas tipo alfalfa, leguminosas tipo trébol blanco y por último gramíneas.

Dentro del objetivo del presente trabajo se consideraran aspectos relacionados a la morfología, el crecimiento y el desarrollo de gramíneas debido a que la especie utilizada para el presente trabajo pertenece a ésta familia botánica.

Las gramíneas están constituidas por macollos, que es la unidad funcional y estructural de estos vegetales, cada uno a su vez esta compuesto por estructuras en forma cilíndrica denominadas fitómeros que están formados por: hoja, nudo, entrenudo, meristema o yema axilar y meristema intercalar.

En los tres grupos de vegetales mencionados anteriormente existen dos estados fenológicos claramente diferenciados en términos de comportamiento fisiológico y su respuesta al pastoreo: estado vegetativo, que comprende generación de hojas, tallos y macollos previo a la iniciación de la inflorescencia y reproductivo que abarca el periodo desde iniciación de la inflorescencia y su posterior desarrollo hasta la formación de semillas.

Durante el periodo vegetativo el meristema apical originará en forma alternada primordios foliares que luego se desarrollaran dando lugar a la formación de hojas, los primordios son originalmente meristemáticos pero luego esta actividad cesa quedando restringida a la base de la lamina de la hoja para reponer parte de la misma en caso de ser consumida por el animal.

Los macollos luego de un periodo de tiempo son potencialmente capaces de desarrollar nuevos macollos a partir de sus yemas axilares. De ésta forma, la tasa de macollaje es potencialmente exponencial.

Luego de un determinado periodo de crecimiento y respondiendo fundamentalmente al fotoperíodo (horas de luz diarias) la planta cesa la producción de nuevas hojas y se produce la diferenciación del meristema apical, estado conocido como “doble arruga”, en el que se producen flores y se forman las semillas (Langer, 1972).

Los entrenudos comienzan a elongarse y a elevar la inflorescencia en formación por dentro de las vainas de las hojas, esto prosigue hasta que la inflorescencia emerge de la vaina de la última hoja.

En gramíneas anuales como es el caso de triticale, prácticamente todos los macollos se diferencian produciendo una inflorescencia, mientras que en las especies perennes solo lo hace una proporción del total de los macollos durante un ciclo de crecimiento.

La densidad de macollos define el potencial de producción de forraje de una pastura, al determinar el número de meristemas intercalares, apicales y yemas axilares disponibles para el crecimiento. El número de macollos vivos por unidad de área está determinado por la relación que existe entre la estacionalidad de generación y la longevidad de los mismos. Esta relación entre generación y mortalidad de macollos se explica por la densidad, dado que un aumento en la mortalidad corresponde una nueva generación de macollos, y esta nueva generación provoca la muerte de los mismos al disminuir el suministro de asimilatos hacia ellos.

4.2 Crecimiento y producción de pasturas cultivadas.

A continuación se desarrollarán algunos de los factores que afectan el crecimiento de las pasturas cultivadas, que sirven a la hora de la toma de decisiones sobre su manejo y que pueden ayudar para dilucidar el comportamiento de las pasturas bajo pastoreo.

En este sentido la tasa de aparición y vida media de las hojas son factores determinantes del porcentaje de cosecha por parte del animal, ya que si por ejemplo el intervalo de aparición (y de muerte) de hojas es de 25 días y se pastorea cada 30 días, se permite que un porcentaje de hojas muera antes de ser consumida por los animales, ya que el número de hojas por macollos es relativamente estable.

Por consiguiente, en este ejemplo, lo que se considera como producción de forraje es solo un porcentaje de crecimiento debido a que una fracción del mismo senece antes de ser consumido por el animal, afectando la acumulación neta de forraje (Escuder, C. 1996; citado por Cangiano, *et al.* 1997).

La acumulación de materia seca depende del balance entre los procesos de ganancia (fotosíntesis) y de pérdida (respiración, muerte de macollos y hojas) de carbono. Este balance cambia radicalmente a medida que la que la pastura crece.

Durante el establecimiento y en estadios tempranos del rebrote de una pastura determinada, la pequeña área foliar determina una baja fotosíntesis por unidad de superficie del terreno. A medida que el cultivo crece, el área foliar aumenta permitiendo mayor intercepción de la radiación solar y una mayor fotosíntesis. Sin embargo, llega un momento en el que el cultivo intercepta prácticamente toda la luz incidente, con lo que la fotosíntesis no aumenta más (IAF crítico), o incluso debido al sombreado en hojas basales la fotosíntesis puede disminuir. Por ejemplo, en una pastura en estado vegetativo que se pastorea con baja carga animal comienza a acumularse pasto, produciendo de esta forma sombreado hacia las hojas nuevas que emergen desde la base. Si por una defoliación las hojas emergentes son expuestas a la luz directa, su capacidad fotosintética es menor de las que crecieron en un ambiente con mayor iluminación.

4.3 Efectos de la defoliación de la pastura sobre el crecimiento y desarrollo de la misma.

A continuación se expondrán algunas consideraciones a tener en cuenta sobre la defoliación de pasturas que afectan su producción y su aprovechamiento por parte de los animales.

La utilización de pasturas asume alguna forma de defoliación y consecuentemente la producción depende estrechamente del rebrote y de los factores que lo afectan (Davies, 1998).

El rebrote de la pastura depende de: si hay o no eliminación del meristema apical, el nivel de carbohidratos en rastrojo remanente y el área a foliar residual conjuntamente con la eficiencia fotosintética de la misma.

Una defoliación moderada generalmente remueve las partes más viejas de las hojas (el extremo) sin afectar a las hojas que están emergiendo dentro de las vainas; mientras que una defoliación severa podría remover toda la lámina y parte del pseudo tallo. El rebrote en este caso depende del crecimiento de las hojas que todavía no emergieron de las vainas. Si el ápice es removido el macollo muere y el rebrote depende de que hayan quedado otros macollos con el ápice intacto o de la producción de nuevos macollos.

Si luego de la defoliación queda suficiente área fotosintética para compensar las pérdidas por respiración del forraje remanente, la planta comienza a acumular tejidos; en caso contrario, la planta estará con un balance de carbono negativo y necesitará carbono de otras fuentes (reservas) para formar nuevas hojas por lo cual experimentará inicialmente una leve pérdida de peso. Booyesen y Nelson (1975), mostraron que para el rebrote es más importante el área a foliar remanente que el nivel de carbohidratos de reserva.

4.4 Consideraciones sobre la calidad de pasturas cultivadas.

La calidad de la pastura es uno de los pilares de la producción animal en pastoreo, y es por ello que se llevarán a consideración en este trabajo algunos elementos que la afectan.

En un sistema de producción basado en pasturas, se podría considerar que la mejor pastura, (la de mejor calidad) es aquella con la que se obtienen mejores respuestas en la producción animal, pero en realidad no se conoce muy bien hasta que punto la respuesta está relacionada con factores del forraje y no con otros factores. En este sentido en el cuadro 1 se observa una serie de componentes que hacen a la respuesta animal en pastoreo.

La comparación en forma relativa de las diferencias de calidad entre alimentos podría ser realizada a través de la respuesta animal (ganancia diaria de peso vivo, producción de leche) en condiciones no limitantes, donde el único factor que varía es el alimento a evaluar, es decir con animales de igual potencial de producción, consumiendo *ad libitum* y sin suplementación energética ni proteica y en un mismo ambiente climático. Como éste es un método complejo y costoso para evaluar la calidad de las pasturas es que se utilizan índices basados en análisis químicos y en el consumo voluntario.

Con respecto a la calidad de las pasturas propiamente dicha, uno de los principales componentes de fácil evaluación a campo es la maduración de la pastura, en particular a través del incremento en la proporción de tallo y en definitiva, de material de menor calidad que se produce a medida que se incrementan los intervalos de pastoreo (Minson, 1990) .

Estos elementos se llevaron a consideración en el momento de planificar los tratamientos de ésta investigación debido a que los rebrotes del verdeo, bajo los distintos tratamientos, seguramente serían de distinta calidad por la diferente eficiencia de cosecha esperada. En donde, en las altas asignaciones solo consumirían el primer estrato del canopeo (despunte de hojas) quedando un importante remanente que deterioraría su calidad al momento de una segunda utilización debido principalmente a que el estado fenológico será más avanzado que en las bajas asignaciones en donde debido a la elevada eficiencia de cosecha el rebrote será parejo, con elevada relación hoja/tallo y con el vegetal en activo crecimiento confiriéndole mayor calidad.

Cuadro 1. Factores que afectan la producción animal diaria en sistemas basados en pasturas (adaptado de Moore, 1994).

FACTORES DEL FORRAJE (Calidad)	OTROS FACTORES (Potencial animal: consumo, eficiencia).
Factores Químicos: proteínas, minerales, pared celular (concentración, composición), componentes de anticalidad y factores de palatabilidad.	Animal: genotipo, edad, sexo, estado fisiológico.
Factores Físicos: solubilidad, digestibilidad	Tratamiento previo: nivel de alimentación, enfermedades, parásitos.
Factores estructurales: microanatomía, morfología (relación hoja/tallo, habito de crecimiento), estructura del canopeo (altura, densidad, cobertura, heterogeneidad, relación tejido vivo/muerto	Clima: temperatura, humedad, radiación solar, precipitaciones, viento.
FACTORES DEL FORRAJE (Cantidad).	Implantes: hormonas.
Asignación forrajera, presión de pastoreo y efectos del suplemento.	SUPLEMENTOS: adición, sustitución, efectos asociativos.

