

Utilización de forrajes

1. Utilización del recurso forrajero para producción de ganado de carne. Lascano, C.
2. Programa de Pastos Tropicales - CIAT - Sección Utilización de Pastos. Informe de Actividades 1979. Carimagua. Hoyos, G.P. y Kleinheisterkamp, I.
3. El método de rendimiento comparativo para estimar rendimiento de materia seca en praderas. Haydock, K.P. y Shaw, N.H.

✓

UTILIZACION DEL RECURSO FORRAJERO PARA PRODUCCION
DE GANADO DE CARNE

C. Lascano

INTRODUCCION

La cantidad y calidad nutritiva de un forraje son factores que interactúan y que influyen significativamente en la producción de ganado de carne bajo condiciones de pastoreo. Si la cantidad de forraje disponible no es limitante y no se presentan problemas de aprehensión entonces las ganancias de peso estarán en gran parte determinadas por el consumo voluntario de materia seca digerible, sinónimo de calidad nutritiva (Elliot et al 1961, Holmes et al 1966).

Se desprende de lo anterior que la baja producción por animal observada, por ejemplo, en los Llanos de Colombia con pastos naturales bien manejados y aún con gramíneas mejoradas y adaptadas (Paladines y Leal, 1979) se puede deber principalmente a un consumo bajo de nutrientes digeribles.

Si aceptamos que el bajo consumo de forrajes es un factor limitante en la producción de ganado en los trópicos, entonces, para pensar en soluciones es necesario conocer como atributos del forraje, y del animal interactúan con los mecanismos digestivos de regulación de consumo, en los rumiantes. Se tratará entonces en este trabajo de discutir en forma general algunos conceptos sobre regulación de consumo de forrajes y las implicaciones a que ellos conllevan.

FACTORES RELACIONADOS CON CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJES

Sería interminable discutir todos los factores que directa o indirectamente se sabe ejercen influencia en el consumo de forrajes de animales en pastoreo. Es por ello que sin desconocer los efectos que puede tener en consumo de forrajes la temperatura ambiental, la salud animal, la raza, la morfología y "gustosidad" relativa de las plantas, deficiencias nutricionales, etc., únicamente se discuten aquellos atributos del forraje y condiciones fisiológicas o productivas del animal que se sabe pueden influenciar directamente el consumo de nutrientes digeribles cuando el forraje disponible no es limitante.

REGULACION FISICA DE CONSUMO

RELACION CONSUMO - DIGESTIBILIDAD

Evidencia presentada por Blaxter et al (1956) sugirió que el mecanismo relacionado con el consumo de forrajes parecía estar asociado con la capacidad del tracto digestivo de acomodar el material ingerido. Esta observación fué muy importante ya que implicaba que el rumiante alimentado con forrajes no regulaba el consumo en términos de satisfacer sus requerimientos energéticos. Posteriormente Conrad et al (1964) reportó datos obtenidos con vacas lecheras en confinamiento que indicaban que dentro de los rangos de digestibilidad comunes a los forrajes (45 - 65%) el consumo voluntario estaba relacionado al peso del animal y a la digestibilidad del alimento. En estos estudios el consumo de todas las raciones invariablemente resultó en una producción relativamente

constante de heces del orden de 0.94 Kg MO/día/ 100 Kg peso vivo. Se pensó entonces que la producción constante de heces reflejaba una capacidad limitada de procesamiento en el tracto digestivo de materia seca no digerida. Se observó además (figura 1) que con aumentos en digestibilidad de la ración se obtenían aumentos en consumo hasta el punto en que la digestibilidad de la materia orgánica fuese de 65%. Por encima de este punto aumentos en digestibilidad no resultaron en aumentos de consumo voluntario en vacas con producción de 13 Kg de leche. En base a este estudio se generalizó la idea de que la regulación de consumo de la mayoría de los forrajes con digestibilidades de la materia orgánica hasta de un 65% era de naturaleza física, es decir la consecuencia de una capacidad limitada de procesamiento del tracto digestivo. En contraste, el consumo de alimentos con digestibilidades mayores de 65% estaba regulado por el requerimiento energético del animal, es decir un control metabólico.

La cuantificación de consumo voluntario en base a los resultados de Conrad et al (1964) se hace posible con la siguiente relación:

$$\text{Consumo (Kg MO/100Kg PV/día)} = \frac{.94 \text{ Kg Heces MO/100 Kg PV/día}}{100 - \text{digestibilidad MO (\%)}}$$

Con esta relación es fácil ver que la única forma de variar consumo es cambiando los valores de la digestibilidad del forraje.

Los cambios en digestibilidad asociados con madurez de los pastos están bien documentados en la literatura. A manera de ejemplo se citan en los resultados obtenidos por Reid et al (1973) los cuales ilustran cambios en digestibilidad con madurez de algunas gramíneas y leguminosas. Es interesante indicar que los

cambios en digestibilidad asociados con madurez son más drásticos en las gramíneas estudiadas que en las leguminosas. Además es conocido que existen diferencias en digestibilidad entre géneros de gramíneas o leguminosas cuando se comparan a una misma madurez. Los cambios en contenido de nutrientes con madurez no sólo se reflejan en la energía (digestibilidad de MS) sino también en el contenido de proteína tal como lo indican trabajos de Milford y Minson (1966) para algunas gramíneas y una leguminosa. Estos estudios y otros similares han permitido establecer que en general los forrajes tropicales tienen digestibilidades relativamente bajas aún en estado inmaduro. Vale la pena mencionar que los cambios de digestibilidad por unidad de tiempo son mayores en pastos templados que tropicales debido a que tienen una digestibilidad inicial más alta.

Es importante ahora analizar el efecto que podrían tener los cambios en digestibilidad en el consumo de materia seca y ganancia de peso. Para tal efecto se ha utilizado la relación consumo-digestibilidad de Conrad para predecir consumo de un animal de 300Kg de peso vivo y las tablas del NRC (1976) para predecir ganancia de peso bajo condiciones hipotéticas (Cuadro 1). En el mejor de los casos (dig 60%) el consumo de materia seca calculada permitiría ganancias de peso del orden 700-800 g/día que probablemente están por debajo del potencial genético de un animal de 300 Kg. Digestibilidades de 40-45% probablemente resulten en consumo menores de los calculados y por lo tanto mayor pérdida de peso, ya que bajo estas condiciones el forraje (gramínea) probablemente

será deficiente en proteína lo cual se sabe tiene un efecto depresivo en digestibilidad y consumo voluntario. Los efectos de cambios en digestibilidad en consumo de materia seca han sido verificados bajo condiciones de pastoreo por Lascano (1979). En estos estudios (Cuadro 2) los cambios en partes seleccionables para el animal obtenidos a través de una secuencia de pastoreadores A, B y C, resultaron en producción de heces relativamente constante (1.2 Kg MS/100 Kg PV/día) pero en digestibilidades IN VIVO diferente. Esto quiso decir que el factor que determinó consumo en este estudio fué digestibilidad del material consumido.

No hay duda que la relación consumo-digestibilidad de Conrad sirve para ilustrar y explicar en parte el problema de consumo asociado con gramíneas tropicales en general. Las implicaciones de la relación se podrán reflejar a manera de ejemplo, en todos aquellos sistemas de pastoreo que utilizan una presión que permita maximizar ganancia de peso/animal al dar la oportunidad de selección de partes de la planta más digestibles. Esto desde luego se basa en la gran habilidad de selección que tiene un animal en pastoreo tal como lo demuestra el estudio de Engdahl (1976) en el Cuadro 3. Los datos de este trabajo muestran, por ejemplo, cómo animales pastoreando Cynodon dactylon en estado seco con un 66% de tallo en el material disponible fueran capaces de seleccionar una dieta con sólo 18% de este componente. Así mismo los animales en este estudio seleccionaron partes más digestibles de la planta en este caso hojas y, tanto en el pasto seco como en crecimiento.

Si la relación consumo-digestibilidad se mantuviera constante, para animales de diferentes condiciones fisiológicas y para diferentes especies de forraje entonces podría ser de gran utilidad para evaluar valor nutritivo (consumo potencial de nutrientes digeribles) de nuevo germoplasma en programas de selección sobre todo teniendo en cuenta la alta correlación que se ha encontrado entre digestibilidad IN VITRO e IN VIVO . Desafortunadamente esta relación está lejos de ser perfecta ya que se sabe existen otros factores relacionados con la condición fisiológica o productiva del animal y con la condición dinámica del proceso digestivo que pueden actuar independientemente de la digestibilidad para regular consumo de forrajes.

CONDICION PRODUCTIVA DEL ANIMAL

En la figura 2 se presenta un resumen de trabajos publicados en la literatura y recopilados por Ellis (1978). Se observa que a una misma digestibilidad el consumo corregido por peso vivo es mayor en vacas lactantes que en toros adultos y en animales de menor peso en comparación con animales más pesados. Estas variaciones de consumo en relación a digestibilidad debido a estado productivo del animal podrían ser debidas a diferencias en potencial de crecimiento, en requerimientos y/o capacidad del retículo-rumen para alojar residuos de forraje. Factores como preñez (Forbes, 1969) y grasa abdominal (Taylor, 1959) se cree pueden reducir la capacidad o volúmen del retículo-rumen y por consiguiente afectar consumo voluntario independientemente de la digestibilidad del forraje. En general estos datos nos permiten inferir que

la relación consumo-digestibilidad puede variar en función de atributos del animal o condición fisiológica y en forma independiente de atributos del forraje.

CONDICION DINAMICA DEL PROCESO DIGESTIVO

Después del trabajo de Conrad hubo gran interés en determinar qué porción del tracto digestivo ejercía mayor influencia en la regulación física de consumo. Experimentos realizados por Scott y Jacobson (1967) demostraron que el consumo voluntario se reducía en forma lineal con adiciones progresivas de Polietileno en el rumen. Estos resultados sugirieron que la porción del tracto digestivo involucrado en regulación física de consumo era el retículo-rumen. En este mismo sentido Freer y Campling (1963) habían indicado que para animales de un mismo estado de producción el contenido de materia seca en el rumen después de una comida era relativamente constante e independiente de la calidad del forraje consumido. Estos resultados llevaron a Thorton y Minson (1972) a postular y luego probar que el consumo de forrajes era inversamente proporcional al tiempo de retención de la materia seca en el rumen. Este concepto fué verificado por Laredo y Minson (1973) quienes además encontraron que ovejas estabuladas consumían significativamente más hoja que tallo de gramíneas debido a que tenían un tiempo de retención menor en el rumen. Este trabajo también mostró que aunque el consumo de hoja había sido mayor que el tallo la digestibilidad del tallo había sido mayor que la de hojas.

Tal vez de los aspectos más interesantes de la relación

consumo-tiempo de retención en el rumen sea el de la diferencia en consumo que se ha encontrado entre algunas gramíneas y leguminosas (Thornton y Minson , 1973). En este trabajo Australiano el consumo a una misma digestibilidad fué mayor en leguminosas que en gramíneas y aparentemente asociado con un menor tiempo de retención en el rumen de la leguminosa.

La anterior evidencia experimental sugiere que el tiempo de retención en el rumen y por lo tanto el consumo voluntario están influenciados por diferencias en la estructura morfológica de componentes de una misma planta (hoja y tallo) y de especies (gramíneas y leguminosas). Sin embargo, para entender mejor los factores asociados con el forraje que pueden influenciar tiempo de retención o condición del proceso digestivo en el rumen es necesario saber cuáles son las fuerzas que intervienen en el proceso. Ellis (1978) llamó la atención al hecho de que la medida de tiempo de retención en el rumen de los trabajos Australianos era aparente, es decir, que el recíproco no representaba una verdadera velocidad de pasaje sino la suma de velocidad de pasaje y digestión como se ilustra en el Cuadro. 4. Para separar los efectos de velocidad de pasajes y digestión del tiempo de retención en el rumen es necesario estimar en forma independiente cada componente. Las mediciones de velocidad de pasaje requieren el uso de un marcador externo que se le aplique en "dosis única" y que permita marcar los residuos de forrajes en el retículo-rumen. Trabajos de Huston y Ellis (1965) demostraron las ventajas de utilizar lantánidos o metales raros (La, Ce, Yb) como marcadores en estudios de velocidad de pasaje

ya que estos permanecen tenazmente adheridos al residuo de forraje marcado y son fácilmente detectados en las heces por absorción atómica. Las determinaciones de velocidad de digestión se han realizado utilizando sistemas IN VITRO en IN SITU (Trollsen y Bell, 1969).

Utilizando los lantánidos como marcadores externos se ha podido establecer que las hojas de Cynodon dactylon var. Coastal tienen una velocidad de pasaje más rápida que los tallos pero velocidades de digestión de fibra potencialmente digerible IN VITRO similar, tal como se indica en el Cuadro 5 (Lascano, 1979). Estos resultados sugieren que tal vez el proceso de digestión química (acción bacteriana) contribuya poco a la reducción de tamaño de partículas constituidas principalmente por fibra indigerible, proceso que se considera necesario para pasaje a través del orificio retículo-omaso de residuos de forraje tal como lo sugieren trabajos en la literatura (Pearce y Moir, 1967; Trollsen y Campbell, 1968). En este sentido Van Soest (1965) propuso la "Teoría del Hotel" en la cual la célula se visualiza como el hotel siendo la pared celular el sostén del mismo. Los procesos de digestión bacteriana pueden desocupar el interior del hotel (contenido celular y pared celular digerible) pero dejar la estructura intacta (fibra indigerible) y por lo tanto no disminuir el espacio que ocupa dicha estructura en el rumen. Es probable entonces que la degradación de tamaño de partículas residuales de forraje en el rumen sea consecuencia de procesos físicos como masticación inicial, ruminación y acción abrasiva del rumen por intermedio de su motilidad.

Estudios diseñados para evaluar los efectos de ciertos atributos del forraje en relación a la regulación física de consumo en rumiantes sugieren que tanto madurez como partes seleccionables de las plantas pueden afectar significativamente los procesos de degradación física de partículas de forraje en el rumen (Lascano, 1979). Un resumen de estos estudios muestran que tanto hojas como tallo de forraje inmaduro se degradaron más rápido que las correspondientes partes maduras (Cuadro 6). Así mismo las hojas y tallos consumidos por animales con mayor posibilidad de selección (Pastoreador A) se degradaron más rápido que hojas y tallos consumidos por animales con menos posibilidad de selección (Pastoreador C) (Cuadro 7).

Para racionalizar mejor los conceptos dinámicos de digestión en rumiantes Ellis (1978) presentó un modelo cuyos componentes son cuantificables (figura 2). En el modelo simplificado la materia seca se divide en:

- 1.- Pared celular digerible
- 2.- Pared celular indigerible
- 3.- Contenido celular

La mayor parte del contenido celular que entra al tracto digestivo desaparece por digestión (98%) a una velocidad K_d . Por lo tanto el contenido celular que desaparece por pasaje (K_p) es pequeño y hace que esta fracción del forraje se considere de una disponibilidad nutritiva uniforme, es decir que su disponibilidad para el animal no cambia con madurez o especie de forraje. La porción digerible de la pared celular puede desaparecer del tracto por digestión o por pasaje a una velocidad K_d y K_p , respectivamente. Sin embargo, la por-

ción indigerible de la pared celular únicamente desaparece por pasaje a una velocidad Kp. Quiere decir lo anterior que la pared celular no es de disponibilidad nutritiva uniforme ya que la proporción de parte digerible a indigerible puede cambiar con madurez e inclusive con especie de forraje. Por lo tanto la pared celular y sobre todo la indigerible, constituyen la fracción de forraje que ejerce mayor influencia en el consumo voluntario ya que sus residuos representan la mayor masa o volúmen que debe ser procesada en el tracto para permitir su salida.