Un nutriente es todo compuesto natural o de síntesis capaz de satisfacer requerimientos específicos como el agua, la glucosa, los aminoácidos, el calcio, el fósforo, etc. Teniendo en cuenta ésta definición, el valor de un forraje para la producción animal, su valor alimenticio o valor productivo, es el producto de la concentración de nutrientes contenidos en el forraje y la cantidad de forraje que un animal consume, (Moore, 1994).

El valor nutritivo puede ser definido como la respuesta animal por unidad de consumo de alimento, y está conformado por tres factores: 1) la composición química; 2) la proporción que es digerida o digestibilidad; y, 3) la eficiencia con que los nutrientes digeridos son utilizados para el

mantenimiento y la producción (Ulyatt, 1973). De esto resulta que el valor nutritivo puede expresarse como una función de los tres factores mencionados.

4.5 Factores que afectan el consumo de forraje en bovinos.

El consumo animal es otro de los factores importantes que afectan la producción de carne y de leche. En este sentido, existe una complejidad de mecanismos interrelacionados que lo regulan, por lo que es necesario realizar simplificaciones para analizar como influyen en condiciones de pastoreo. Para éste fin se presenta el grafico 1 en donde se resumen los principales componentes de la interfase planta-animal.

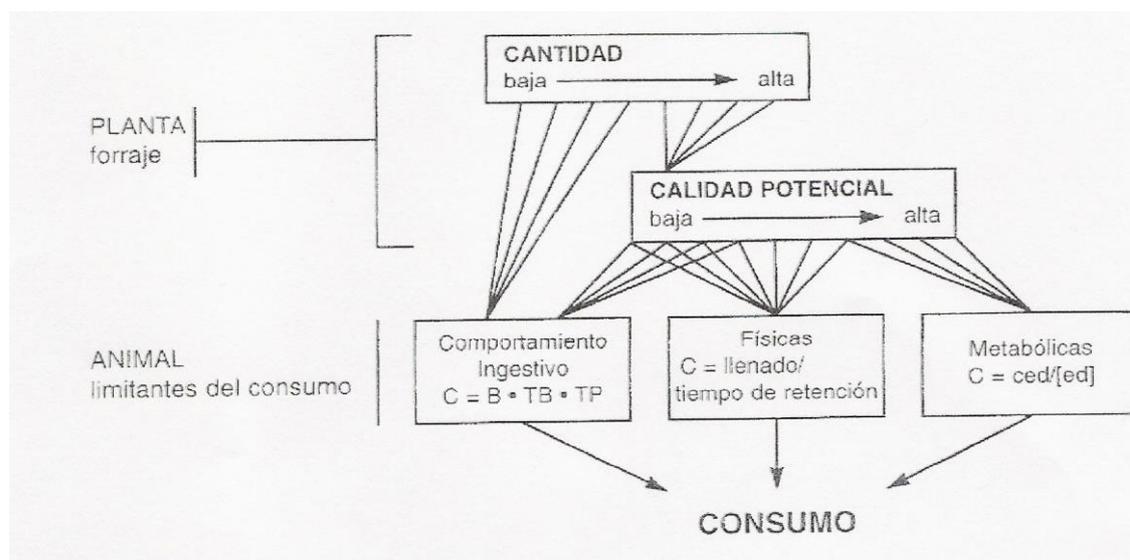


Gráfico 1. Diagrama simplificado de la relación planta/animal (C= consumo; B= peso del bocado; TB= tasa de bocado; TP tiempo de pastoreo; C ed= consumo de energía digestible; [ed]= concentración de energía digestible. Adaptado de Moore, 1994.

El consumo de forraje por parte de los animales en pastoreo esta determinado por factores relacionados con el animal, la pastura, el manejo y el ambiente. Con respecto al animal, se pueden citar la edad, el peso, el estado de preñes o de lactancia, el nivel de producción y la condición corporal; con respecto a la pastura, la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad de forraje y madurez como se mencionó anteriormente, con respecto al manejo, la suplementación, la fertilización, el sistema de pastoreo y la cantidad de forraje por animal y por día que, en el caso específico de éste trabajo es un factor que se evalúa a través de las diferentes asignaciones forrajeras; y por ultimo, con respecto al ambiente influye, la temperatura, la humedad, el fotoperíodo, la velocidad del viento, etc.

A medida que las plantas maduran, la proporción de pared celular en sus tejidos aumenta, lo que determina una disminución de su digestibilidad potencial y su tasa de digestión efectiva. En consecuencia el consumo de materia orgánica también disminuye y paralelamente se incrementa el tiempo de masticación por unidad de alimento consumido.

Un componente importante que también regula el consumo de materia orgánica es el porcentaje de materia seca del forraje (Jhon y Ulyatt, 1987). En este sentido Minson, (1981), menciona que con especies forrajeras de regiones templadas, el contenido óptimo de materia seca estaría alrededor de 30 a 35 % ya que un marchitado por encima de estos valores (que elevaría el % de M. S.) no trae aparejado una mejora significativa del consumo. De todas maneras estos valores de materia seca en un verdeo como el triticale solo se logra en estadios avanzados de su desarrollo, donde en este caso, lo que limita el consumo sería la calidad del verdeo y no el contenido de materia seca.

La relación entre el consumo de materia seca y la cantidad de forraje ofrecida describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo (gráfico 2). En esta curva se pueden distinguir una parte ascendente que es donde la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales o físicos) es lo que limita el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo. Este comportamiento incluye el tiempo de pastoreo (minutos día⁻¹), la tasa de bocado (bocados por minutos) y el peso del bocado (g), donde éste último es afectado por la selección de la dieta por parte del animal y la estructura de la pastura. En esta parte de la curva el consumo es muy sensible a cambios en la fitomasa, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de éstas tendrán gran efecto sobre la producción animal. En la parte asintótica de la curva, en cambio, los factores nutricionales o metabólicos como el tiempo de retención en el rumen y la concentración de productos metabólicos son de importancia en el control del consumo, considerando que la disponibilidad de forraje no es limitante (Poppi *et al.* 1987).

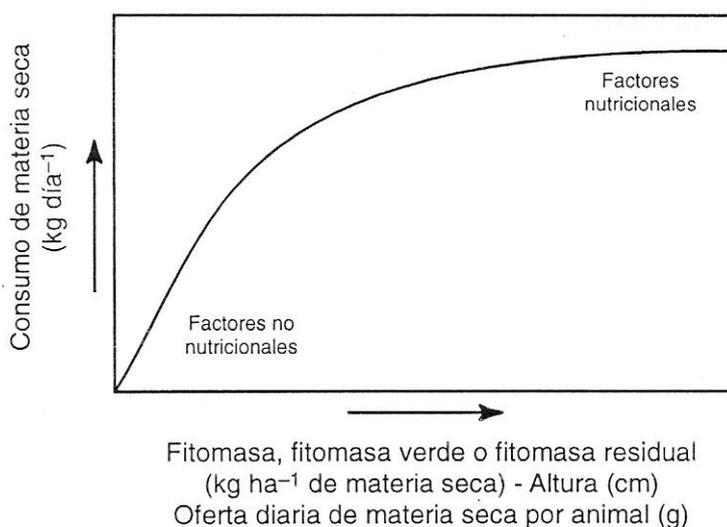


Gráfico 2. Relación entre el consumo de forraje, características de la pastura y métodos de asignación de forraje (tomado en base de Poppi *et al.* 1987).

Así como existe variación en la relación consumo/digestibilidad, también la hay en las relaciones entre el consumo o la ganancia de peso, con la oferta de forraje (gráfico 3). En este caso la fitomasa inicial previa al pastoreo determina la curva de respuesta por parte del animal, ya que inciden

sobre parámetros como altura y densidad de la pastura que afectaran directamente el peso del bocado y el consumo diario.

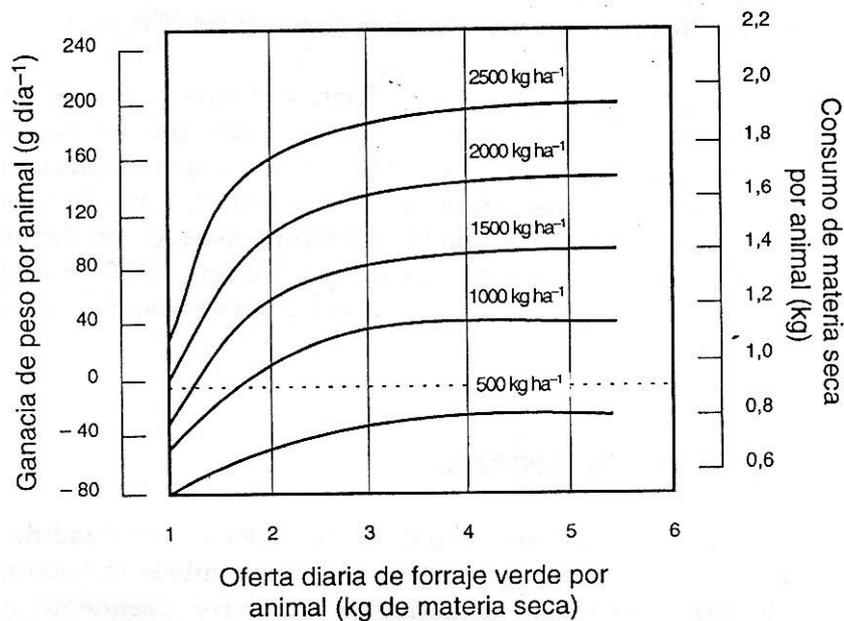


Gráfico 3. Efecto de la oferta diaria de forraje verde por animal sobre el consumo y la ganancia de peso en ovejas con distintas ofertas de forraje. Respuesta animal a diferentes disponibilidades iniciales. (tomado en base a Poppi *et al.*, 1987).

El peso del bocado es la variable del comportamiento ingestivo que más efecto tiene sobre el consumo y puede expresarse en términos de volumen (profundidad x área) y la densidad del forraje del horizonte de pastoreo (gráfico 4), en donde los componentes del comportamiento ingestivo se pueden integrar tal como la muestra el gráfico 5 (Burlison, 1987).

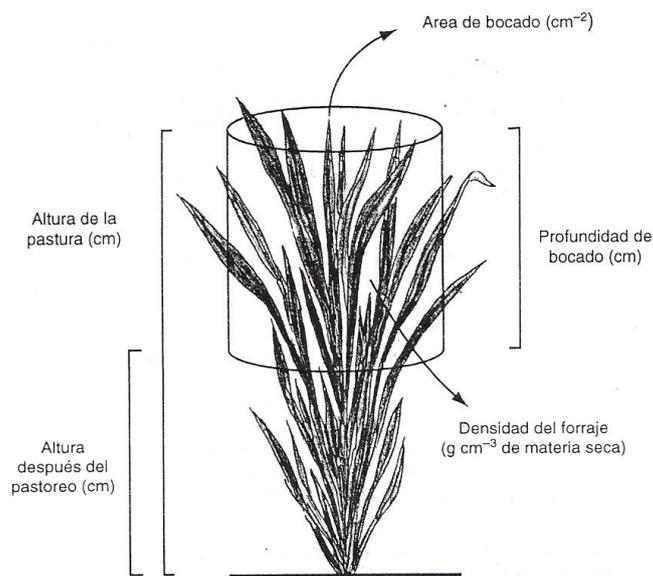


Gráfico 4. Dimensiones del bocado.

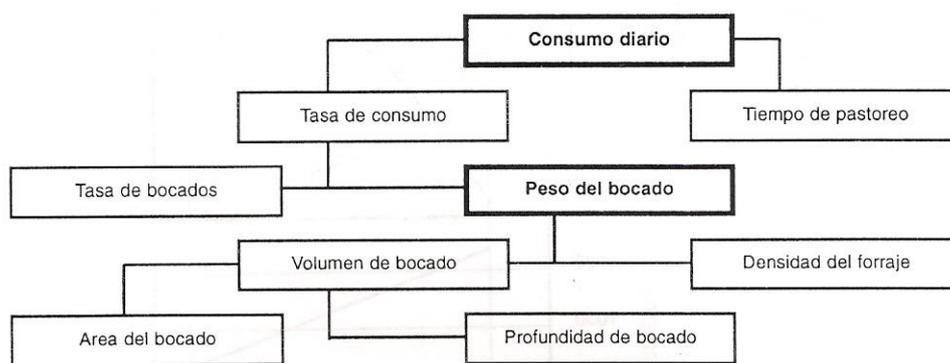


Gráfico 5. Componentes del comportamiento ingestivo (tomado en base a Hodgson, 1983; Burlison, 1987).

El peso del bocado es muy sensible a variaciones en la altura del forraje, si ésta disminuye, el animal para lograr un consumo óptimo de M. S. buscará compensar el menor peso del bocado, con un aumento del tiempo de pastoreo y de la tasa de bocado, esto lo podrá realizar hasta un cierto valor crítico por debajo del cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y el consumo diario. Este comportamiento queda demostrado en el gráfico 6.

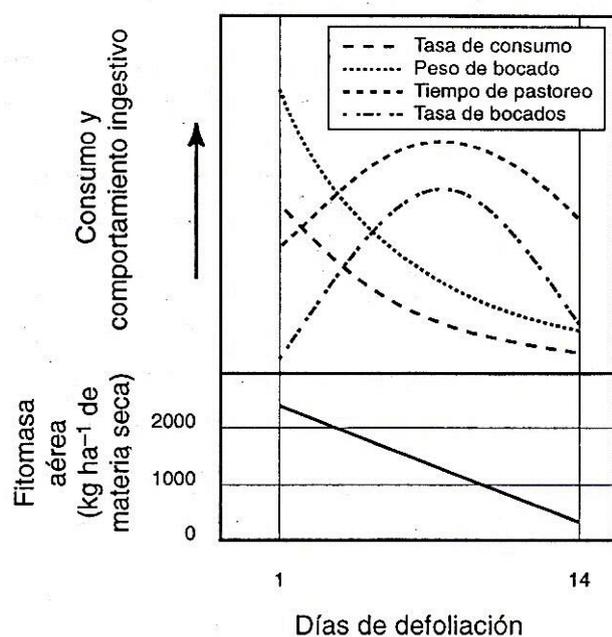


Gráfico 6. Evolución del consumo y del comportamiento ingestivo a medida que avanza el proceso de defoliación progresiva y disminuye la fitomasa aérea (adaptado de Chacon y Stobbs, 1976).

Aunque es conocido que los animales pastorean en forma selectiva, todavía no están muy claros los mecanismos por los cuales los animales seleccionan o rechazan un determinado material. Sin embargo se conoce que pueden deberse a la capacidad de percibir alguna diferencia intrínseca del forraje, a la facilidad de cosecha de ese material, o a una conjunción de ambas razones. En general,

tanto los ovinos como los bovinos prefieren las hojas y los materiales verdes y jóvenes antes que los tallos y material muerto o maduro. Cuando existe un exceso de forraje con respecto a la demanda del animal y hay heterogeneidad, ya sea en atributos estructurales o de valor nutritivo, los animales tienden a seleccionar cosechando algunas partes de las plantas y rechazando otras. Hendriksen y Minson, (1980) demuestran que cuando el forraje es abundante, al principio del pastoreo, los animales seleccionan hojas respecto de tallos.

Cuando las partes preferidas por los animales comienzan a declinar (por ejemplo: hojas o macollos vegetativos) al hacerse más difícil su selección, la tasa de consumo y el consumo diario se reducirán a pesar del mayor valor nutritivo de la dieta seleccionada, (Black *et al.* 1989).

En bovinos Ganskopp *et al.* (1993), demostraron que la presencia de tallos florales en gramíneas cespitosas, afectan negativamente la cantidad de forraje removido. Por otro lado Distel *et al.* (1991), mencionaron que si el forraje tiene poca variabilidad en calidad, el animal selecciona por una mayor cantidad de forraje, tendiendo a maximizar la tasa de consumo.

En pastoreo rotativo, la oferta forrajera es uno de los principales factores que afectan el consumo. No obstante diversos trabajos indican que la relación entre consumo y oferta es altamente variable y parece depender de cada caso estudiado en particular. Si bien se acepta que existe una respuesta asintótica como lo muestra el gráfico 2, hay trabajos realizados con vacas lecheras que se refieren a un consumo máximo con una oferta entre 1.8 y 2 veces dicho consumo, (Bryant, 1978; citado por Cagliostro y Cangiano, 1994) Por otro lado, un aumento de la oferta requiere de un aumento de la superficie a pastorear por día, lo que equivale a disminuir la carga animal e implica una menor utilización de la pastura.

Holmes, (1993) plantea que en sistemas de pastoreo rotativos, la fitomasa inicial debería ser superior a los 2200 kg/ha y una oferta de 40 a 50 kg por animal y por día para lograr consumos elevados.

4.6 Consideraciones sobre diferentes métodos de pastoreo y el manejo del mismo.

Conceptos como manejo y método de pastoreo son importantes a la hora de llevar a la práctica muchos de los puntos desarrollados previamente en esta revisión bibliográfica y es por ello que se intentaran describir a continuación.

El manejo del pastoreo consiste en la técnica que aplica el productor para cosechar el forraje; por lo tanto es éste quien determinará la eficiencia de cosecha (Kg de materia seca cosechada sobre Kg de materia seca disponible) y a su vez la productividad del sistema.

Normalmente se puede definir al manejo del pastoreo por medio de tres componentes principales como son:

1 El método de pastoreo.

2 La carga animal.

3 El tipo de animal.

El método de pastoreo logra definir tres aspectos principales de la defoliación con animales. El primer punto es el tiempo de ocupación de un potrero, lote o franja, el segundo es el tiempo de descanso y por último el momento del periodo de crecimiento del vegetal en que es aprovechada la pastura (Harris, 1978).

A través de la interacción de estos elementos surgen el pastoreo continuo, en donde los animales permanecen en la pastura por un periodo prolongado (3 meses a un año), y el pastoreo intermitente o rotativo en donde luego de un pastoreo se intercala un periodo de descanso. Debido a las múltiples combinaciones de tiempo de utilización y tiempo de descanso es que el pastoreo intermitente o rotativo no puede ser definido con precisión. La suma del periodo de uso de la pastura y el periodo de descanso determinan la duración del ciclo de pastoreo, que indicará el tiempo entre las fechas de comienzo de dos pastoreos sucesivos. (Escuder, C 1996; citado por Cangiano, *et al.* 1997).