En general en este modelo, si el volúmen o cantidad de materia seca en el tracto permanece constante como se ha tratado de inferir para animales de una misma condición fisiológica, entonces el consumo va a variar en función de Kd y Kp por la siguiente relación:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Volúmen} \times Kp}{Kp/Kp+Kd}$$

En donde el volúmen representa peso de materia seca no digerida en el tracto y Kd y Kp representan la fracción de ése volúmen que se digiere y sale del tracto por unidad de tiempo, respectivamente. El producto volúmen x Kp representa excreción de materia seca por unidad de tiempo. La indigestibilidad (100-digestibilidad) del forraje está dada por la relación Kp/Kp+Kd. En esta fórmula la cantidad de heces/unidad de tiempo (volúmen x Kp) no es necesariamente constante en contraste con la fórmula presentada por Conrad et al (1964). Esto quiere decir que tanto cambios en digestibilidad (denominador) como cambios en volúmen o velocidad de pasaje (numerador)

pueden resultar en cambios en consumo voluntario de forrajes. Más específicamente el modelo permite ver (Cuadro 8) cómo manteniendo el volúmen y la velocidad de digestión constantes, incrementos en velocidad de pasaje pueden resultar en disminución en digestibilidad pero en aumentos en consumo tal como se ha observado experimentalmente. Aumentos en volúmen del tracto, sin cambios en las dos fuerzas dinámicas que intervienen en el proceso digestivo resultan de acuerdo al modelo en aumentos en consumo, que podría ser el caso de las vacas lactantes en comparación con vacas gestantes.

Existen datos en la literatura que podrían interpretarse en base al modelo dinámico de Ellis. A manera de ejemplo, en un estudio de Minson (1971) con diferentes ecotipos de *Panicum* el consumo voluntario de los forrajes no estuvo relacionado con la digestibilidad sino con la proporción de hoja en relación a tallo en el material ofrecido y aparentemente una característica de cada ecotipo. Experimentos realizados en CIAT con *Andropogon gayanus* suministrado a ovejas en confinamiento el incremento en cantidad de forraje ofrecido de 50 a 100 g/p.⁷⁵/día resultó en aumentos significativos en consumo pero no en digestibilidad (López 1978). Es probable que en ambos estudios la mayor cantidad de hoja material ofrecido resultó en mayor ingestión de este componente que como se ha discutido tiene un tiempo menor de retención en el rumen.

Como punto de referencia es importante indicar que en la literatura se han presentado muchas propuestas de métodos químicos

(contenido de fibra - Van - Soest, 1965: solubilidad en Pepsina, Donefer et al, 1966) o métodos IN VITRO (velocidad de digestión Donefer et al, 1960) para predecir consumo. Sinembargo, parece que estos métodos al igual que valores de digestibilidad IN VITRO tienen algún valor en predicción de consumo únicamente cuando se trata de una especie en la cual la principal variable es estado de madurez.

C O N C L U S I O N E S

Se reconoce que los pastos tropicales tienen gran potencial de producción. Sinembargo, esta producción es estacional y acompañados con disminuciones en el valor nutritivo del forraje debido a procesos ligados a la maduración. En base a la evidencia que se ha previsto es aparente que disminuciones en digestibilidad por madurez tienen un efecto depresivo en el consumo voluntario de forrajes dadas las limitaciones físicas que impone el tracto digestivo para procesar residuos no digeridos. Generalmente asociados con incrementos en madurez se pueden esperar disminuciones en la cantidad de hojas en el forraje disponible que como se ha dicho pueden ser consumidas en mayor cantidad que los tallos debido a su menor tiempo de retención en el rumen. Esto hace que los efectos de madurez en consumo, particularmente en gramíneas, sea más drástico de lo que podría indicar un coeficiente de digestibilidad.

El conocimiento de cómo ciertos atributos de gramíneas y leguminosas promisorias para determinada región interactúan con los me-

canismos de regulación de consumo en rumiantes podría ser un paso importante en la búsqueda de alternativas para la mejor utilización del recurso forrajero para la producción de carne. Entre otras cosas podría pensarse en dar cierta prioridad a la selección de especies con alta proporción de hoja en relación a tallo, y desde luego al muy justificado empeño de introducción de leguminosas en asociación con gramíneas.

REFERENCES

- Blaxter, K.L., N.W. McGraham and F.W. Wainman 1956. Some observations on the digestibility of food by sheep and on related problems. *Brit J. Nutr.* 10:69
- Conrad, H.R., A.D. Pratt and J.W. Hibbs 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility *J. Dairy Ci.* 47:54.
- Donefer, E. C.W. Crampton, and L.E. Lloyd 1960. Production of the nutritive value index of forages from IN VITRO fermentation data. *J. Anim Ci.* 19:545.
- Donefer, E. C.W. Crampton, and L.E. Lloyd 1966. The prediction of digestible energy intake potential (NVI) of forages using simple, IN VITRO technique. *Proc. 10th. Int. grassed. cong. Helsinki P.* 442.
- Ellis, W.C. 1978. Determinants of grazed forage intake and digestibility. *J. of Dairy Ci.* 61:1828.
- Elliot, R.C. K. Fokkema and C.H. French. 1961. Herbage consumption studies by beef cattle. *Rhodesia J. Agr.* 58:124.
- Engdahl, G.R. 1976. Techniques for determining intake by grazing animals. Ph.D. dissertation, Texas A&M University, College Station.
- Forbes, J.M. 1969. The effect of Pregnancy and fatness on the volume of rumen contents in the ewe. *J. Agr. Ci.* 72:119.
- Freer, M. and R.C. Campling. 1963. Factors affecting voluntary intake by cows. 5. The relationship between the voluntary intake of food, the amount of digesta in the reticulo-rumen and rate of disappearance of digesta from the alimentary tract with diets of hay, dried grass or concentrates. *Brit. J. Nutr.* 17:79.
- Holmes, J.H.G., M.C. Franklin and L.J. Lambourne. 1966. The effects of season, supplementation and pelleting on intake and utilization of some sub-tropical pastures. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 6:354.
- Huston, J.E. and W.C. Ellis 1965. Evaluation of 144 CE as an indigestible marker. *J. Anim Ci.* 24:888.
- Laredo, M.A. and D.J. Minson. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of fine grasses. *Aust. J. Agric. Res.* 24:875.
- Lascano, C. 1979. Determinants of grazed forage voluntary intake in cattle. Ph.D. Dissertation Texas A&M University College Station.

López, W. 1978. Ensayo de digestibilidad y consumo de heno de Andropogon gayanus con ovejas. I. curso de adiestramiento en producción y utilización de pastos tropicales CIAT.

Minson, D.J. 1971. The digestibility and voluntary intake of six panicum varieties. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 11:18.

Milford, R. and Minson D.J. 1966. Intake of tropical pasture species. Proc. IX Int. Grassed Congr. Sao Paulo, Brazil, P.815-22.

Paladines, O., J.A. Leal. 1979. Pasture management and productivity in the Llanos Orientales of Colombia. Proceeding of Pasture Production in acid soils. CIAT P. 311.

Pearce, G.R. and R.J. Moir. 1967. The influence of rumination and grinding upon the passage and digestion of feed. Aust. J. Agric. Res. 15:635.

Reid, R.L., J. Amy, J.F. Past and J.S. Mugerrua. 1973. Trop. Agric. (Trinidad) 50:1

Scott, B.C. and D.R. Jacobson. 1967. Interaruminal addition of mass or removal of rumen contents on voluntary intake of the bovine J. Dairy Sci. 50:1814

Taylor, J.C. 1959. A relationship between weight of internal fat, "fill" and the herbage intake of grazing cattle. Nature. 184:2021.

Thorton, R.F. and D.J. Minson. 1972. The relationship between voluntary intake and mean apparent retention in the rumen. Aust. J. Agric. Res. 23:87.

Thorton, R.F. and D.J. Minson. 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. Aust. J. Agric. Res. 24:889.

Troelsen, J.E. and J.B. Campbell. 1968. Voluntary consumption of forages by sheep and its relation to the size and shape of particles in the digestive tract. Anim. Prod. 10:289.

Troelsen, J.E. and J.M. Bell. 1969. Relationship between IN VITRO digestibility and finess of substrate grind as an indication of voluntary intake of hay by sheep Can. J. Anim. Sci. 49:119.

Van Soest, P.J. 1965. Symposium of factors influencing voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility J. Anim. Sci. 24:834.

Cuadro 1. EFECTO DE DIGESTIBILIDAD DEL FORRAJE EN GANANCIA DE PESO.
SITUACION HIPOTETICA DE UN NOVILLO DE 300 KG

Digestibilidad MS	Consumo ^{1/} Voluntario	Ganancia de Peso ^{2/} Calculada
<u>%</u>	<u>Kg MS/100 kg PV/día</u>	<u>gr/día</u>
60	3.0	700 - 800
50	2.4	100 - 200
40	2.0	-

1/ Consumo = $\frac{1.2^a \text{ Kg MS Heces/100 Kg PV/día}}{100 = \text{Digestibilidad}}$ (Conrad et al, 1964)

a) $\frac{0.94}{.80} = 1.2$

2/ Ganancia de Peso calculada en base a NRC, 1976, así:

DMS (Digestibilidad MS) = NDT

ED (Energía digestible Mcal/Kg) = $\frac{\text{NDT}}{100} \times 4.409$

EM (Energía Metabolizable Mcal/Kg) = ED x .82

ENm = 77/F

ENg = 2.54 - .0314 F

log F = 2.26 - .2213 EM

Cuadro 2. CONSUMO VS DIGESTIBILIDAD BAJO CONDICIONES DE PASTOREO CON CYNODON DACTYLON VAR. COASTAL (LASCANO, 1979)

AÑO	Pastoreador ^{1/} /Secuencia	Digestibilidad MS	Consumo MS
		<u>%</u>	<u>KgMS/100 KgPV/día</u>
1977	A	60.9 ^a	3.08 ^a
	B	60.1 ^a	2.94 ^a
	C	55.8 ^b	2.50 ^b
1978	A	64.8 ^a	3.09 ^a
	B	55.7 ^b	2.47 ^b
	C	55.9 ^b	2.48 ^b

a, b Diferencia Significativa ($P < .05$)

1/ Secuencia de Entrada a las Parcelas

Cuadro 3. SELECTIVIDAD DE PASTOREO DE CYNODON DACTYLON
VAR. COASTAL (ENGDAHL, 1976)

Período ^{1/}	<u>Forraje Disponible</u>			<u>Forraje Seleccionado</u>		
	<u>Total</u>	<u>Hoja</u>	<u>Tallo</u>	<u>Total</u>	<u>Hoja</u>	<u>Tallo</u>
1						
%	100	34	66	100	82	18
DIMS ^{2/} (%)	35	40	36	42	45	39
2						
%	100	41	59	100	90	10
DIMS ^{2/} (%)	55	63	48	65	65	57

1/ Período 1 Pasto Seco; Período 2 Pasto en Crecimiento.

2/ Digestibilidad IN VITRO de la Materia Seca.

Cuadro 4 RELACION ENTRE TIEMPO DE RETENCION DE MATERIA SECA Y VELOCIDAD DE PASAJE Y DIGESTION

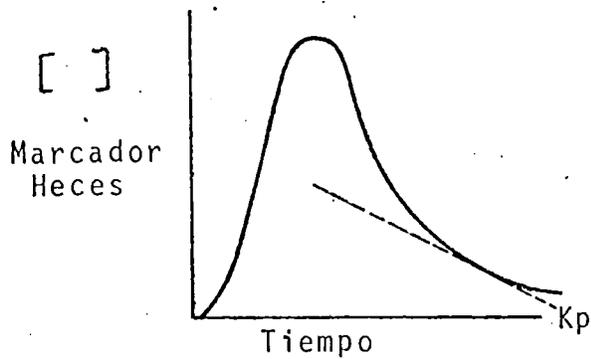
$$\text{Tiempo de retención en el rumen (TRR)} = \frac{\text{Materia seca (gr) en el rumen}}{\text{Consumo MS/Unidad de Tiempo}}$$

Recíproco:

$$\frac{1}{\text{TRR}} = \frac{1}{K_p + K_d}$$

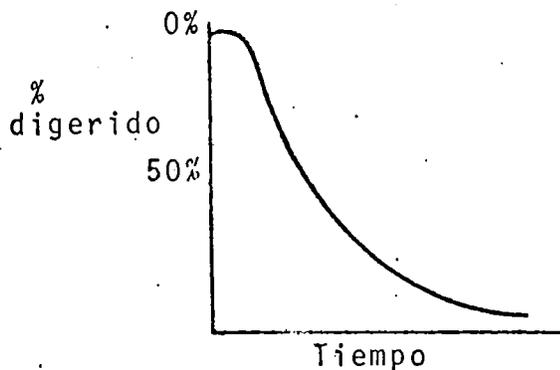
donde K_p y K_d representan velocidad de pasaje y digestibilidad, respectivamente.

Velocidad de Pasaje: Obtenida con marcadores externos suministrados al rumen en "dosis única"



Pendiente lenta representa verdadera velocidad de pasaje

Velocidad de digestión IN VITRO



Cuadro 5 VELOCIDAD DE PASAJE (Kp) Y DIGESTION (Kd) DE HOJAS Y TALLOS EN CYNODON DACTYLON VAR.COASTAL (Lascano,1979)

Pastoreador ^{1/} /Secuencia	Velocidad de Pasaje (Kp Hr ⁻¹)		Velocidad de Digestión (Kd Hr ⁻¹)	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
A	.043 ^b	.029	.049	.043
B	.037 ^c	.022	.044	.041
C	.034 ^c	.026	.040.	.050

1/ Secuencia de entrada a las parcelas

b, c, Diferencia significativa P<.05

Cuadro 6 VELOCIDAD DE DEGRADACION FISICA DE HOJAS Y TALLOS DE CYNODON DACTYLON VAR. COASTAL AFECTADA POR MADUREZ (Lascano, 1979) 1/

Madurez	Velocidad de Degradación Física Kdf (hr ⁻¹)	
	<u>Hoja</u>	<u>Tallo</u>
Inmaduro	.1050 ^a	.0430 ^a
Intermedio	.0708 ^b	.0363 ^b
Maduro	.0841 ^b	.0362 ^b

1/ Datos representan promedio de degradación de partículas de 1600 m a 300/160 m de tamaño

a,b Diferencia significativa (P<.05)

Cuadro 7 VELOCIDAD DE DEGRADACION FISICA DE HOJAS Y TALLOS DE CYNODON DACTYLON VAR. COASTAL AFECTADA POR PARTES SELECCIONABLES (Lascano, 1979) ^{1/}

Pastoreador	Velocidad Degradación Física Kdf (hr ⁻¹)	
	Hoja	Tallo
A	.1136 ^a	.0442 ^a
B	.0771 ^b	.0362 ^b
C	.0691 ^b	.0315 ^b

1/ Datos representan promedio de degradación de partículas de 1600 μ m a 300/160 μ m de tamaño

a, b Diferencia significativa (P < .05)

Cuadro 8 EFECTO DE VARIAR VELOCIDAD DE PASAJE Y VOLUMEN EN CONSUMO VOLUNTARIO (Ellis, 1978)

Volúmen Kg/100KgPV	Velocidad de Pasaje(Kp)	Producción ^{1/} heces gMS/día/100kgPV	Velocidad de Digestión(Kd)	Digestión ^{2/} MS %	Consumo g/dfa/100KgPV
	%/dfa		hr ⁻¹		%
1.213	.75	910	.90	54.5	2.000
1.213	.825	1000	.90	52.2	2.092
1.274	.75	.956	.90	54.5	2.101

1/ Producción heces = Volúmen x Kp
 2/ Digestión (%) = $100 \left(\frac{Kd}{Kd+Kp} \right)$

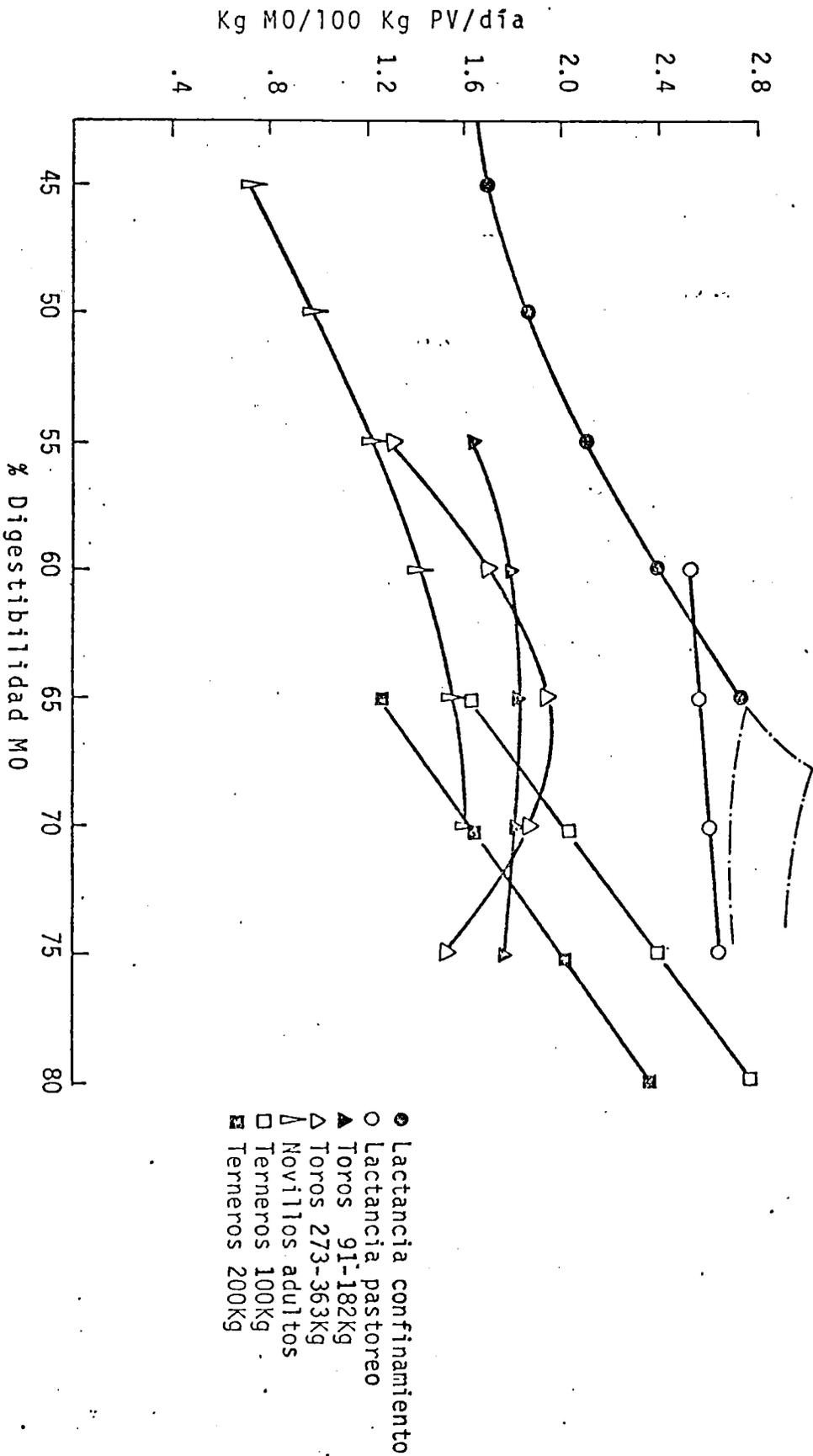


Figura 2 Consumo voluntario vs. digestibilidad (Tomado de Ellis, 1978).

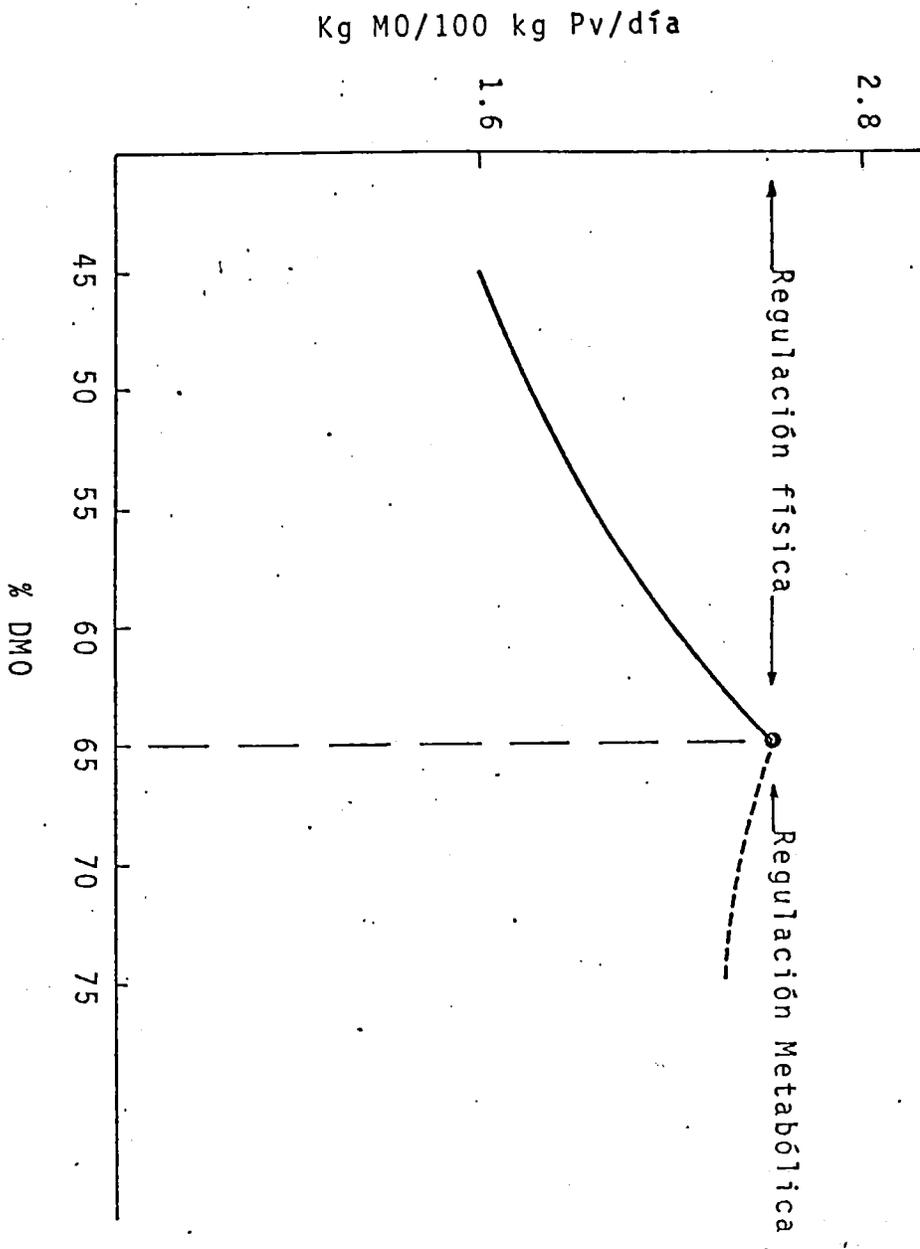
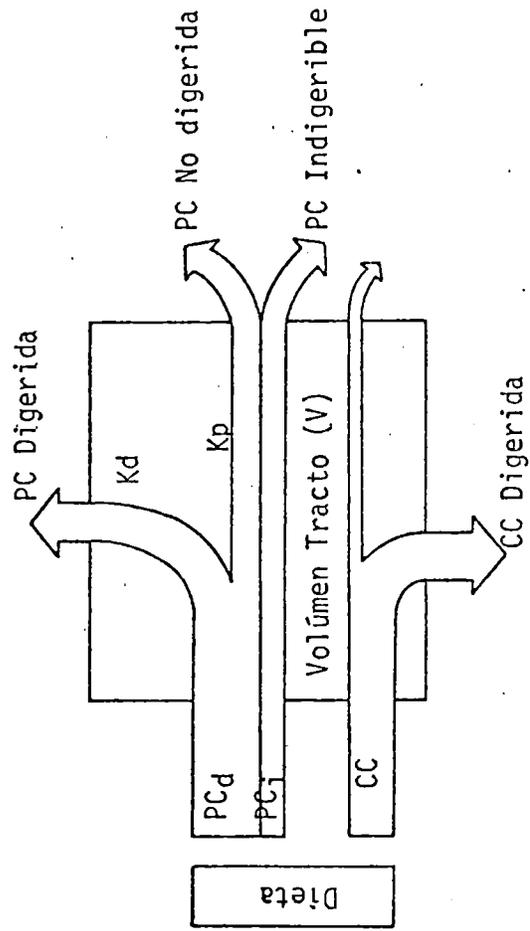
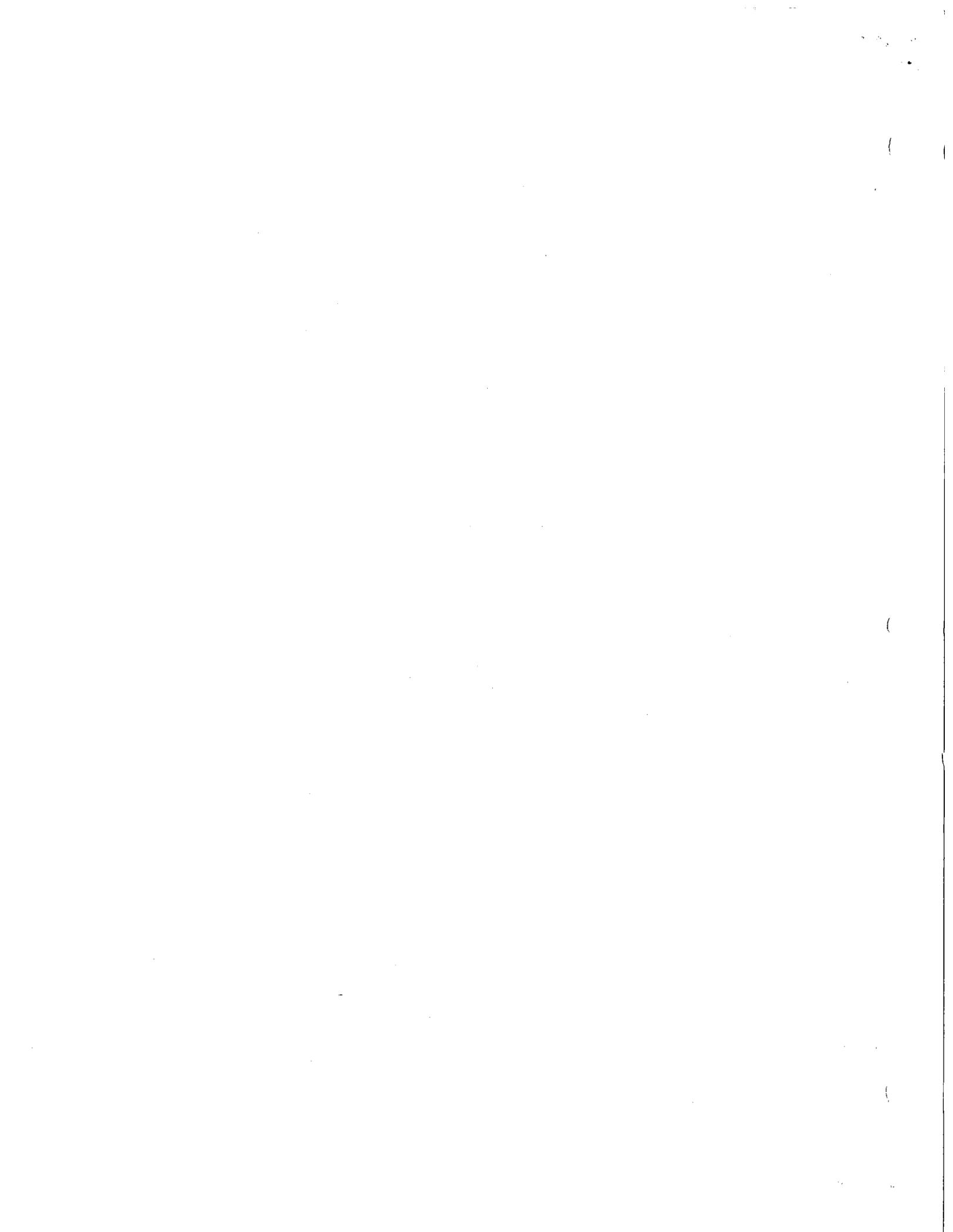


Figura 1. Consumo vs. digestibilidad (Conrad et al 1964)



PC_d = Pared celular digerible
 PC_i = Pared celular indigerible
 CC = Contenido celular
 K_d = Velocidad de digestión
 K_p = Velocidad de pasaje

Figura 3. Modelo de flujo y digestión de entidades dietéticas (Adaptado de Ellis, 1978)



INFORME DE ACTIVIDADES

CARIMAGUA 1979

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES

SECCION: UTILIZACION DE PASTOS

RESPONSABLE: PHANOR HOYOS G.

SUPERVISOR: INGO KLEINHEISTERKAMP

C O N T E N I D O:

I. Objetivos

II. Actividades

A. Manejo y Producción de Gramíneas Puras

1. Brachiaria decumbens
2. Brachiaria humidicola
3. Panicum maximum
4. Andropogon gayanus

B. Manejo y Producción de Asociaciones

1. Características generales
2. Zornia latifolia CIAT 728 - Andropogon gayanus 621
3. Stylosanthes capitata (1019+1315) - Andropogon gayanus 621
4. Pueraria phaseoloides - Andropogon gayanus 621
5. Desmodium ovalifolium CIAT 350 - Andropogon gayanus 621
6. Stylosanthes capitata CIAT 1405 - Andropogon gayanus 621

C. Manejo y Producción de Leguminosas como Bancos de Proteína

1. Pueraria phaseoloides como banco de proteína en "franjas" y "bloque" en praderas de Brachiaria decumbens.
2. Pueraria phaseoloides como banco de proteína en praderas de sabana nativa.