Un supuesto básico del pastoreo rotativo es que con defoliaciones espaciadas se aumenta el vigor y densidad de la pastura debido a que la tasa de crecimiento del rebrote aumenta al aumentar el índice de área foliar, lo que sucedería al controlar el tiempo de utilización y descanso de la pastura.

En este sentido Harris, (1978) señala que el pastoreo rotativo busca mantener, a través del manejo de la frecuencia y severidad de la defoliación, un Índice de Área Foliar (IAF) remanente dentro de límites de una alta interceptación de la luz solar para lograr mantener altas tasas de acumulación de forraje.

Por otro lado Cosgrove, (1992) menciona que el pastoreo rotativo o intermitente, busca controlar la relación existente entre el animal y la pastura mediante el control del alimento que se proporciona al animal y por consiguiente la cantidad, la calidad, la composición morfológica y botánica del mismo. Tanto la carga animal, como el tipo de ganado, representan elementos importantes en el control del pastoreo e influyen en gran medida en la demanda total de forraje.

En el pastoreo rotativo, para que un ciclo de pastoreo (que combine una defoliación severa seguida de un rebrote relativamente corto) logre máximas tasas medias de crecimiento sin que se descomponga el tejido ni se deteriore el pasto, se debería acrecentar al máximo y de manera efectiva la proporción cosechada, su digestibilidad y se debería dejar la pastura en condiciones de lograr un rápido rebrote.

Sin embargo el estado residual del pasto no es determinante de un crecimiento adecuado posterior, ya que dependerá de la duración del rebrote previo a la defoliación, lo que indicará en cierta medida, la acumulación de reservas para el posterior rebrote. De la misma manera tampoco se puede recomendar una altura óptima residual ya que el crecimiento posterior va a depender de la luz incidente que posee una variabilidad según la estación del año que se trate.

Una cuestión también importante para destacar en este complejo sistema de interrelaciones entre el crecimiento del vegetal y la defoliación por parte del animal, es el efecto del método de pastoreo sobre los animales.

En este sentido el pastoreo rotativo lograría incrementar al máximo la producción animal, para verificar ello es necesario evaluar correctamente la ganancia de peso vivo por hectárea y por animal ya que son los criterios mas importantes para considerar un rendimiento económico.

Marsh (1975) sostuvo que para lograr una alta ganancia de peso por hectárea en pastoreo rotativo es esencial trabajar con cargas animales elevadas.

Con respecto a la relación entre el método de pastoreo y la calidad del forraje, se puede mencionar que el pastoreo rotativo logra mantener un crecimiento activo de la pastura que también servirá para mantener una elevada cantidad de hojas y en consecuencia alta calidad, evitando acumular material senescente.

Sin embargo Hendricksen y Minson (1980) mencionan que un incremento en la intensidad de pastoreo afectará la calidad de la dieta de los animales al reducir las posibilidades de selección y al forzarlos a ingerir mayor proporción de tallo y material improductivo.

4.7 Carga animal, intensidad de pastoreo y su efecto sobre la pastura y la producción ganadera.

Heitschmidt y Taylor, (1991) definen a la carga animal como el número de animales de una categoría específica o unidades animales/unidad de área de tierra en un período de tiempo específico, generalmente se expresa como: N° de animales/ha/año, mientras que carga animal instantánea se refiere al número de animales especificados/unidad de superficie de terreno en cualquier instante.

La carga animal ejerce una importante influencia sobre eficiencia de cosecha, la producción y la estructura de la pastura. En este sentido, Chapman y Lemaire (1993), señalan que algunas especies forrajeras tienen plasticidad fenotípica (modificación parcial de su morfología y estructura de la población) para que de ésta forma, frente a incrementos en la presión de pastoreo (número de animales/ disponibilidad forrajera) se mantenga un crecimiento relativamente constante (homeostasis).

Especies de hábito erecto que pueden ser defoliadas casi con facilidad como alfalfa y algunas gramíneas como el triticale, tienen menos desarrollados los mecanismos de homeostasis. Por lo cual, para no perjudicar a este tipo de plantas, es necesario retirar los animales y esperar que aquellas recompongan su área foliar y sus reservas, con un período de descanso relativamente largo. Las defoliaciones demasiado severas en verdes de invierno, también son perjudiciales por afectar la mayor parte de las reservas que se localizan en la base de las vainas o pseudo tallo. En gramíneas la producción neta no se afectaría debido a la relación inversa que existe entre el peso de los macollos y su tamaño, lo que permite que las pasturas puedan alterar su estructura, manteniendo un crecimiento homeostático.

Un aumento en la presión de pastoreo ocasiona un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje (gráfico 7), pero como también implica una disminución en el IAF y, consecuentemente, una menor interceptación de la luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye (Smetham, 1990).

En una pastura con un IAF elevado, el crecimiento y fotosíntesis se mantienen cercanos al máximo, pero esto implica una baja eficiencia de utilización y por ende, grandes pérdidas por senescencia.

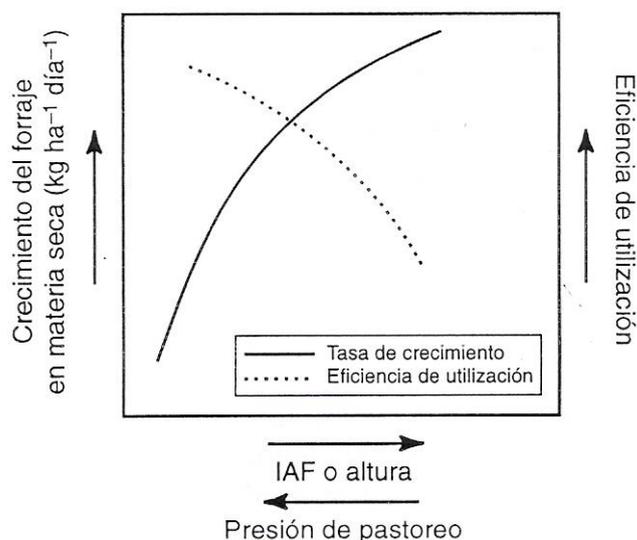


Gráfico 7. Relación entre la tasa de crecimiento y la eficiencia de utilización del forraje con la presión de pastoreo, y el IAF de la pastura (adaptado de Hodgson, 1990).

Parsons *et al.* (1983), describieron el efecto de la intensidad de pastoreo sobre el consumo y la eficiencia de utilización del forraje producido, sus resultados se presentan en el gráfico 8, donde se observa que la disminución en el crecimiento del forraje es el factor dominante en las pasturas pastoreadas intensamente, en tanto que en las pasturas pastoreadas a baja intensidad (elevada asignación forrajera), el factor dominante es el bajo aprovechamiento del forraje producido. Por consiguiente para lograr la máxima producción por hectárea se debe evitar una desfoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que a su vez, sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia.

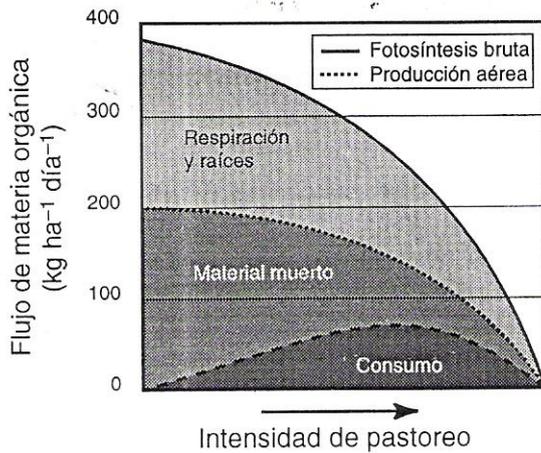


Gráfico 8. Efecto de la intensidad de pastoreo continuo sobre la producción y utilización de una pastura (redibujado a partir de Parson *et al.* 1983).

Una relación importante de destacar a los fines de lograr un buen manejo de las pasturas es la existente entre el porcentaje de utilización de forraje en un pastoreo rotativo y el consumo animal, en el gráfico 9 se pueden observar como a medida que se incrementa la oferta de forraje o asignación por animal, el porcentaje de utilización de la pastura disminuye y el consumo se incrementa (relación inversa). Por lo tanto, así como es deseable que la eficiencia de utilización (o de cosecha) sea alta, debe cuidarse que ello no implique un consumo por animal tan bajo que afecte en demasía las ganancias individuales.

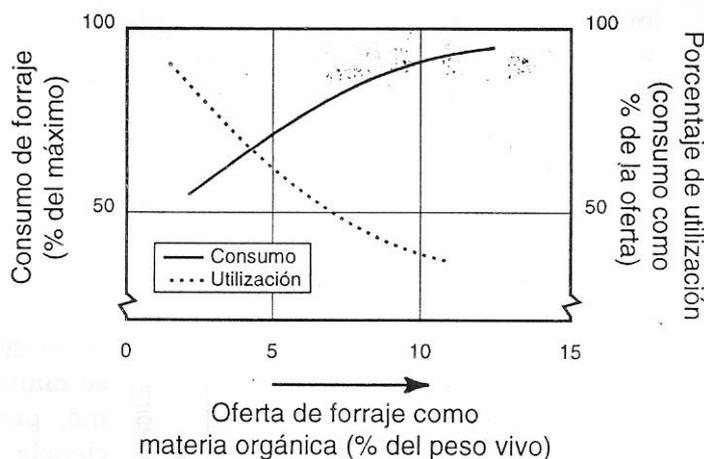


Gráfico 9. Relación entre el consumo por animal y el porcentaje de utilización con la oferta de forraje, en pastoreo rotativo (adaptado de Hodgson, 1990).

La carga animal también ejerce influencia conjunta sobre la eficiencia de cosecha, el consumo y la producción por animal y por hectárea. En este sentido Heitschmidt y Taylor (1991), mencionan que en respuesta a una disminución en la cantidad de forraje que cada individuo obtiene al aumentar la carga, la producción por animal disminuye. Tal disminución es compensada por el incremento en la producción por unidad de superficie (gráfico 10). A medida que la carga sigue aumentando, la

disminución en las ganancias por animal es de tal magnitud que también comienza a limitar la producción por hectárea.

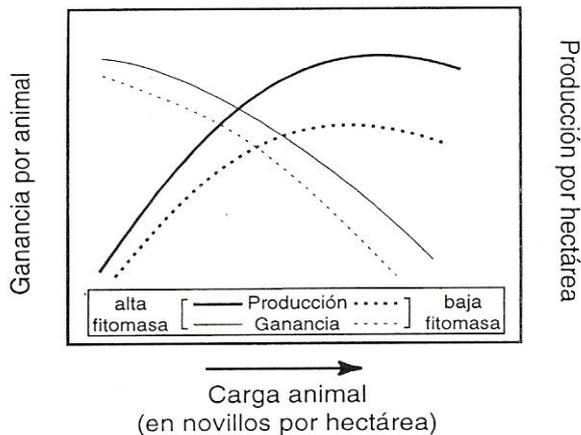


Gráfico 10. Relación entre la ganancia individual y la producción por hectárea en un periodo estacional según la carga animal (tomado de Heitschmidt y Taylor, 1991).

Las curvas superiores del gráfico 10 (líneas enteras), representan la relación entre carga y producción, en el caso de que la fitomasa sea alta, mientras que las inferiores (líneas punteadas) muestran lo que ocurre cuando la cantidad de forraje es menor. La distancia entre las dos curvas refleja el efecto potencial de variar la fitomasa sobre la producción a varios niveles de carga. Así es que con bajas cargas, el efecto de variar la fitomasa es relativamente bajo, ya que ello sólo representa una variación menor en la calidad del forraje consumido por animales sin restricciones. Con cargas altas, en cambio, las diferencias aumentan reflejando las variaciones importantes en cantidad y en calidad del forraje.

El deterioro de una pastura por el efecto de la carga, también debe ser considerado. Por lo tanto la carga óptima puede ser definida como la que maximiza la cosecha de energía y la eficiencia de conversión del forraje producido por una pastura dada, en forma sustentable en el tiempo.

La calidad de la pastura, que también se ve afectada por la carga animal, conforma un elemento importante a la hora de hablar sobre la producción animal. En el corto plazo la calidad del forraje ofrecido aumenta con la intensidad de pastoreo, al disminuir la cantidad de forraje; mientras que en el largo plazo depende si se produce o no un reemplazo de las especies de la pastura más consumidas para el caso de praderas, y de la calidad de las mismas. No obstante en pasturas manejadas con relativa intensidad, al aumentar la carga, la digestibilidad de la ingesta de los animales disminuye, al restringirse la posibilidad de que los animales puedan seleccionar forraje de mayor calidad. Sin embargo Hodgson y Wade (1978) concluyen en este sentido, que el efecto de la carga se explica más por una disminución del consumo individual de los animales, que por el efecto depresor que éstos puedan tener sobre el crecimiento de la pastura o sobre el valor nutritivo de la dieta.

Otro aspecto importante al momento de hablar de sistemas intensivos de producción de carne es el pisoteo ya que el mismo puede reducir el crecimiento por el daño producido a los puntos de crecimiento, al tejido fotosintético o a la estructura del suelo (Watkin y Clements 1978). Estos efectos probablemente son los menos importantes en pasturas bajo corte comparados con la defoliación propiamente dicha y con la excreta por parte de los animales (Korte y Harris 1987). Sin embargo los efectos del pisoteo no están muy claros en los diversos métodos de pastoreo. En pastoreo rotativo que implica una alta carga animal por cortos periodos de tiempo acompañado por un periodo de intensas precipitaciones, pueden producirse importantes daños en la pastura y el suelo. Este hecho se contrarresta en parte debido a que el daño se limita a áreas relativamente pequeñas (parcelas).

Como conclusiones sobre los métodos de pastoreo, los mismos pueden considerarse sobre la base de procesos comunes relacionados con la profundidad y las áreas de pastoreo diario. Las especies erectas requerirán prolongados intervalos de la defoliación que solo son posibles con el pastoreo rotativo para obtener la máxima productividad.

Consideraciones prácticas como el racionamiento del forraje cuando la demanda supera la oferta (invierno) y la mayor capacidad para reconocer y controlar los excedentes son otros de los motivos por el cual el pastoreo rotativo continúa utilizándose.

El objetivo siempre debería ser el de mantener las pasturas en óptimo estado y en activo crecimiento dentro de los límites impuestos por el medio.

V Materiales y Métodos

5. Materiales y métodos:

El presente trabajo se desarrolló en el campo experimental Pozo del Carril de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado en el paraje La Aguada a los 25° 55' LS y 44° 41' LO, a 550 msnm. El paisaje está compuesto por un relieve normal con planicies suavemente onduladas con un gradiente de 0.5 y 1%. Los suelos son hapludoles típicos y énticos de textura franca arenosa a franca.

El clima predominante de la zona es templado con estación seca, presentando un régimen de precipitaciones de tipo monzónico con una media anual de 755mm, mientras que el período libre de heladas es de más de seis meses. El mes más frío del año corresponde a Julio con una temperatura media de 8.5° C, con escasa amplitud térmica siendo la mínima media de 3.7° C y la temperatura máxima media de 14.3° C. El mes más cálido es Enero con una temperatura media de 22° C, una temperatura mínima media de 16° C y una temperatura máxima media de 28.4° C, con días calurosos y noches agradables.

5.1 Siembra

El ensayo se llevó a cabo sobre un cultivo de Triticale (X *Triticosecale* Wittmack) cultivar "Cayú"–UNRC de ciclo intermedio, de porte semierecto. La siembra se realizó el día 4/4/2004 con una densidad de 100 kg ha⁻¹ a los efectos de lograr a establecimiento entre 180 y 200 plantas m⁻².

El lote se fertilizó a la siembra con fosfato diamónico (48-18) a una dosis de 27 kg ha⁻¹ sobre la línea de siembra y urea (46-0) con una dosis de 38 kg ha⁻¹ efectuada al costado de la línea de siembra.

El día 17/5/2004 se realizó un conteo de plantas obteniéndose 200 pl m⁻² considerado óptimo de acuerdo al valor determinado previo a la siembra.

5.2 Tratamientos:

Los tratamientos consistieron en cuatro asignaciones de forraje (2, 4, 6 y 8 kg. MS 100 Kg. PV⁻¹ día⁻¹) 2%, 4 %, 6% y 8% de disponibilidad forrajera del peso vivo de los animales. Como unidad experimental se utilizaron 40 novillitos y vaquillonas de la raza Aberdeen Angus que se separaron según peso y sexo en 8 grupos de 5 animales cada uno. Cada grupo asignado a los diferentes tratamientos tuvo un peso total similar. El peso promedio de los animales al inicio del ensayo fue de 182 kg.

5.3 Diseño experimental

Los tratamientos fueron asignados al azar mediante un diseño de bloques con dos repeticiones. Se utilizaron parcelas de superficie variable para cada tratamiento según la producción de la pastura y el peso de los animales correspondientes al de la última pesada.

En la siguiente tabla se observa la superficie total en hectáreas que utilizó cada tratamiento al final del ensayo.

	ASIGNACIONES			
	2%	4%	6%	8%
BLOQUE 1	0.47	0.97	1.21	1.74
BLOQUE 2	0.57	0.89	1.25	1.73

Tabla 1. Superficie en hectáreas que utilizó cada tratamiento hasta la finalización del ensayo.

5.4 Sistema de pastoreo

El sistema de pastoreo utilizado fue rotativo, con 7 días de ocupación y 49 días de descanso de cada parcela. Se diseñaron 8 parcelas de superficie variable a los fines de ajustar la asignación de forraje de acuerdo a la disponibilidad de cada parcela. El ensayo fue diseñado con 4 callejones de 2 metros de ancho y 160 metros de largo para transito hacia los bebederos (Figura 1).