III. PLANES FUTUROS

UTILIZACION Y MANEJO DE PRADERAS

CARIMAGUA

I. OBJETIVOS

Evaluación de pasturas de gramíneas y leguminosas bajo diferentes estrategias de manejo con el fin de determinar la productividad en términos de ganancia de peso por animal y por unidad de área.

Se obtienen las siguientes observaciones generales y específicas de acuerdo al proyecto:

- a) Peso de los animales mensual o bimensual.
- b) Materia seca disponible del forraje (hoja, tallo y material muerto) por hectárea 4 veces al año; 2 en verano y 2 en invierno.
- c) Composición botánica de la pastura en el caso de las asociaciones.
- d) Contenido de nitrógeno, fósforo, digestibilidad in vitro 4 veces al año.

II. ACTIVIDADES

La investigación que se realiza en Carimagua sigue una secuencia que inició en 1971 con el estudio de la productividad y manejo de la sabana, continuándose con las especies conocidas en la zona, para luego entrar a la evaluación de nuevo germoplasma de leguminosas y gramíneas principalmente en asociaciones. En la Tabla 14 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en las diferentes etapas de la investigación en Carimagua en términos de producción por animal y por unidad de superficie.

Las actividades de la investigación se subdividen en:

- A. Manejo y producción de gramíneas puras.
- B. Manejo y producción de asociaciones.
- C. Manejo y producción de leguminosas como bancos de proteína.

A. Manejo y Producción de Gramíneas Puras:

1. Brachiaria decumbens

Las ganancias de peso obtenidas durante el quinto año de pastoreo continuo con cargas fijas son presentadas en la Tabla 4. Este experimento se sembró en Julio-Septiembre de 1973. Se utilizaron 75 kg de P_2O_5 por hectárea para su establecimiento. Hasta la presente se han aplicado 2 fertilizaciones de mantenimiento: La primera en 1977 utilizando 15 kg de P_2O_5 , 15 kg de K_2O , 6 kg de Mg y 8 kg de S por hectárea. La segunda en Septiembre de 1979 con 15 kg de P_2O_5 , 15 kg de K_2O , 8 kg de Mg y 15 kg de S.

Durante 1979 este experimento tuvo un aumento de cargas (a 1.3, 1.8 y 2.4 novillos/ha) en relación con los años anteriores debido a que en el análisis de los datos de disponibilidad de forraje indicaban mayor capacidad de carga animal que la que se venía usando (Figura 1).

Las pérdidas de peso con Brachiaria fueron mayores durante la estación seca de 1979 comparadas con 1978. Sin embargo, las ganancias compensatorias en la época de lluvias siguiente fueron más altas que en cualquier otro año del experimento, resultando en una ganancia total por animal más alta. Las mayores ganancias de peso obtenidas durante 1979 posiblemente se deben a la mayor carga utilizada la cual resultó en mejor disponibilidad de rebrote de buen valor nutritivo.

El tratamiento de carga media (1,8 novillos/ha) arroja hasta la presente las mayores ganancias de peso por animal (166 kg/animal/año) y mayor producción por unidad de área (299 kg/ha/año) manteniéndose la pradera en buen estado. La carga alta (2.4 novillos/ha) no fue estadísticamente superior ($P < .05$) en producción por hectárea. Sin embargo, la producción por animal obtenida con la carga alta fue significativamente ($P < .05$) inferior a la carga media. La carga de 2.4 novillos/ha parece ser un poco alta ya que la pradera a inicios de 1980 se observó sobrepastoreada.

En la Figura 1, se presenta la disponibilidad de forraje residual en la estación seca (Marzo) y en la estación lluviosa (Julio y Octubre). Se observó gran acumulación de forraje en las 3 cargas en el mes de Marzo (2.5 a 5.2 t MS/ha). El hecho que más del 90% del forraje acumulado en la época seca estuvo constituido por material muerto se interpretó como una subutilización de las praderas y sirvió como justificación para aumentar las cargas en el período de lluvias de 1979.

En la Tabla 5, se muestran las ganancias de peso obtenidas con *Brachiaria* en 1979 utilizando un sola carga en la estación seca (1 novillo/ha) y 3 cargas en la estación lluviosa (1,6, 2,3 y 3 novillos/ha). Estas praderas se sembraron en Julio-Septiembre de 1973 con 75 kg de P_2O_5 por hectárea. Subsecuente a la siembra sólo se ha dado una fertilización de mantenimiento. (En 1977 se utilizaron 15 kg de P_2O_5 , 15 kg de K_2O , 8 kg de Mg y 8 kg de S por hectárea.

En los años anteriores la carga de verano era de 7 novillos/ha pero en 1979 se llegó a 1 novillo/ha. Este incremento de carga en la estación seca permitió aparentemente mayor disponibilidad de rebrote en la estación lluviosa y por lo tanto mayores ganancias de peso por animal y por

hectárea en 1979 en relación a otros años.

La Figura 2, ilustra la disponibilidad de forraje residual en 3 épocas (Marzo, Julio y Octubre) para las 3 cargas, en el cuarto año de pastoreo continuo. La disponibilidad en el mes de Octubre con la carga 2.3 no es razonable si la comparamos con la carga 1.6 en el mismo mes.

Siendo que las ganancias de peso por animal y por hectárea en las cargas alta y media no fueron diferentes ($P < .05$) uno se inclinaría por la carga alta. Sin embargo, el estado actual de la pradera con carga alta no es muy deseable ya que ha permitido invasión de malezas como Mimosa sp.

En la Tabla 6, se muestran las ganancias de peso obtenidas en *Brachiaria* con 3 niveles de carga en la estación seca (.7, .1 y 1.4 novillos/ha) y un nivel de carga en la estación lluviosa (2 novillos/ha). Estas praderas se sembraron en Julio de 1975 con 75 kg de P_2O_5 /ha y ha recibido fertilizaciones de mantenimiento en 1977 (20 kg de P_2O_5 , 15 kg de K_2O , 8 kg de Mg y 8 kg de S por hectárea) y en 1979 (33 kg de K_2O , 11 kg de Mg y 20 kg de S por hectárea). (No se aplicó fósforo).

Estas praderas muestran ganancias de peso por animal muy superiores a las de 1977 y a las de 1978. Esto es importante ya que el experimento no ha sufrido ninguna modificación en sus cargas originales y las lluvias anuales han sido similares.

Las mayores ganancias de peso obtenidas en 1979 podría en parte deberse a la aplicación cada 2 años de fertilizante de mantenimiento con un resultante de efecto residual.

La Figura 3 ilustra la disponibilidad de forraje residual de este experimento.

Las ganancias de peso obtenidas con B. decumbens sugieren que ésta gramínea tiene un buen valor nutritivo, sobre todo en comparación con otras gramíneas estudiadas. Sin embargo, es importante reconocer el riesgo de pérdidas en la región con esta especie por ataque de mión o salivazo. Aún cuando se destaca que las praderas experimentales de B. decumbens han sido poco afectadas por el mión, posiblemente por utilizar cargas adecuadas. Lo anterior se deduce de observaciones en que praderas subpastoreadas han presentado algún ataque del mión tal vez por formar un medio ecológico adecuado para su desarrollo.

En general de 1 a 5% de los animales que pastorean B. decumbens ha presentado los síntomas de intoxicación asociados con esta especie tales como: edema (en la papada, músculo masetero, orejas, borde de los cuernos y casos más avanzados en las articulaciones) y arrugamiento y desquebrajamiento de la piel (líneas de necrosamiento localizadas en el anca y costillar). Aunque muy pocos animales llegan a la fase de fotosensibilización, la intoxicación ocurre principalmente en animales jóvenes (menores de 15 meses) y que pastorean por primera vez B. decumbens independientemente de la edad de la pradera. Normalmente los animales se recuperan si son trasladados a otra pradera de diferente especie, pero siempre y cuando esten en las etapas iniciales de intoxicación. El hongo Fusarium se ha detectado en 3 fincas del Llano y podría ser el agente causal de la toxicidad en el ganado (ver Informe Anual 1978, Ganado de Carne, Página B-159).

2. Brachiaria humidicola

El B. humidicola es de hábito estolonífero que rápidamente cubre el suelo y compite muy bien con las malezas debido a su capacidad de enraizar en los nudos de los estolones. En Mayo-Junio de 1978 se sembró B. humidicola

con material vegetativo aplicando 50 kg de P_2O_5 , 22 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 20 kg de S al momento de la siembra.

En la Tabla 7 se muestran las ganancias de peso obtenidas durante su primer año de pastoreo (1979) utilizando cargas continuas variables. A pesar del limitado conocimiento del manejo y utilización de esta especie es posible hacer algunas comparaciones con el B. decumbens. Posiblemente B. humidicola es de un menor valor nutritivo que B. decumbens pues las ganancias de peso por animal son inferiores. Sin embargo, B. humidicola muestra en su primer año la capacidad de soportar cargas animales altas lo cual se manifiesta en una mayor producción de carne por hectárea en relación al B. decumbens. B. humidicola parece ser menos palatable que B. decumbens lo cual podría ser en parte explicado por la estructura de la planta conformada en su mayor parte por tallo y de notable "dureza". Sin embargo, su menor palatabilidad podría ser de beneficio cuando esta especie se asocie con leguminosas poco palatables como es el caso de Desmodium ovalifolium 350.

Hasta el presente B. humidicola ha mostrado resistencia al ataque del mión o salivazo y no se han registrado casos de intoxicación lo cual hace que ésta especie sea prometedora para el Llano.

3. Panicum maximum

En Julio de 1977 se sembró Panicum maximum var. común, con una aplicación de 140 kg de P_2O_5 /ha en forma de Escorias Thomas. Empezó a ser pastoreada en Febrero de 1978 con cargas de .9, 1.3 y 1.7 novillos/ha en praderas que contenían exceso de pasto viejo y seco. Entre Mayo y Junio se subieron las cargas a 2.7, 3.9 y 5.1 novillos/ha para reducir el forraje disponible para luego bajar a las cargas iniciales.

Las ganancias en 1978 fueron altas por hectárea hasta 314 kg/ha/año, pero bajas por animal con 114 kg/animal/año.

Este experimento se suspendió en forma definitiva en Agosto de 1979 por la baja disponibilidad de forraje. En la Tabla 8 se muestran las ganancias de peso obtenidas durante parte de 1979 con cargas de 1.3, 1.8 y 2.4 novillos/ha en la estación seca y 1.6, 2.3 y 3 novillos/ha en la estación de lluvias.

En la Tabla 9 se presentan resultados de otro experimento con Panicum maximum. En estas praderas se inició pastoreo en Diciembre de 1978 pero en Julio de 1979 se retiraron los animales por baja disponibilidad de forraje. Fue necesario para proseguir con el pastoreo hacer una fertilización de mantenimiento con 50 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 20 kg de S por hectárea y darle 88 días de descanso a la pradera.

Cabe anotar que el experimento en mención había recibido una fertilización de establecimiento con 105 kg de P_2O_5 , 50 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 20 kg de S por hectárea.

Estos nos permiten confirmar que el Panicum maximum es una gramínea nutritiva pero con altos requerimientos de fertilización lo cual la hace especie poco atractiva para las condiciones de Carimagua.

4. Andropogon gayanus 621

Tres experimentos se conducen en Carimagua con Andropogon gayanus 621 bajo pastoreo continuo. El primer experimento se estableció en Agosto de 1976 con 10 kg de semilla clasificada por hectárea y aplicando 75 kg de P_2O_5 por hectárea. Se inició pastoreo en Diciembre de 1977 con cargas continuas fijas de .9, 1.3 y 1.7 novillos/ha, pero el rápido crecimiento

de ésta especie en época de lluvias no permitió su manejo con estos tratamientos y fue necesario hacer cambios de carga para poder manejar el pasto a una altura razonable. Durante 1978 no se logró suficiente información sobre ganancias de peso con esta especie principalmente por la dificultad de manejarlo adecuadamente.

En 1979 el experimento se enfocó hacia aprender a manejar el Andropogon y a estudiar su productividad usando una carga continua variable y la quema como un instrumento de manejo. Debido a la dificultad de quemar el Andropogon gayanus en mata (primero por la gran distancia entre macollas y segundo por el grueso y verdor de sus tallos durante el verano) fue necesario pasar una guadaña para realizar esta labor. Se quemó el 5 de Enero de 1980 y empezó el pastoreo el 12 de Marzo de 1980.

Los resultados de ganancia de peso se presentan en la Tabla 1.

La mayor producción por animal (172 kg) obtenida hasta la presente con Andropogon gayanus se logró con la carga media usada en este experimento en 263 días de pastoreo de la estación lluviosa. La carga alta resultó en menor producción por animal en relación a la carga media, con el atenuante de que la pradera terminó sobrepastoreada y con plantas muy débiles.

Cabe mencionar que el manejo de este experimento requirió 5 ajustes de carga durante el período de pastoreo para lograr tener el Andropogon gayanus a una altura no mayor de los 80 cms. Esto implica un manejo poco práctico para las condiciones del Llano.

En Mayo-Agosto 1977 se establecieron 2 ensayos de pastoreo con Andropogon gayanus utilizando material vegetativo del primer experimento. Se utilizó el mismo nivel de fertilización para su establecimiento que el

usado en el primer experimento pero fraccionado en 2 partes: 22 kg de P_2O_5 al momento de la siembra y 50 kg de P_2O_5 , 22 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 20 kg de S al año de establecimiento (Junio de 1978). El pastoreo en estos experimentos sólo se inició (segundo y tercero) en Julio de 1978, debido a lento establecimiento de las plantas, las cuales tardaron casi un año para acumular suficiente crecimiento de parte aérea.

El segundo experimento de Andropogon gayanus tenía como objetivo medir las ganancias de peso utilizando una carga en la estación seca (.7 novillos/ha) y 3 cargas en la estación lluviosa (1.6, 2.3 y 3 novillos/ha). Se inició el pastoreo en Julio de 1978 con las cargas de invierno. A partir de esta fecha Andropogon gayanus empezó a crecer vigorosamente y en Octubre la altura del pasto alcanzaba cerca de unos 4 metros en la carga más baja siendo casi imposible ver los animales y por lo tanto muy difícil su manejo. Se suspendió en esta fecha el experimento y fué necesario utilizar cargas hasta de 30 novillos/ha para bajar un poco el pasto y posteriormente se pasó una guadaña a 20 cms. del suelo para igualar todas las praderas del ensayo. En 1979 en este experimento se replanteó y su objetivo pasó a ser: manejo de Andropogon gayanus con cargas continuas fijas de 2.4, 3.4 y 4.4. novillos/ha. En la Tabla 2 se presentan las ganancias de peso obtenidas durante 1979 con carga continua fija. Las ganancias de peso por animal se consideran bajas pues en el mejor tratamiento sólo se obtuvo 119 kg/animal/año lo cual no es muy atractivo. Sin embargo, es importante destacar la gran producción por unidad de área donde se logró hasta 395 kg/ha/año.

El tercer experimento tenía el mismo objetivo del segundo, pero utilizando cargas más bajas en la época de lluvias (.9, 1.3, y 1.7 novillos/ha.

En este experimento los problemas de manejo fueron aun mayores que los ya descritos. Por lo tanto se puede afirmar que durante 1978 sólo se ganó experiencia en manejo de A. gayanus.

En 1979 el tercer experimento se manejó con cargas continuas variables. En la Tabla 3 se muestran las ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979 utilizando cargas continua variables. Es notoria la baja producción por animal (104 kg/animal/año) aun en el mejor tratamiento pero alta producción de carne por unidad de superficie alcanzando hasta 400 kg/ha/año. Se menciona que en la carga baja de este experimento se discontinuó el pastoreo entre Agosto-Septiembre de 1979 debido a la gran altura alcanzada por el pasto, el cual se convirtió en un hospedero de garrapatas, causando 2 muertes en este tratamiento posiblemente por Babesia.

En resumen se puede decir que Andropogon gayanus puede producir bajo las condiciones de manejo impuestas en Carimagua entre 80 a 170 kg/animal/año y entre 200 a 400 kg/ha/año.

B. Manejo y Producción de Asociaciones Gramíneas-Leguminosas

Seis leguminosas han alcanzado la Categoría 4 dentro del sistema de clasificación de germoplasma de CIAT. Estas son: Pueraria phaseoloides (Kudzu), Desmodium ovalifolium CIAT 350, Stylosanthes capitata (CIAT 1019, 1315, 1405) y Zornia latifolia CIAT 728. En Carimagua se sembraron parcelas de 2 hectáreas con 2 repeticiones de cada especie, en combinación con Andropogon gayanus 621. Como tratamiento adicional se sembró la asociación Desmodium ovalifolium - Brachiaria decumbens.

En Mayo-Junio de 1978 se sembraron inicialmente las leguminosas en surcos a 50 cms. y posteriormente el Andropogon gayanus (4 semanas después) al voleo. Se utilizaron 2 niveles de fertilización para el estable-

cimiento de acuerdo a los requerimientos de las leguminosas. Estos fueron: Stylosanthes capitata y Zornia latifolia; 50 kg de P_2O_5 , 22 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 21 kg de S. Pueraria phaseoloides y Desmodium ovalifolium; 100 kg de P_2O_5 , 50 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 21 kg de S.

En Diciembre de 1978 se inició el pastoreo continuo de las 4 leguminosas asociadas con Andropogon gayanus usando para todas las mezclas la misma carga animal de 1 novillo/ha en la estación seca y 2.5 novillos/ha en la estación lluviosa.

De Diciembre 1978 a Mayo de 1979 todas las asociaciones se manejaron con 1 novillo/ha. A partir de Mayo se reajustaron las cargas a 2.5 novillos/ha, pero esta carga sólo fue posible mantenerla hasta el mes de Julio de 1979 ya que fue aparente que cada asociación exigía un manejo diferente para mantener el balance gramínea-leguminosa. Lo anterior teniendo en cuenta que el manejo de asociaciones requiere mayor atención que cualquier pastura pura. La gran competencia entre las especies asociadas y la gran selectividad del animal produce grandes cambios en el balance gramínea-leguminosa.

Es así como, cuando ocurre un desequilibrio en una asociación a favor de la gramínea, ésta puede ser controlada incrementando la carga animal sobre todo teniendo en cuenta que en la mayoría de las veces el animal prefiere la gramínea de la mezcla. Si es la leguminosa la que domina, el manejo se hace más difícil y en este caso las alternativas de manejo podría ser las siguientes:

- utilizar una carga muy baja para dar oportunidad a que la gramínea se recupere.
- dejar la pradera en descanso hasta que la gramínea alcance vigor y pueda competir con la leguminosa.

- establecer un pastoreo intermitente entre las 2 repeticiones con una carga animal baja.
- someter la pradera a una presión de pastoreo bien alta (por ej.: 50 novillos/ha) y en poco tiempo con el fin de dejar la mínima cantidad de leguminosa posible y así la gramínea tenga mayor oportunidad de rebrote por menor competencia.
- utilización de guadaña después de haber utilizado una presión de pastoreo alta.
- utilización de un rastrillo a media traba con el fin con el fin de remover y estropear la leguminosa.

En la Tabla 12 se presentan las ganancias de peso obtenidas durante 1979 con las 4 leguminosas (Zornia sp., Stylosanthes capitata 1019 + 1315, Desmodium ovalifolium) asociadas con Andropogon gayanus.

2. Asociaciones Zornia sp. - Andropogon gayanus

Esta asociación fue la que produjo mayores ganancias de peso por animal (241 kg/animal/año) y por hectárea (453 kg/ha/año). Estos datos deben tomarse con cautela pues sólo representan el primer año de pastoreo. Zornia sp. es una leguminosa tropical de alto valor nutritivo y posiblemente muy apetecible por el animal. Estas características podrían compensar su baja producción de forraje, comparada con otras leguminosas. Es así como a mediados de Febrero de 1979 los animales habían consumido totalmente esta leguminosa, pero en Abril con las primeras lluvias su rebrote fue excelente y se llegaron a obtener ganancias de 1200 gramos/animal/día entre los meses de Abril a Junio de 1979. A inicios de Junio Zornia sp. sufrió un ataque de virosis fuerte y ganancias bajaron a 800 gramos/animal/día manteniendo la misma carga 2.5 novillos/ha. Los animales consumieron el material enfermo y volvió un rebrote más sano. En Octubre fue necesario bajar la

carga a 1,5 novillos/ha por la baja disponibilidad de Zornia en la pradera,

3. Asociación Stylosanthes capitata (1019+1315) - Andropogon gayanus

Cuando se inició el pastoreo (Diciembre de 1978) esta asociación presentaba una gran población de leguminosa la cual no permitió un buen desarrollo de la gramínea a pesar de existir suficiente población de esta última. Los animales consumieron durante todo el verano todo el rebrote del Andropogon gayanus y en mayor proporción la leguminosa. Los animales alcanzaron las mayores ganancias obtenidas hasta la presente en época de verano 500 gramos/animal/día, estas ganancias pueden ser explicadas en el hecho de que los animales concentraron su pastoreo en la inflorescencia de esta leguminosa la cual contiene hasta un 27% de proteína.

Stylosanthes capitata es una leguminosa tropical de bajos requerimientos nutricionales al igual que Zornia, pero tiene la ventaja de producir gran cantidad de forraje y semilla. Es aparentemente menos palatable que Zornia y sus tallos se lignifican rápidamente. La gran producción de semilla puede constituir también una desventaja para Stylosanthes capitata ya que las nuevas generaciones crecen poco debido posiblemente a la gran competencia que se establece entre las nuevas plantas y la planta madre.

En Agosto de 1979 se suspendió el pastoreo de este tratamiento para darle oportunidad al Andropogon de recuperarse y entre Octubre y Diciembre se realizó un pastoreo intermitente entre las 2 repeticiones y así se logró tener una excelente recuperación de la gramínea. Las ganancias en general se consideran buenas por animal (206 kg/animal/año) y por hectárea (367 kg/ha/año).

4. Asociación Pueraria phaseoloides - Andropogon gayanus

Esta asociación ocupó el segundo lugar en términos de ganancia por hectárea (419 kg/ha/año). Las ganancias por animal se consideran excelentes ya que fueron del orden de 221 kg/animal/año.

El comportamiento de Pueraria phaseoloides en verano es aceptable teniendo la mínima disponibilidad a finales de Febrero.

Esta leguminosa es bien aceptada por el animal y es consumida casi en su totalidad pero tiene la desventaja de defoliarse fácilmente. Es una leguminosa tropical de buen valor nutritivo pero más exigente en requerimiento de nutrientes (especialmente en K, Mg y S) que otras leguminosas,

Es importante resaltar la gran capacidad de rebrote de esta leguminosa al inicio de las lluvias y su gran habilidad de mezclarse con Andropogon gayanus lograndose un buen equilibrio gramínea-leguminosa en casi todo el año.

5. Asociación Desmodium ovalifolium - Andropogon gayanus

En la Tabla 12 se muestran las pérdidas de peso de esta asociación en la época del verano (-21 gramos/animal/día), sin embargo, en la época de lluvias la ganancia compensatoria fué buena 606 gramos/animal/día.

El manejo de esta asociación no ha sido fácil por los problemas de la poca aceptación de Desmodium ovalifolium por los animales. Cuando se inició el pastoreo la pradera presentaba un aceptable balance gramínea-leguminosa, pero el consumo continuo de la gramínea y el bajo consumo y agresividad de la leguminosa convirtió la pradera en un banco de leguminosa. En el mes de Julio de 1979 fué necesario utilizar una carga de 10 novillos/ha durante 46 días y después entró en descanso hasta Octubre. Este manejo

permitió que la gramínea se recuperara parcialmente, con plantas de Andropogon gayanus muy débiles. En Octubre se utilizaron 25 novillos/ha durante 20 días para bajar el ovalifolium y sólo se consiguió bajar la mitad del forraje disponible, se completó la labor pasando una guadaña y se dejó en descanso.

Desmodium ovalifolium es la leguminosa que mejores características agronómicas posee pero su poca aceptabilidad por el animal reducen su posibilidad como leguminosa promisoría para mezclas con A. gayanus.

6. Asociación Stylosanthes capitata 1405 - Andropogon gayanus

En Agosto de 1978 se estableció esta asociación sembrando simultáneamente la gramínea y la leguminosa. Se inició pastoreo en Diciembre de 1978 con 2 novillos/ha, pero fue necesario dejar en descanso las praderas desde Febrero hasta Abril por baja disponibilidad de forraje.

En la Tabla 13 se resumen las ganancias de peso de esta asociación durante 1979. Se muestran por separado las 2 repeticiones debido a que se manejaron con cargas diferentes a partir de Julio de 1979, por diferencias en disponibilidad de forraje. Es importante resaltar el gran equilibrio que existe en la actualidad entre la gramínea y la leguminosa en esta asociación y las altas ganancias de peso por animal (196 kg/animal/año) y por hectárea (482 kg/ha) en 306 días de pastoreo.

C. Manejo y Producción de Leguminosas como Bancos de Proteína

1. Pueraria phaseoloides

Como banco de proteína en "franjas" y "bloques" en praderas de Brachiaria decumbens.

La idea de tener pequeñas áreas de leguminosas puras como bancos de proteína para su utilización durante las épocas de escasez de proteína especialmente durante la estación seca representa una buena alternativa de producción. Con este criterio se estableció un experimento en Mayo de 1978 para comparar 2 formas de uso de Pueraria phaseoloides como banco de proteína en praderas de Brachiaria decumbens: 1) usando un sistema de franjas o fajas (de 6 mts. de ancho) de Pueraria phaseoloides alternada con franjas de Brachiaria decumbens 2) utilizando un sólo bloque de Pueraria phaseoloides en la pradera. En ambos sistemas se utilizó un 30% del área de la pradera como banco de proteína.

El pastoreo se inició en Diciembre de 1978. Los resultados de ganancias de peso durante 1979 se presentan en Tabla 11. El sistema de franjas reportó mayores ganancias por animal y por hectárea que el sistema de bloque, pero en términos de persistencia de la leguminosa funcionó mejor el sistema de bloque. En Septiembre se suspendió el pastoreo en el sistema de franjas ya que se habían agotado totalmente la leguminosa, mientras que en el sistema de bloques todavía presentaba un aceptable estado, aun cuando en Agosto fue necesario cercar los bloques ya que la disponibilidad de leguminosa se estaba reduciendo.

En Septiembre se dió fertilización de mantenimiento a los bancos de proteína con: 22 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 22 kg de S y se dejaron en descanso las praderas.

El sistema de bloques presenta 2 grandes ventajas sobre el sistema de franjas: 1) da la alternativa de quemar la gramínea haciendo una ronda alrededor del banco de proteína para protegerlo 2) el banco puede cercarse y permitir un manejo estratégico de la leguminosa,

2. Pueraria phaseoloides

Como banco de proteína en praderas de sabana nativa.

Este experimento se estableció en Mayo-Junio de 1978 utilizando 100 kg de P_2O_5 , 50 kg de K_2O , 18 kg de MgO y 21 kg de S para los bancos de Pueraria phaseoloides. En el área de Pueraria phaseoloides es igual para los 2 tratamientos 0.4 ha para cada parcela. Se utilizó quema en 2 partes: A principios del verano Enero 1979 y a finales del verano Marzo 1979. En el mes de Agosto se cercaron los bancos debido a la baja disponibilidad de leguminosa en la carga alta.

En la Tabla 10 se muestran las ganancias de peso obtenidas con Pueraria phaseoloides como banco de proteína en sabana nativa utilizando 2 niveles de carga 0.25 y 0.5 novillos/ha y con 2 repeticiones por tratamiento. La ganancia de peso por animal en la carga baja fue superior a la carga alta (146 kg/animal/año vs. 122 kg/animal/año) pero la carga alta produjo el doble de ganancia por unidad de área (61 kg/ha/año vs. 36 kg/ha/año). Estas ganancias se consideran excelentes si tenemos en cuenta que la sabana sola quemada en la época seca y con carga de 0.2 novillos/ha produce 75 kg/animal/año y 15 kg/ha/año. Esto quiere decir que al incluir un 5% de Pueraria phaseoloides como banco de proteína en la sabana nativa duplicamos las ganancias por animal y por hectárea.

III. PLANES FUTUROS

- A. Se estableció otro experimento en Julio de 1979 con el fin de medir la producción animal en 2 accesiones de Stylosanthes capitata asociadas con Andropogon gayanus: Stylosanthes capitata 1019 y Stylosanthes capitata 1315, la primera es de florecimiento temprano y la segunda de florecimiento intermedio. Se utilizaron parcelas de 2 ha

con 2 repeticiones por tratamiento. El pastoreo iniciará en Enero 1980.

- B. Se iniciará un experimento utilizando novillos con fístula esofágica para medir el grado de selectividad de 4 leguminosas asociadas con Andropogon gayanus. Se harán estudios de la composición de la dieta comparados con la composición botánica del forraje disponible.
- C. Se plantearan 2 alternativas para la utilización del Desmodium ovalifolium 350:
- a) En asociación con Brachiaria humidicola.
 - b) Como banco de proteína en la sabana nativa.

Tabla 1 *Andropogon gayanus* (A1). Ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979 con carga continua variable y quema a inicios de la estación seca. Período de pastoreo 273 días de Marzo a Diciembre. Pastura sembrada en Agosto de 1976.

Carga animal	Pastoreo ^{1/}		Ganancias en el período	
	días/ha	g/añ/día	kg/an	kg/ha
BAJA	394	589	161	206
MEDIA	573	619	172	331
ALTA	695	518	128	301

^{1/} días de pastoreo por hectárea = carga animal x número de días en pastoreo.

Las cargas respectivas fueron:

- Mar-May: 0.9, 1.3, 1.7, an/ha x 59 días
- May-Jun: 1.1, 1.6, 2.0, an/ha x 28 días
- Jun-Jul: 1.4, 2.1, 2.7, an/ha x 35 días
- Jul-Oct: 2.0, 2.9, 3.7, an/ha x 95 días
- Oct-Nov: 1.6, 2.3, 3.1, an/ha x 30 días
- Nov-Dic: 0.9, 1.3, an/ha y descanso de carga
ALTA x 26 días

Tabla 2 *Andropogon gayanus* (A2). Ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979 con carga continua fija. Pastura plantada en Agosto - Octubre 1977.