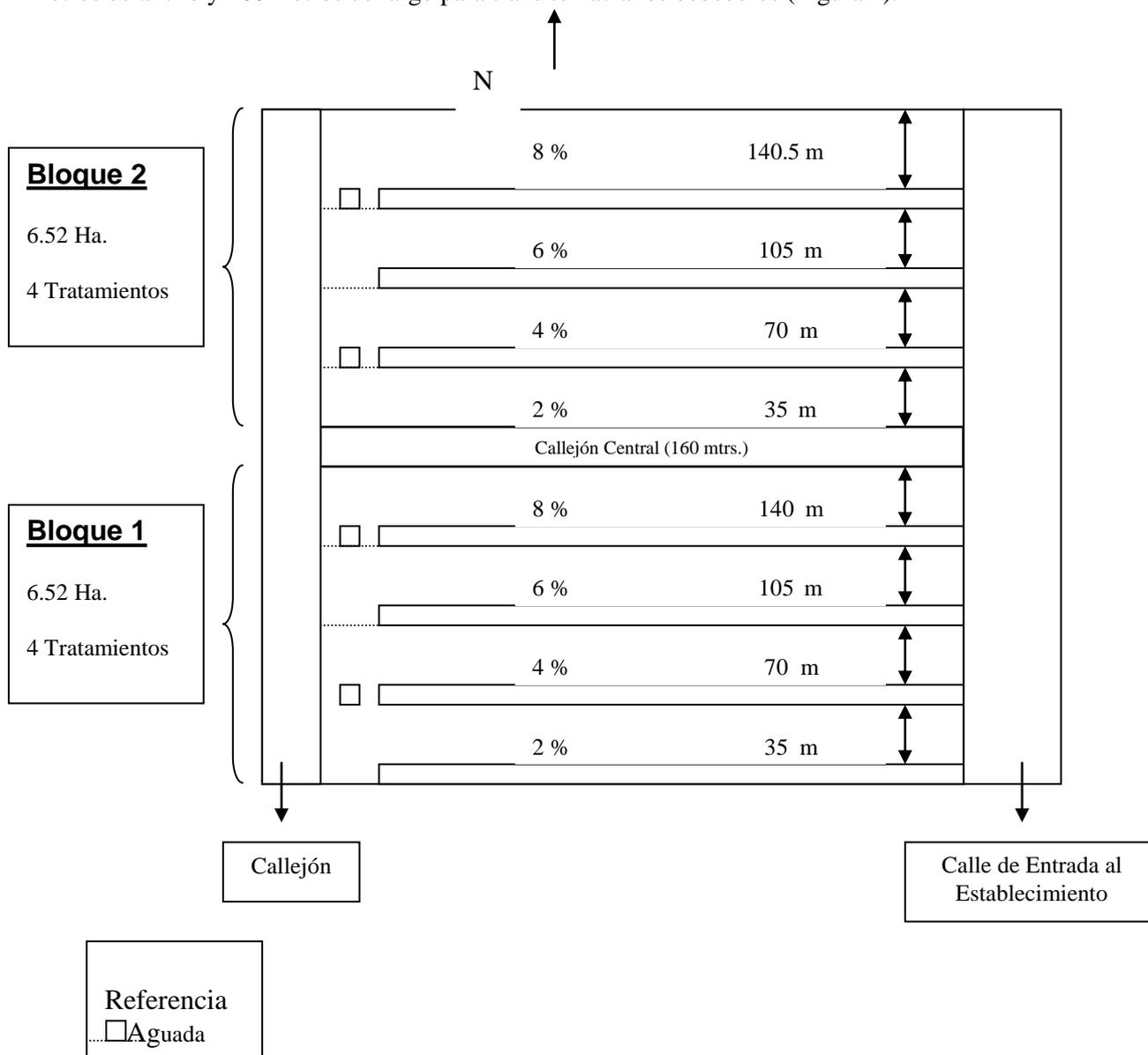


Figura 1. Esquema simplificado de la distribución del ensayo en el campo experimental de la U.N.R.C.

5.5 Metodología del pesaje de los animales:

Para proceder con el pesaje de los animales, los mismos se encerraron en corrales de espera sin acceso al agua desde las 19 hs del día previo a la pesada hasta las 8 hs del día siguiente en donde se realizó el pesaje correspondiente. Se utilizó para este procedimiento una balanza con capacidad de 1.500 Kg. ubicada en el extremo de una manga, la tara de la balanza se controló al inicio de la pesada y cada 15 animales.

Las fechas de pesaje corresponden a los días 22/7/2004 (inicio del ensayo), 5/8/2004, 26/8/2004, 16/9/2004 (fin del primer ciclo de pastoreo) y 30/9/2004 (fin de ensayo) para determinar la ganancia individual de peso vivo.

5.6 Metodología del Muestreo de forraje:

Los muestreos fueron completamente aleatorios utilizándose una superficie de muestreo de 0.175 m² (dos hileras de siembra, 0.35 m por 0.5 m de largo). El corte del forraje se realizó con navaja al ras de suelo. Las muestras fueron pesadas en verde y mediante la aplicación del porcentaje de materia seca (MS) del forraje, se determinó la disponibilidad de MS ha⁻¹. La MS del forraje fue determinado mediante la obtención de pequeñas muestras extraídas del cultivo 72 horas antes de la entrada de los animales a pastorear. Estas muestras de referencia se pesaron en verde y posteriormente fueron secadas en estufa a 110° C durante 48 horas o hasta peso constante para luego pesarlas en seco y obtener con respecto al peso en verde, el porcentaje de MS. En función de la disponibilidad de MS y el peso del grupo de animales se diseñó el tamaño de las parcelas para cada tratamiento y repetición.

El número de muestras para determinar la disponibilidad de MS (previo al ingreso de los animales a la parcela), varió para cada asignación resultando en 8 muestras para el tratamiento de 2 y 4% y 10 muestras para los tratamientos de 6 y 8%. El remanente de forraje (posterior a la salida de los animales de cada parcela) se estimó, mediante 8 muestras para el tratamiento de 2%, 10 para el de 4%, 12 para el de 6% y 14 muestras para el tratamiento de 8%. Esta diferencia en el número de muestreos se debió a la heterogeneidad de los diferentes remanentes.

Con los valores de disponibilidad de materia seca obtenidos y el peso vivo de los animales por tratamiento se determinó la superficie que debía tener cada parcela para poder asignar la cantidad de forraje correspondiente a cada tratamiento, esto significa que la superficie de cada tratamiento es dependiente de el peso de los animales y de la producción actualizada de cada parcela.

El día 30/9/2004 se realizó la última pesada y se decidió dar por finalizada las determinaciones en los animales en función de presentarse inconvenientes en el sistema eléctrico y el estado fenológico avanzado del cultivo. Es por ello que los datos presentados corresponden a 70 días de pastoreo.

5.7 Procesamiento de datos

Los datos fueron procesados y tabulados con el software Excel. El análisis de datos se realizó por medio del Análisis de la Varianza y las Medias de Mínimos Cuadrados fueron comparadas por medio del test de Duncan, utilizándose para ello el programa SAS STAT 1990.

Los gráficos 11, 12 y 13 fueron confeccionados con las medias de mínimos cuadrados obtenidas del análisis de la varianza.

VI Resultados y Discusión

6. Resultados y discusión

En esta etapa del trabajo, luego de la recopilación de datos y su análisis estadístico surgen los resultados que arrojó la investigación.

El aumento diario de peso vivo (ADPV) presentó diferencias ($p < 0.05$) de acuerdo a la asignación diaria de forraje. Las asignaciones 6 y 8 % fueron las que presentaron el mayor ADPV, sin embargo esto no se reflejó en una mayor producción por unidad de superficie (cuadro 2). Los ADPV se incrementaron en un 21.5, 14.0 y 11.0 % al incrementar dos puntos porcentuales la asignación diaria de forraje. Los diferentes tratamientos empleados (2 % al 8 %) implicaron una disminución de la carga animal lo que impactó negativamente en las ganancias de peso por unidad de superficie. Este parámetro disminuyó en un 24.6, 13.9 y 21.5 % cuando se incrementó la asignación de 2 a 4 %, 4 a 6 % y 6 a 8 % respectivamente. Méndez y Davies (2000), trabajando con triticale en General Villegas encontraron los menores incrementos diarios de peso vivo para asignaciones de 2 % mientras que no se presentaron diferencias cuando las asignaciones se incrementaron hasta el 4 %. Los autores concluyen que valores superiores al 2.5 % de asignación forrajera se alcanza el potencial de ganancia de peso individual. Similares resultados fueron obtenidos en el presente trabajo, en cuanto no se encontraron diferencias en el ADPV al incrementar la asignación diaria de forraje del 2 a 4 %, sin embargo la respuesta en la ganancia grupal fue superior para la asignación 2 % respecto a la 4 %.

Cuadro 2. Aumento diario de peso vivo, ganancia de peso por unidad de superficie (media \pm error estándar) de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticale. La Aguada. Córdoba

Asignación (%)	Aumento diario de peso vivo (kg día ⁻¹)	Ganancia de peso (kg ha ⁻¹)
2	0.559 \pm 0.186 c	338.5 \pm 91.9 a
4	0.679 \pm 0.121 bc	255.2 \pm 50.3 b
6	0.774 \pm 0.176 ab	219.8 \pm 49.1 cb
8	0.857 \pm 0.149 a	172.5 \pm 28.7 c
P	0.0029	0.0001
C.V. (%)	21.2	21.5

+ $p \leq 0.05$ Existen diferencias significativas en las medias.

+ Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente ($\alpha = 0.05$)

El ADPV en el presente estudio respondió de acuerdo a una función logarítmica (Gráfico 11). En ella podemos observar que los incrementos de peso no son constantes con el aumento de la asignación.

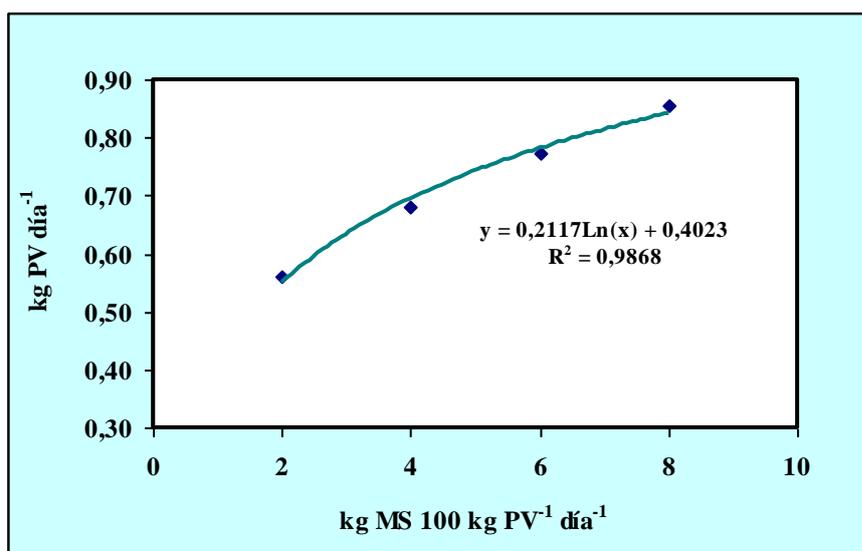


Gráfico 11. Aumento diario de peso vivo de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticale. La Aguada. Córdoba.

La función indica, que los incrementos en la asignación de forrajes generan mayores ADPV debido a una menor presión de pastoreo, por menor carga animal, lo que permite una mayor selectividad de los componentes preferidos de la pradera.

Relaciones similares han sido reportadas por Améndola (2002) en vacas lecheras. Este autor encontró que la producción de leche por vaca y por día fue constante hasta un nivel de asignación del 4,1 % para disminuir a partir de este.

Esto significa que a bajas asignaciones (cercasas a 2 %) el animal se encuentra restringido en su consumo lo que limita las ganancias individuales, explicado por la relación inversa existente entre porcentaje de utilización de la pastura (elevado para asignaciones bajas) y consumo de forraje, donde a medida que se incrementa la asignación existe una respuesta elevada en la ADPV debido al mayor consumo con un bajo porcentaje de utilización concordando con Hodgson, (1990).

Por el contrario en altas asignaciones el consumo ya no es limitante por lo que las ganancias individuales tienden a estabilizarse (por encima de 4%).

Con respecto a las ganancias de peso por unidad de superficie, se elaboró una ecuación que relaciona la asignación forrajera con la producción por hectárea resultando el siguiente gráfico.

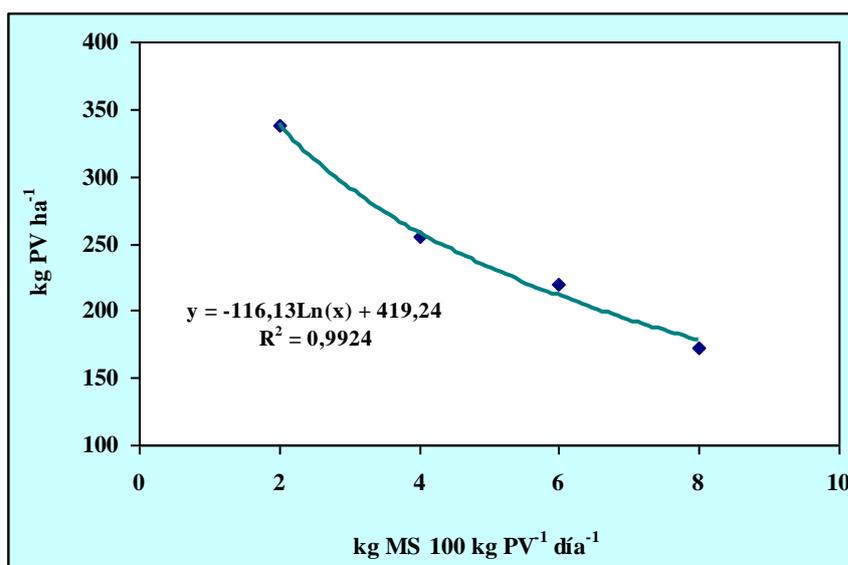


Gráfico 12. Ganancia de peso por unidad de superficie de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticales. La Aguada. Córdoba.

Esta función logarítmica indica que al aumentar la asignación de forraje (reducir la carga animal) la ganancia de peso por unidad de superficie disminuye a pesar de la mayor ganancia individual (ver gráfico 11), esto es debido a que al disminuir la carga, el ADPV no se refleja en la misma proporción en la ganancia por unidad de superficie. En un trabajo similar, Méndez, *et al.* (2000) concluyeron que con una asignación de 4 % se obtuvo la menor producción de carne por hectárea y entre las otras asignaciones estudiadas (2,5 y 3,25 %) no hubo diferencias significativas.

La asignación de 2 % generó las mayores ganancias de peso por unidad de superficie (Gráfico 12) aun presentando las menores ganancias individuales. Sin embargo esta respuesta generó un deterioro en el cultivo por una excesiva presión de pastoreo lo que produjo una disminución del stand de plantas y una consecuente baja disponibilidad forrajera para el siguiente pastoreo. En este sentido Parson *et al.* 1983 indican que a medida que se incrementa la intensidad de pastoreo disminuye la fotosíntesis bruta y la producción aérea, debilitando la pastura para un segundo aprovechamiento.

Las eficiencias de cosecha del forraje encontradas fueron de 35.0, 36.0, 44.0 y 66.0 % para las asignaciones 8, 6, 4 y 2 % respectivamente, coincidiendo con Smetham, (1990) que indica que un incremento en la presión de pastoreo ocasiona un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje. Hogdson (1990) indica que una pastura mantenida con un IAF elevado dado por una alta asignación de forraje implica una baja eficiencia de utilización del forraje, pérdidas de forraje por senescencia y una disminución en la capacidad de rebrote.

En el gráfico 13, puede observarse la relación existente entre el ADPV y la ganancia de peso por unidad de superficie (Kg. PV ha⁻¹) en función de las asignaciones forrajeras.

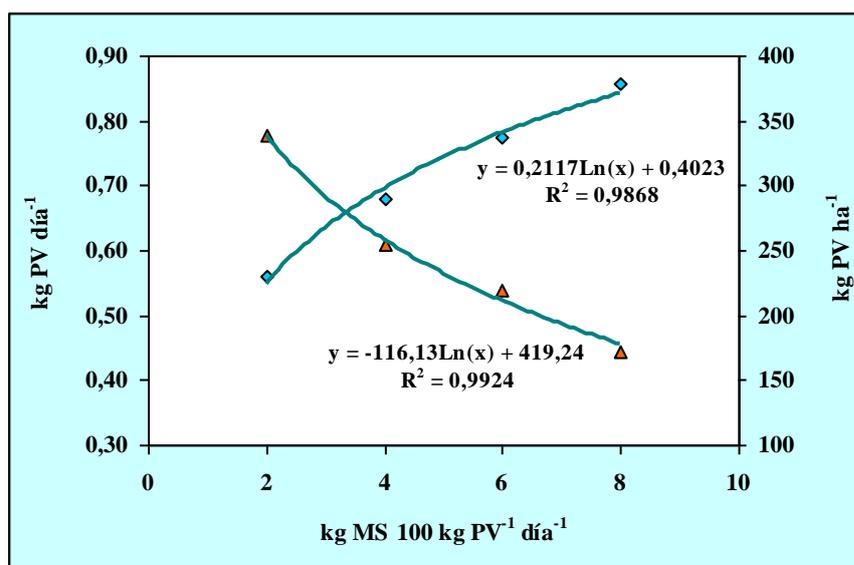


Gráfico 13. Aumento diario de peso vivo e incremento de peso por unidad de superficie de bovinos a diferentes asignaciones diarias de forraje en un cultivo de triticale. La Aguada. Córdoba.

Este gráfico explica como es la relación entre ambas variables, en donde a elevadas asignaciones forrajeras (baja carga animal) la producción individual se maximiza. Por el contrario si disminuye la asignación (aumento de carga animal) la producción por animal declina rápidamente debido a que el pastoreo es mas intenso lo que implica que la posibilidad de selección esta muy acotada, y un consumo de forraje de menor calidad.

De acuerdo al gráfico 13 es posible determinar un nivel de asignación alrededor del cual se compatibilice la producción individual como la ganancia por hectárea. La intersección de ambas curvas determina una asignación de 3.5 %, pudiendo considerarse este punto como el valor óptimo para el presente trabajo. Esta respuesta es considerada concordante con lo obtenido en el mismo cultivo por Méndez y Davies (2003).