Carga	Estación		Período total 368 días (Dic-Dic)		ganancia/ hectárea		
	Seca 98 días (Dic-Mar)	Lluviosa 270 días (Mar-Dic)	g/an/día	g/an/día		ganancia/ animal	kg/an
2.4	-84	472	324 ^a	119 ^a	277 ^b		
3.4	-99	460	311 ^a	115 ^a	383 ^a		
4.4	-86	365	245 ^b	90 ^b	395 ^a		

Nota: Para el análisis se utilizaron los pesos de 8 animales en la carga 2.4 y 9 animales para las cargas 3.4 y 4.4 respectivamente.

Letras diferentes indican diferencias significativas a $P < 0.05$

Tabla 3 *Andropogon gayanus* (A3). Ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979 con cargas continuas y variables. Pastura plantada en Agosto - Octubre 1977.

Carga	Estación		Período total 368 días (Dic-Dic)	ganancia kg/ha/año
	Seca 98 días (Dic-Mar)	Lluviosa 270 días (Mar-Dic)		
	Pastoreo ^{1/} días/ha	Pastoreo días/ha	ganancia g/an/día	ganancia g/an/día ^{2/}
BAJA	241	698	393	274
MEDIA	346	1107	441	283
ALTA	445	1434	255	134

^{1/} días de pastoreo por hectárea = carga animal x número de días.
 ALTA: Dic-Feb:5.4 an/ha x 67 días
 Feb-Mar:2.7 an/ha x 31 días
 Mar-May:2.7 an/ha x 57 días
 May-Jun:5.4 an/ha x 27 días
 Jun-Dic:6.1 an/ha x 186 días
 BAJA: Dic-Feb:2.9 an/ha x 67 días
 Feb-Mar:1.5 an/ha x 31 días
 Mar-May:1.5 an/ha x 57 días
 May-Jun:2.9 an/ha x 27 días
 Jun-Ago:3.3 an/ha x 78 días
 24 Ago-17 Set: decontinuado
 Set-Dic:3.3 an/ha x 84 días

MEDIA: Dic-Feb:4.2 an/ha x 67 días
 Feb-Mar:2.1 an/ha x 31 días
 Mar-May:2.1 an/ha x 57 días
 May-Jun:4.2 an/ha x 27 días
 Jun-Dic:4.7 an/ha x 186 días

^{2/} Promedio ponderado.

Tabla 4 *Brachiaria decumbens* (B1). Ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979, con cargas continuas y fijas (quinto año de pastoreo).

Carga animal	Estación		Período total (368 días)			
	Seca 99 días (Dic-Mar)	Lluviosa 269 días (Mar-Dic)	g/an/día	g/an/día	kg/an	ganancia/ hectárea
nov/ha	g/an/día	g/an/día	g/an/día	g/an/día	kg/an	kg/ha/año
1.3	-52	619	438 ^a	161 ^a	202 ^b	
1.8	-39	633	451 ^a	166 ^a	299 ^a	
2.4	-85	520	357 ^b	132 ^b	311 ^a	

Nota: Para el análisis se usaron los pesos de 6 animales en carga 1.8 y 7 animales en la carga 1.3 y 2.4 respectivamente.

Letras diferentes indican diferencias significativas al P <0.05

Tabla 5 *Brachiaría decumbens* [B2]. Ganancias de peso obtenidas en Carimagua en 1979 con un nivel de carga en estación seca y tres niveles en estación de lluvias. (cuarto año de pastoreo).

Tratamiento de cargas	Estación				Período total (368 días)	ganancia/animal	ganancia/hectárea
	Seca (Dic-Mar)		Lluviosa (Mar-Dic)				
	Pastoreo	ganancia	Pastoreo	ganancia			
días/ha ^{1/}	g/an/día	días/ha	g/an/día	g/an/día	kg/an	kg/ha/año	
BAJA	99	-32	397 ^{2/}	566	405 ^a	149 ^a	220 ^b
MEDIA	99	-43	546 ^{3/}	500	354 ^a	130 ^a	273 ^a
ALTA	99	20	695 ^{4/}	448	332 ^a	122 ^a	285 ^a

Nota: Para el análisis se usaron los pesos de 6, 4 y 3 animales para las cargas Baja, Media y Alta respectivamente.

Letras diferentes indican diferencias significativas al $P < 0.05$

^{1/} animales/ha x número de días
Dic-Mar: 1.0 an/ha x 99 días

^{3/} Mar-May: 1.0 an/ha x 56 días
May-Dic: 2.3 an/ha x 213 días

^{2/} Mar-May: 1.0 an/ha x 56 días
May-Dic: 1.6 an/ha x 213 días

^{4/} Mar-May: 1.0 an/ha x 56 días
May-Dic: 3.0 an/ha x 213 días

Tabla 6 *Brachiaria decumbens* (B3). Ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979 con tres niveles de carga en estación seca y un nivel en estación de lluvias (tercer año de pastoreo).

Tratamiento de cargas	Estación				Período total (368 días)	ganancia/animal	ganancia/hectárea
	Seca (Dic-Mar)		Lluviosa (Mar-Dic)				
	Pastoreo	ganancia g/an/día	Pastoreo	ganancia g/an/día			
	días/ha ^{1/}	días/ha	días/ha ^{2/}	días/ha	g/an/día	kg/an	kg/ha/año
BAJA	69	35	465	527	395	145	238
MEDIA	99	58	482	595	450	166	288
ALTA	139	101	504	513	403	148	271

Nota: Pastoreo = animales/ha x número de días
 Para el análisis se usaron los pesos de 3, 4 y 4 animales para las cargas Baja, Media y Alta respectivamente.
 Las diferencias no son significativas.

1/ Dic-Mar:0.7,1.0,1.4, an/ha x 99 días

2/ Mar-May:0.7,1.0,1.4, an/ha x 56 días
 May-Dic: 2, an/ha x 213 días

Tabla 7 *Brachiaria humidicola*. Ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979 con cargas continuas variables (primer año de pastoreo).

	Estación		Pastoreo días/ha ^{1/}	ganancia g/an/día	Lluviosa 271 días (Mar-Dic)	Pastoreo días/ha ^{2/}	ganancia g/an/día	Período total (368 días)	
	Seca 97 días (Dic-Mar)	ganancia g/an/día						ganancia/animal	kg/an
BAJA	126	181	499	447	377	139	207		
MEDIA	175	-28	711	329	235	86	196		
ALTA	233	255	944	279	273	100	280		

Nota: Pastoreo = animales/ha x número de días.

^{1/} Dic-Mar: las cargas respectivas fueron: 1.3, 1.8, 2.4 an/ha x 97 días

^{2/} Mar-Jul: las cargas respectivas fueron: 1.8, 2.6, 3.4 an/ha x 120 días
 Jul-Ago: las cargas respectivas fueron: 1.8, 2.6, 3.4 an/ha x 49 días
 Ago-Dic: las cargas respectivas fueron: 2.5, 3.6, 4.8 an/ha x 120 días

Table 8 *Panicum maximum*. Ganancias de peso obtenidas en Carimagua durante 1979 con cargas continuas variables estacionales. (Segundo año de pastoreo).

		Estación		Período total 263 días	
90 días (Dic-Mar)		Lluviosa			
		84 días (Mar-Jun)	81 días (Jun-Ago)		
carga	ganancia	carga	ganancia	ganancia/ animal	ganancia/ hectárea
an/ha	g/an/día	an/ha	g/an/día	g/an/día	kg/an
1.3	184	1.3	849	1.6	455
1.8	124	1.8	850	2.3	302
2.4	166	2.4	687	3.1	196
				480	126
				411	108
				342	90
					175
					207
					227

Nota: Se suspendió el pastoreo experimental en el mes de Agosto por baja disponibilidad de forraje.

Tabla 9. Ganancias de peso de novillos en pastoreo continuo en cuarto gramíneas con cargas continuas variables en Carimagua 1979 (primer año de pastoreo).

TRATAMIENTO	Estación						ganancia/ hectárea
	Seca 97 días (Dic - Mar)		Lluviosa 271 días (Mar - Dic)		Período total (368 días)	ganancia/ animal	
	Pastoreo	ganancia	Pastoreo	ganancia			
días/ha ^{1/}	g/an/día	días/ha	g/an/día	g/an/día	kg/ha/año		
<u>A. gayanus</u>	194	-310	755 ^{2/}	431	236	222	
<u>P. maximum</u>	194	24	393 ^{3/}	534	357	208	
<u>B. humidicola</u>	194	-156	650 ^{4/}	221	122	102	
<u>B. decumbens</u>	194	40	550 ^{5/}	590	435	321	

NOTA: días de pastoreo x hectárea = carga animal x número de días de pastoreo.

1/ Dic-Mar: 2.0 an/ha x 97 días

2/ Mar-May: 2.0 an/ha x 54 días

May-Jul: 2.5 an/ha x 65 días

3/ Mar-May: 2.0 an/ha x 54 días

May-Jul: 2.5 an/ha x 65 días

4/ Mar-May: 2.0 an/ha x 54 días

5/ Mar-May: 2.0 an/ha x 54 días

May-Oct: 2.5 an/ha x 153 días

Jul-Sep: 4.0 an/ha x 70 días

Sep-Dic: 2.5 an/ha x 82 días

Jul-Oct: (88 días-descontinuado)

Oct-Dic: 1.5 an/ha x 64 días

May-Dic: 2.5 an/ha x 217 días

Oct-Nov: 1.5 an/ha x 40 días

Nov-Dic: (24 días-descontinuado)

Tabla 10 Ganancias de peso obtenidas con *Pueraria phaseoloides* como banco de proteína^{1/} en praderas de sabana nativa^{2/}. Primer año de pastoreo. Carimagua 1979.

Carga	Estación		Período total 368 días	ganancia/ animal	ganancia/ hectárea
	Seca 96 días (Dic-Mar)	Lluviosa 272 días (Mar-Dic)			
an/ha	g/an/día	g/an/día	g/an/día	kg/an	kg/ha/año
0.50	10	443	330	122	61
0.25	172	475	395	146	36

^{1/} El área del Kudzu representa el 10% y el 5% del área total en las cargas alta y baja respectivamente.

^{2/} En ambos tratamientos se quemó el 50% del área de sabana a principios de verano y el otro 50% a finales del mismo.

Tabla 11 Ganancias de peso obtenidas con *Pueraria phaseoloides* como banco de proteínas en "franjas" y "bloque" en praderas de *Brachiaria decumbens* (primer año de pastoreo). Carimagua 1979.

	Estación		Período total 287 días	ganancia/ animal	ganancia/ hectárea				
	Seca 97 días (Dic-Mar)	Lluviosa 190 días (Mar-Sep) 54 días (Mar-May) 136 días (May-Sep)							
	carga ganancia	carga ganancia	carga ganancia	g/an	kg/ha				
	an/ha	g/an/día	an/ha	g/an/día	g/an/día				
Kudzu bloque	2	311	2	368	2.5	522	422	121	278
Kudzu franja	2	272	1	597	2.5	635	505	145	333

Nota: La leguminosa representa un 30% de la pradera. Se suspendió el pastoreo el día 20 de Septiembre por la baja disponibilidad de *P. phaseoloides* en los tratamientos.

Tabla 12. Ganancias de peso obtenidas en Carimagua en 1979 con cuatro leguminosas asociadas con Andropogon gayanus (primer año de pastoreo). Potreros de 2 ha con 2 repeticiones por tratamiento.

Leguminosas asociadas con <u>A. gayanus</u>	Estación						Perfodo total (368 días)	ganancia/animal	ganancia/hectárea
	Seca			Lluviosa					
	Pastoreo	ganancia	g/an/día	Pastoreo	ganancia	g/an/día			
	días/ha ^{1/}	días/ha	días/ha	días/ha	días/ha	días/ha	g/an/día	kg/ha	
<u>Zornia</u> sp.	165	317	317	525 ^{2/}	776	776	656	453	
<u>S. capitata</u> 1019 + 1315	165	500	500	420 ^{3/}	679	679	627	367	
<u>D. ovalifolium</u>	165	- 21	- 21	234 ^{4/}	606	606	341	136	
<u>P. phaseolooides</u>	165	371	371	534 ^{5/}	681	681	600	419	

NOTA: días de pastoreo x hectárea = carga animal x número de días de pastoreo.

- 1/ Dic-Feb: 2.0 an/ha x 69 días
Feb-Mar: 1.0 an/ha x 27 días
- 2/ Mar-May: 1.0 an/ha x 55 días
May-Sep: 2.5 an/ha x 135 días
Sep-Oct: 2.0 an/ha x 18 días
Oct-Dic: 1.5 an/ha x 64 días
- 3/ Mar-May: 1.0 an/ha x 55 días
May-Ago: 2.5 an/ha x 114 días
Oct-Dic: 1.25an/ha x 64 días pastoreo intermitente
- 4/ Mar-May: 1.0 an/ha x 55 días
May-Jul: 2.5 an/ha x 67 días descontin.
Oct-Oct: 1.25an/ha x 9 días se suspendió
- 5/ Mar-May: 1.0 an/ha x 55 días
May-Oct: 2.5 an/ha x 153 días
Oct-Dic: 1.5 an/ha x 64 días.

Tabla 13. Ganancias de peso obtenidas en mezclas de *Andropogon gayanus* y *S. capitata* 1405, en Carimagua durante 1979. (Primer año de pastoreo).

REPETICION	Estación						Período ^{5/} total
	Seca 69 días (Dic - Feb)		Lluviosa ^{1/} 299 días (Feb - Dic)		ganancia animal	ganancia/ hectárea	
	Pastoreo ^{2/}	ganancia	Pastoreo	ganancia			
	días/ha	g/an/día	días/ha	g/an/día	g/an/día	kg/ha	
CB1	138	482	501 ^{3/}	697	644	412	
CB11	138	514	653 ^{4/}	637	609	482	

NOTA: días/ha: días de pastoreo/hectárea = carga animal x número de días de pastoreo.

^{1/} Feb-Abr: 62 días; descanso de la pradera por baja disponibilidad de materia seca.

^{2/} Dic-Feb: 2.0 an/ha x 69 días

^{3/} Abr-May: 2.0 an/ha x 20 días

May-Oct: 2.5 an/ha x 153 días

Oct-Nov: 2.0 an/ha x 39 días

^{4/} Abr-May: 2.0 an/ha x 20 días

May-Jul: 2.5 an/ha x 67 días

Jul-Sep: 4.0 an/ha x 68 días

^{5/} CB1: 281 días de pastoreo

Abr-Nov: 212 días de pastoreo

Dic: descanso de la pradera

Sep-Oct: 2.5 an/ha x 18 días

Oct-Dic: 2.0 an/ha x 64 días

Abr-Dic: 237 días de pastoreo

CB11: 306 días de pastoreo

Tabla 14 Resultados obtenidos en las diferentes etapas de investigación en Carimagua en términos de Producción Animal.

T r a t a m i e n t o	kg/A/año	kg/ha/año
Sabana: (.20 novillos/ha)		
- sin quemar con carga fija	28	6
- con quema en la época seca	75	15
- quemada en secuencia a través del año	95	19
<u>Hyparrhenia rufa</u> : pastoreado en época de lluvias (240 días) con .7 novillos/ha	35	24
5% de <u>Pueraria phaseoloides</u> en sabana nativa con carga continua fija de .25 novillos/ha	146	36
10% de <u>Pueraria phaseoloides</u> en sabana nativa con carga continua fija de .5 novillos/ha	122	61
<u>Melinis minutiflora</u> :		
- con carga continua fija de .44 novillos/ha	98	43
- pastoreado en época de lluvias (241 días) con .44 novillos/ha	110	50
- con carga continua fija de .44 novillos/ha y suplementado en la época seca con (80 g de urea + 400 g de melaza/día)	130	58
<u>Paspalum plicatulum</u> : pastoreado en época de lluvias (240 días) con .7 novillos/ha	66	46
<u>Panicum maximum</u> : con cargas continua fija de 1.3 novillos/ha durante 263 días	126	175
30% de <u>Pueraria phaseoloides</u> en "bloque" en <u>Brachiaria decumbens</u> con carga continua variable de 2 a 2.5 novillos/ha durante 287 días	121	278
30% de <u>Pueraria phaseoloides</u> en "franjas" en <u>Brachiaria decumbens</u> con carga continua variable de 2 a 2.5 novillos/ha durante 287 días	145	333
<u>Brachiaria humidicola</u> : con carga continua variable de 1.3 a 2.5 novillos/ha	100	280
<u>Brachiaria decumbens</u> : con carga continua fija de 1.8 novillos/ha		
<u>Andropogon gayanus</u> :		
- pastoreado en época de lluvias (273 días) y carga continua variable de 1.3 a 2.9 novillos/ha	172	331
- con carga continua fija de 3.4 novillos/ha	115	383

Tabla 14 (Continuación)

T r a t a m i e n t o	kg/año/año	kg/ha/año
<u>Stylosanthes capitata</u> (1019+1315) + <u>Andropogon gayanus</u> : con carga variable de 1 a 2.5 novillos/ha	206	367
<u>Stylosanthes capitata</u> 1405 + <u>Andropogon gayanus</u> : con carga variable de 1 a 4 novillos/ha durante 293 días de pastoreo	184	448
<u>Pueraria phaseoloides</u> + <u>Andropogon gayanus</u> : con carga continua variable de 1 a 2.5 novillos/ha	221	419
<u>Zornia latifolia</u> 728 + <u>Andropogon gayanus</u> : con cargas variables de 1 a 2.5 novillos/ha	241	453

Fig.- *Bracharia decumbens* (B1). Disponibilidad de forraje residual en tres fechas en praderas de pastoreo continuo (quinto año de pastoreo). Carimagua 1979.

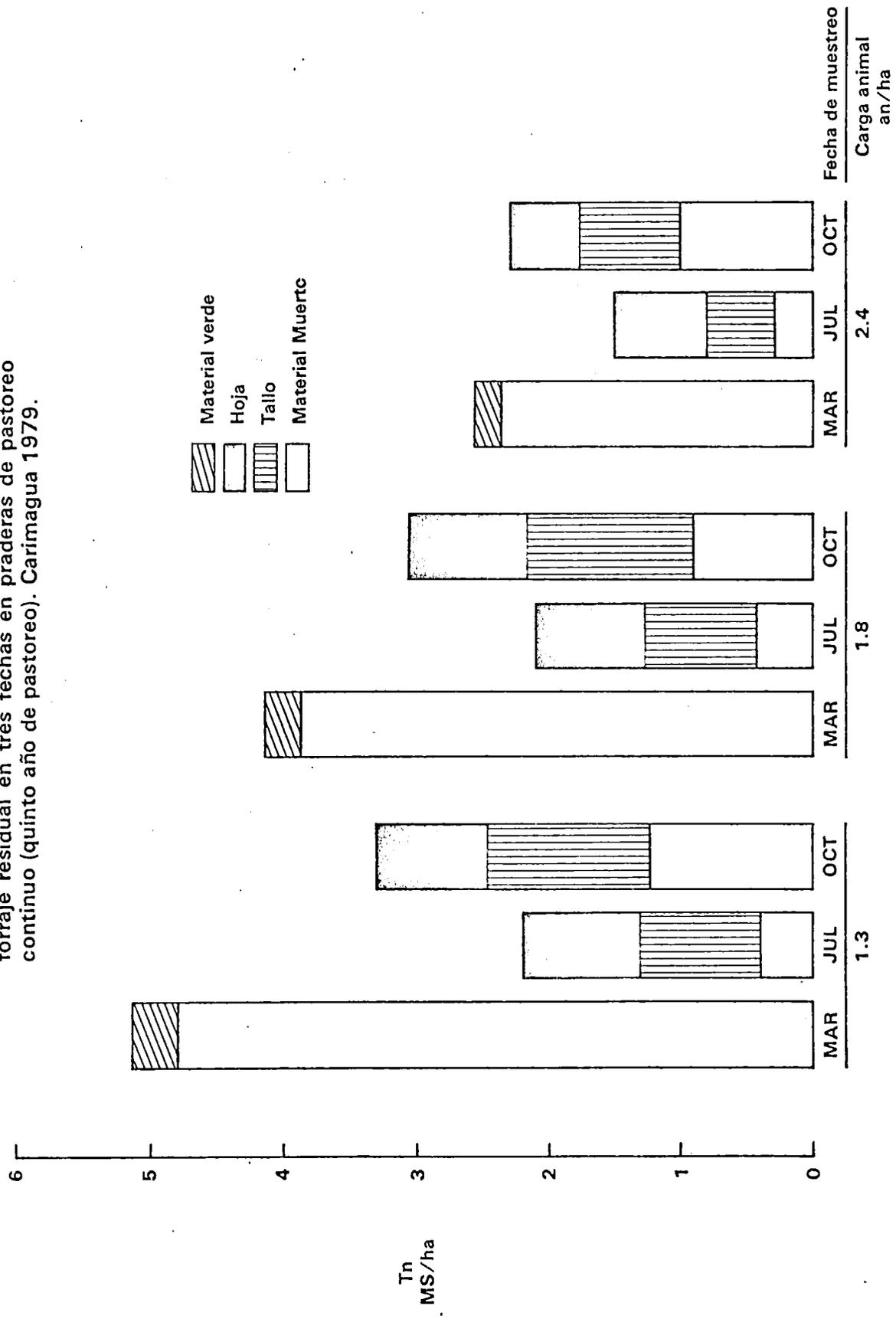


Fig. *Brachiaria decumbens* (B2). Disponibilidad de forraje residual en tres fechas de praderas con pastoreo continuo y estacional variable (cuarto año de pastoreo).

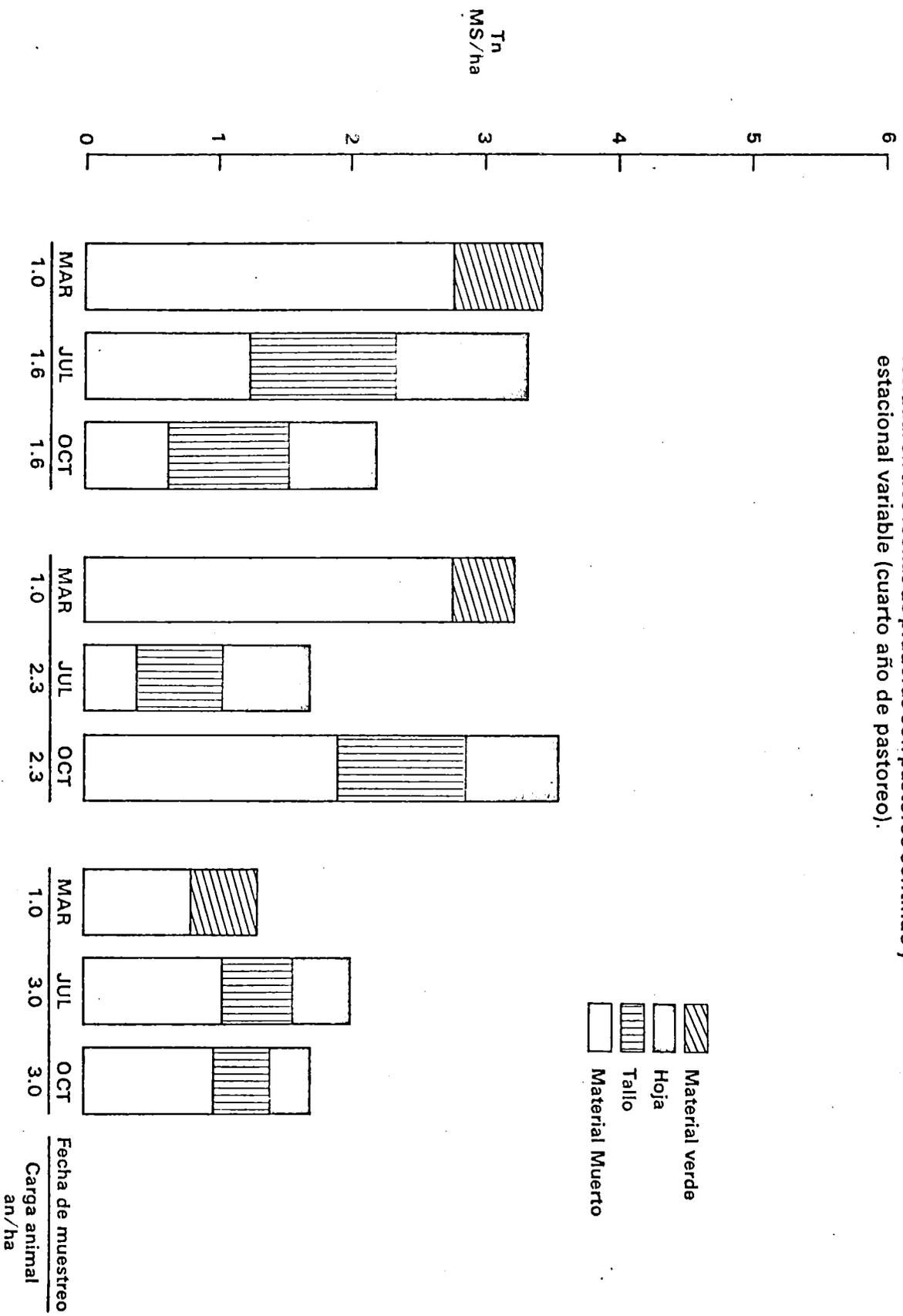


Fig. *Bracharia decumbens* (B3). Disponibilidad de forraje residual en 3 fechas bajo tres tratamientos (tercer año de pastoreo). Carimagua 1979.