Améndola (2002) encontró que la producción de leche por unidad de superficie aumentó en forma lineal hasta niveles de asignación del 4,1 % para continuar con incrementos a tasa decrecientes hasta asignaciones del 6 %. El autor trabajando en praderas y verdes el punto de asignación óptima fue alrededor del 4 %, lugar donde se entrecruzan las dos funciones.

De acuerdo a las condiciones particulares del presente estudio, surge que un adecuado manejo del sistema pastura – animal implica el conocimiento concreto de los objetivos que se quieran lograr dentro del sistema, a partir de éste trabajo se debería ajustar la carga animal para obtener asignaciones adecuadas a objetivos de corto y largo plazo. Si el objetivo es obtener altas ganancias individuales (animales en terminación) podría ser conveniente trabajar con asignaciones elevadas y eficiencia de cosecha de aproximadamente 40 %. Por otro lado, si el objetivo es mantener una alta carga animal y maximizar las ganancias grupales debería trabajarse con asignaciones superiores al 2%.

VII Conclusiones

7. Conclusiones

- El incremento de la asignación forrajera produce un incremento en la ganancia diaria de peso vivo que responde a una función logarítmica con pendiente positiva.
- El incremento de la asignación forrajera provoca una disminución en la producción de carne por unidad de superficie que responde a una función logarítmica con pendiente negativa.
- Una asignación forrajera de 3.5 % es considerada como un valor que compatibiliza tanto la producción individual como la producción por hectárea

VIII Bibliografía

8. Bibliografía

- AMENDOLA, R. 2002. A Dairy System based on forages and grazing in temperate Mexico. Doctoral Thesis. Wageningen Universiteit, Netherland: 93-138.
- AMIGONE, M.A.; A.M, KLOSTER; O, CAGNOLO; M, DOMÍNGUEZ y G, RESCH 1991. Evaluación de cereales forrajeros invernales en condiciones de pastoreo. **Hoja informativa N° 21**, Proyecto AMCPAG, EEA Marcos Juárez.
- BLACK, J, L.; W, COLEBROOK; S, GHERARDI; P, KENNEY. 1989. Diet selection and the effect of palatability on voluntary feed intake by sheep. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires
- BOOYSEN, P de V. Y C, NELSON. 1975. Leaf area and carbohydrate reserves in regrowth of tall Fescue. **Crop Science**, 15:262 - 266. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- BURLISON, A. 1987. Sward canopy structure and ingestive behaviour in grazing animals. Ph. D. Thesis, University of Edinburgh. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- CAGLIOSTRO, G y C, CANGIANO. 1994. Consumo de pasto y producción de leche en avena con diferentes ofertas de forraje. **Revista Argentina de Producción Animal**, Supl. 1:9-10. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- CANGIANO, C. 1997. Producción Animal en pastoreo 1ra edición. INTA Ed. Bs. As.
- CHACON, E; T, STOBBS. 1976. Influence of progressive defoliation of grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian journal of Agricultural Research**, 27: 709 – 727. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- CHAPMAN, D y G. LEMAIRE. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. **Proceedings of the XVII International Congress**, pags. 95 - 104 . **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- COLABELLI, M; M, AGNUSDEI; A, MAZZANTI Y M, LABREVEUX. 1998. El Proceso De Crecimiento Y Desarrollo De Gramíneas Forrajeras Como Base Para El Manejo De La Defoliación. Boletín Técnico N° 148 Sagpya, INTA, Centro Regional Buenos Aires Sur, Eea Balcarce.
- COSGROVE, P. 1992. Estudio comparativo de los efectos del método de pastoreo sobre la producción animal y de las pasturas. **Primer congreso mundial sobre producción, utilización y conservación de Forrajes empleados en la Alimentación de la Ganadería Vacuna – Forrajes 92'**. Buenos Aires Argentina.
- DAVIES, A. 1988. The regrowth of grass swards. En: M, Jones y A, Lazenby (eds.) The grass crop. The Physiological basis of Production, págs. 85 - 127. Chapman y Hall Ltd. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- DISTEL, R; GRIGGS, T; LACA, E. 1991. Cattle prefer patches that yield greater instantaneous intake rate in patchy ryegrass sward. Proceedings 2nd Grazing Livestock Nutrition Conference, Steamboat Springs, Colorado, Agricultural Experimental Station-Oklahoma State University, pag. 171. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.

- GANSKOPP, D; R, ANGELL y J, ROSE. 1993. Effect of low densities of senescent stem in crested wheatgrass on plant selection and utilization by beef cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, 38:227 - 233.
- GONZALEZ M., S.2002. Consumo y composición de la dieta de borregos y vaquillonas en pastoreo mixto a diferentes equivalentes y grado de sustitución animal. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo Mexico. 73pp.
- HARRIS, W. 1978. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominant pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**. En: G, Cosgrove. 1992. Estudio Comparativo de los Efectos del Método de Pastoreo sobre la Producción Animal y de las Pasturas.
- HEITSCHMIDT, R y C, TAYLOR jr. 1991. Livestock Production En: R. Heitschmidt y J, Stuth (eds.) Grazing Management. An Ecological Perspective. Timber Press. Portland, Oregon, EUA. Capítulo 7.
- HENDRICKSEN, R y D, MINSON. 1980. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lolium perenne* cv. Rongai. **Journal of Agricultural Science of Cambridge**, 95:547 – 555. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- HODGSON, J y WADE, M. 1978. Grazing system and herbage production. En: Grazing, sward production and livestock output. British Grassland Society. Occasional Symposium N° 13. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- HODGSON, J. 1983. La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de plantas forrajeras tropicales. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- HODGSON, J. 1990. Grazing Management. Science into Practice. Longman Group UK Limited, Inglaterra. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- HOLMES, C. 1993. The management and control of feed intake by grazing cattle, in order to meet their requirements. **Jornadas técnicas sobre Actualización en Producción Lechera** ACHA, INTA, CREA. Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional de Buenos Aires.
- JOHN, A. y M, ULYATT. 1987. Importance of dry matter content to voluntary intake of fresh grass forage. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, 47: 13 – 16. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- KLOSTER, A.M.; A, AMIGONE y N.J, LATIMORI 1997. Utilización de verdes invernales bajo pastoreo en producción de carne. **Boletín Informativo INTA**. Marcos Juárez. Julio 1997. 6pp.
- KORTE, C; W, HARRIS y B, WATKINS. 1984. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominant pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research** 27, 135 – 149. En: G, Cosgrove. 1992. Estudio Comparativo de los Efectos del Método de Pastoreo sobre la Producción Animal y de las Pasturas.
- LANGER, R. 1972. How Grasses grow. Edward Arnold, Londres, Inglaterra. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.
- MARSH, R. 1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. **J. Br. Grassland Soc.** 30. En Revista de los Crea N° 167. 1994.
- MÉNDEZ, D y P. DAVIES. 2000. Suplementación energética en pastoreo de triticale. Revista Argentina de Producción animal.

MÉNDEZ, D. y P. DAVIES. 2003 Herramientas para mejorar las ganancias de peso. **Rev Super Campo** 113.6-10.

MINSON, D. 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. En F, Morley (ed.) *Grazing Animals*, World Animal Science, B 1, Cap. 8, págs. 143 – 157. Elsevier Scientific Publishing Company. **EN:** Escuder, C (Ed.). Producción animal en pastoreo. Ediciones Cangiano, B. Aires.

MINSON, D. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. En: G, Cosgrove. 1992. Estudio Comparativo de los Efectos del Método de Pastoreo sobre la Producción Animal y de las Pasturas. . **Primer congreso mundial sobre producción, utilización y conservación de Forrajes empleados en la Alimentación de la Ganadería Vacuna – Forrajes 92'**. Buenos Aires, Argentina.

MOORE, J. 1994. Forage quality indices: Development and application. En: C, Frame (ed.) *Forage quality, avaluation and utilization*. Cap. 24, págs. 167 - 182. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.

PARSONS, A; E, LEAF; B, COLLET; P, PENNING y J, LEWIS. 1983. The Physiology of grass production under grazing. II Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, 20,127-139. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.

POPPI, D. T, HUGHES y P, HUILLIER. 1987. intake of pasture by grazing ruminants. En: *Livestock Feeding on Pasture*, New Zeland Society of Animal Production, Occasional Publication N 10, Cap. 4, págs. 55 – 63. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.

SAROFF, C.; H. PAGIARICCI y V. FERREIRA 2002 Efecto del pastoreo sobre un cultivo de triticale. **Rev UNRC** 22 (1-2): 53-61.

SAS Statical Analysis System Institute 1990 SAS STAT. User´s Guide: Statistics, version 6, fourth Edition Cary N.C. SAS Institute.

SMETHAM, M. 1990. Pasture Management. En: R, Langer (ed.) *Pastures, their ecology and management*. Oxford University Press, Nueva Zalandia. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.

ULYATT, M. 1973. The feeding value of herbage. En G, Butter y R, Biley (eds.) *Chemistry and biochemistry of herbage*. London Academic Press. V(3): 131 – 178. **EN:** Cangiano, C.1997. Producción animal en pastoreo. 1ra ed. Ed. INTA, B. Aires.

WATKINS, B y R, CLEMENTS. 1978. The effects of grazing animals o pasture. En: G, Cosgrove. 1992. Estudio Comparativo de los Efectos del Método de Pastoreo sobre la Producción Animal y de las Pasturas.