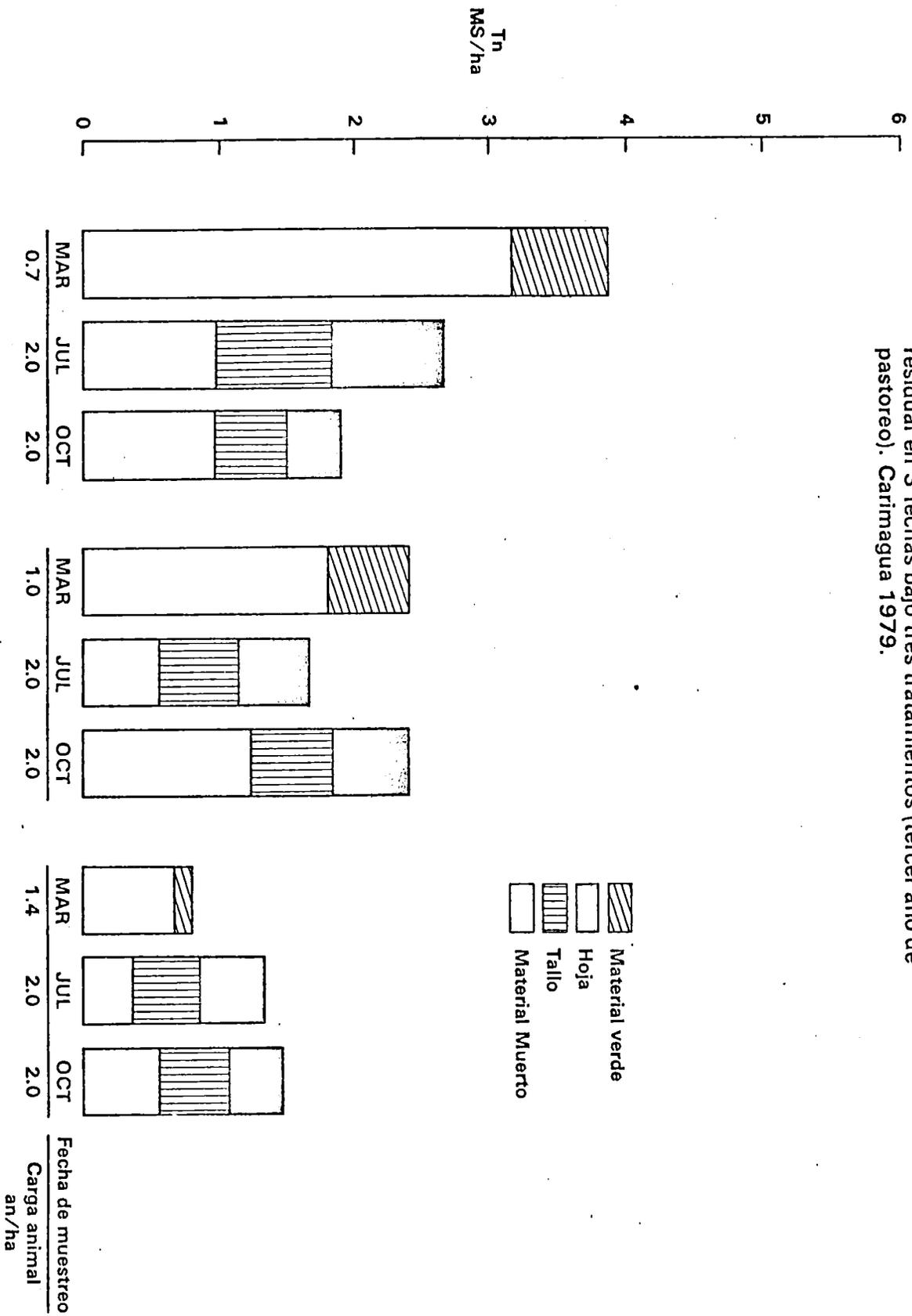
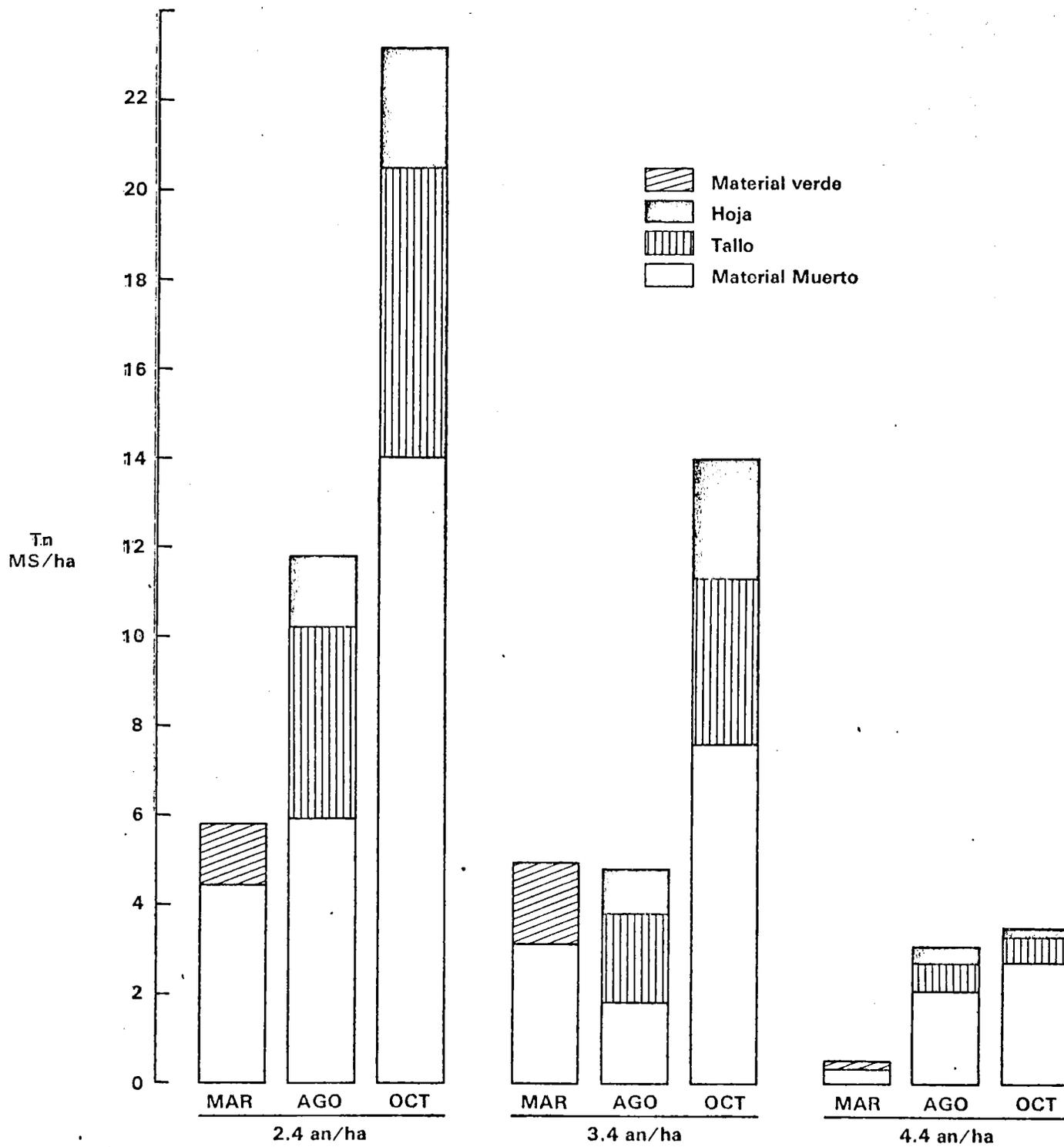
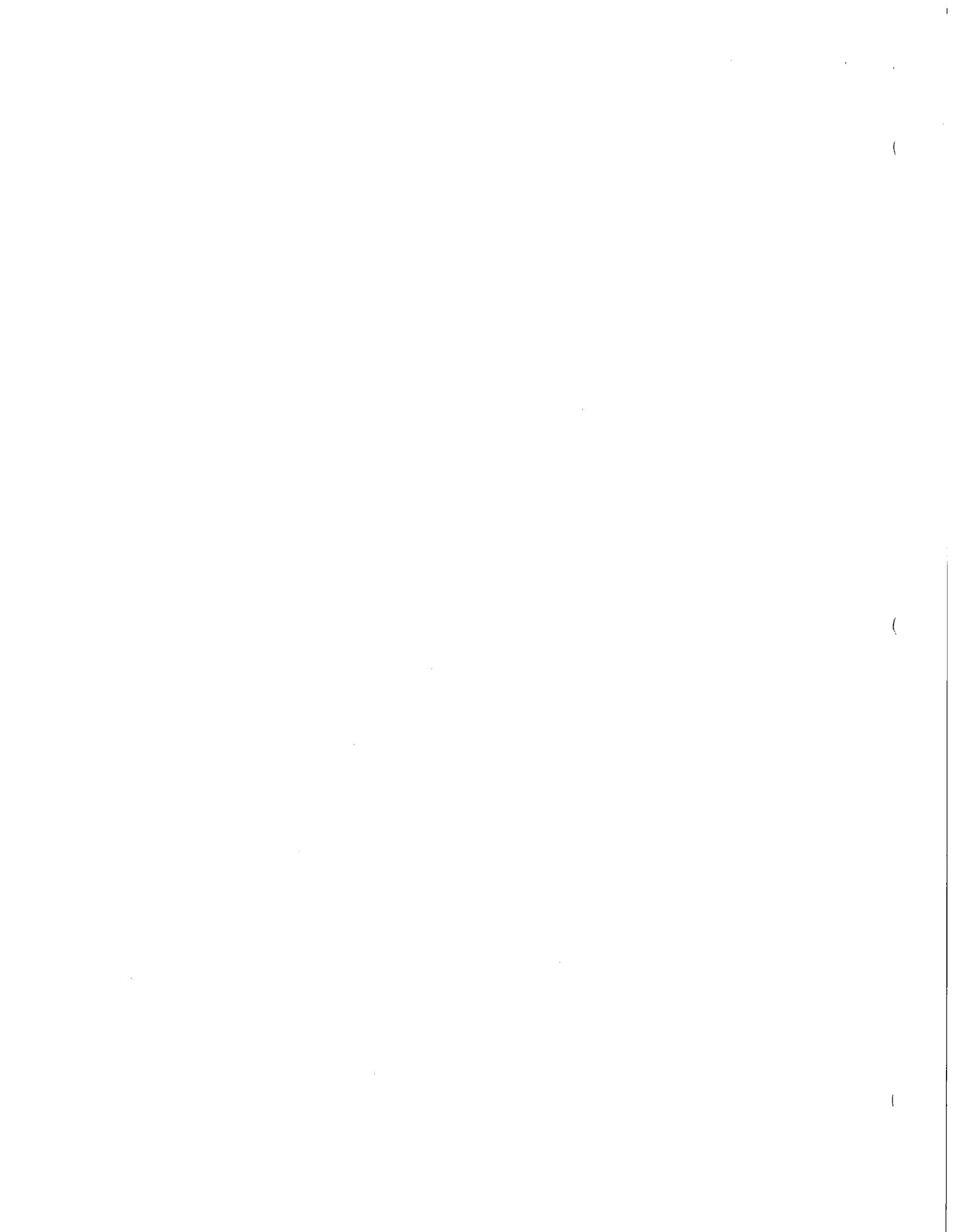


Fig. Disponibilidad de forraje residual en una pradera de *A. gayanus* en su primer año de pastoreo continuo. Carimagua 1979.





AUSTRALIAN J. OF EXP. AGRIC AND ANIM. HUSB. 15'663-670- 1975.

EL METODO DE RENDIMIENTO COMPARATIVO PARA ESTIMAR RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE PRADERAS.

K.P. HAYDOCK Y N.H. SHAW *

TRAD. LUIS E TERGAS**

RESUMEN.

Este trabajo describe un nuevo método para estimar el rendimiento de las praderas en los cuales los rendimientos de cuadros al azar son estimados con respecto a un grupo de cuadros de referencias preseleccionadas en el campo para proveer una escala la cual está disponible para referencia a través de todo el muestreo. Tres procedimientos alternativos son descritos basados en los rendimientos de materia seca de los cuadrados de referencia o los rendimientos de los cuadrados estimados y cortados durante o al final del muestreo. El segundo y el tercer procedimiento se encuentran que tienen ventajas sobre el primero.

Cuando se prueba el metodo con cuatro observadores y dos tipos de escala de calibración, los estimados de rendimiento promedio fueron en general, al rededor de 4% del promedio real con una diferencia maxima de 8%.

Se presentan los metodos para calcular el numero de muestras requeridas para obtener una variación minima para el estimado del rendimiento promedio para un costo dado en terminos de tiempo empleado en el campo.

La necesidad de un metodo para estimar la cantidad de pasto en una pradera rápida y exactamente es reconocida por todos los investigadores. La medida del rendimiento directamente por corte es costosa y destructiva, y aunque el muestreo individual es medio exactamente, queda la limitación que cada medida representa solo una muestra de una población de rendimientos

*"Division Of Mathematics and Statistics, And Of Tropical Agronomy, Respectively, C.S.I.R.O, Cunningham Laboratory, St Lucia, QLD, Australia.

** Adiestramiento/Ensayos Regionales, Prog. Ganado de Carne, CIAT, Cali, Colombia.

altamente variable dentro de la pradera. El principal problema radica en la variabilidad de la población y no en la precisión con la cual la encuesta individual es medida y por lo tanto es mejor tener muchas muestras estimadas con una precisión menor aceptable que mas pocas muestras medidas exactamente, con tal que no haya prejuicio en el estimado. Varias tecnicas han sido propuestas para superar este problema que involucra ya sea estimación del rendimiento o medida de algunos atributos que puedan ser relacionados con el rendimiento .

II Este trabajo describe el metodo de rendimiento comparativo para estimar el rendimiento de las praderas en las cuales los rendimientos de cuadros al azar son estimados con respecto a un grupo de cuadros de referencia preseleccionados para proveer una escala la cual esta disponible para referencia durante todo el muestreo. Suficientes cuadros son cosechados, para calibrar la escala, lo cual permite el uso del principio de doble muestreo propuesto por Wilm, Costello y Kipple (1911). El metodo es similar al de Morley, Bennett y Clork (1961), el cual ha sido investigado por Campbell y Arnold (1973); la diferencia esencial esta en que en vez de estimar el rendimiento de un cuadro como el peso, se estima en relación a los cuadrados de referencia. Creemos que el peso relativo es más facil de estimar que el peso absoluto, lo cual nos encaminaría a mayor precisión. Nuestro metodo es basicamente similar al The Hutchinson, Mc Leon y Hamilton (1972), con la excepción de que es aplicable a cualquier altura de pastos, mientras que ellos indican que es dificil utilizar su metodo en pasturas de más de 20 cms de altura. El metodo no es destructivo y permite que un gran número de estimaciones de rendimientos sean realizadas en un día por un observador y es, por lo tanto, especialmente util en experimentos grandes de pastoreo.

METODOS

El primer procedimiento es el de seleccionar, ya sea 5 o 9 cuadros de referencia los cuales constituyen la escala de rendimiento contra la cual, los rendimientos de los cuadros de muestreos son estimados. Para construir una escala de 5 puntos, dos cuadrados (patron 1 y 5) son colocados en arcos de bajo y alto rendimiento de modo que sea muy raro que el rendimiento de la-

materia seca de un cuadro de muestreo se encuentra fuera de esta escala. Los observadores luego seleccionan una posición para el patron 3 estimado por tener un rendimiento de materia seca medio entre aquellos estimados para 1 y 5. Luego seleccionan un patron 2 y 4, los cuales tienen rendimiento medio entre 1 y 3, y entre 3 y 5, respectivamente, si una escala de 9 puntos es requerida, patrones adicionales, es decir 1.5, 2.5, 3.5 y 4.5, son encontrados por el mismo procedimiento.

Hay varios puntos que señalar:

1. Cada observador selecciona independientemente una posición para el rendimiento del punto medio, patron 3 en el primer lugar, y después, se hace una selección final en base a consulta y si es necesario después de la comparación de varias escogencias subsecuentes.
2. Para facilitar la comparación mientras se seleccionan los patrones y durante el muestreo, es una ventaja tener los patrones localizados cerca uno del otro y situados centricamente, con tal de que un arreglo apropiado de composición botánica sea incorporado.
3. Un sistema de cuadros debe ser alejado en posición en cada patron y se necesita una jaula protectora en parcelas en pastoreo.

Después de establecer la escala en periodo de entrenamiento inicial es requerido, en el cual todos los observadores simultaneamente estiman una serie de cuadros hasta que un grado aceptable de uniformidad es obtenido: - Nuestro objetivo es el de alcanzar un punto donde nuestros estimados no se diferencien entre si por más de 0.25 de una unidad de escala. Regresos frecuentes a los patrones son necesarios durante estos periodos de adiestramiento lo cuales llevan aproximadamente 30 minutos.

En muestreos subsecuentes los cuadros son colocados de acuerdo a un plan de muestreo apropiado y en cada caso un observador da un rendimiento estimado una escala de rendimiento relativo a los patrones. Nosotros estimamos en cuatro: ejemplo 1.75, donde una escala de 1.7 puntos pero otros metodos pueden

ser usados. Durante el muestreo es aconsejable regresar a los patrones de vez en cuando para refrescar la memoria. Los patrones deberán también ser re-examinados después de cualquier descanso en el muestreo; ejemplo después del almuerzo, y cada mañana cuando los muestreos se extienden sobre un número de días.

Nosotros hemos usado tres procedimientos diferentes para calibración de la escala patron de rendimientos.

TIPO No. 1

Después que todas las parcelas han sido estimadas, los cuadros de referencia son cosechados y se calcula una ecuación de regresión en escala de rendimientos de materia seca. El estimado de rendimiento de cada muestra es entonces obtenido sustituyendo la clasificación en esta ecuación. Nosotros hemos encontrado que la relación es usualmente lineal. Cuando se usa este tipo de calibración los observadores deberán verificar los estimados de cada uno periódicamente para mantener la uniformidad, y si existe desacuerdo, - todos los observadores deberán requisar de nuevo a verificar los patrones.

TIPO No. 2

Este tipo de calibración está diseñado para admitir el hecho que un observador individual puede tener un prejuicio consistente en sus estimaciones: por ejemplo, el podría sobre estimar consistentemente cuadros con altos rendimientos.

Durante el muestreo cada observador constituye una escala de calibración personal cosechando cuadros los cuales está cambiado que el ha estimado correctamente. Un observador no está necesariamente confiado en su estimado para cada cuadro porque 1- el esta estimado hasta la cercanía a 0.25 de una escala unitaria 2-el pasto puede que sea muy desuniforme en altura. 3- pudiera haber un complejo no usual de especies presentes en el cuadro, o .4- pudiera haber una variación en la densidad del pasto a través de todo el cuadro. No existe restricción en el número de cuadros cosechados pero su estimado debería

cubrir la escala desde bajo a alto. Una vez que el periodo inicial de adiestramiento ha sido llevado a cabo, no hay ahora necesidad de que los observadores se comprueben los estimados de cada uno porque cada uno tendra su propia curva de calibración. Sin embargo, las comprobaciones individuales contra los cuadros patrones ayudaran a mantener precision y exactitud.

Los cuadros en la escala de referencia inicial no necesitan ser cosechados y el promedio estimado del rendimiento de materia seca de una parcela para un observador es obtenida sustituyendo sus estimados en la ecuación de calibración obtenida de los cuadros que el la cosecha.

TIPO No. 3

Una desventaja practica cuando se usa el tipo 2 es que un observador tiene que cargar tijeras de podar, bolsas y etiquetas a más de bolsas con muestras cortadas, ademas de su cuadro y las hojas de registros. Nosotros hemos encontrado que esto se vuelve incomodo y hemos por lo tanto adoptado las modificaciones siguientes. Cuadros especiales son contados después que todas las estimaciones han sido completadas en vez de hacerse durante el muestreo. Cada observador selecciona un juego de cuadros para cubrir la escala desde bajo a alto, y estos cuadros son entonces evaluados por todos los observadores dando una escala de calibración para cada observador la cual es basada en el mismo cuadro; las escalas de los observadores podría entonces ser comparada para detectar diferencias entre estimados para cuadros en particular y por diferencias en prejuicios: los prejuicios pueden aparecer de una diferencia consistente de la linea de calibración a traves de la escala de estimados o de una diferencia a un extremo de la escala asociado con prejuicios opuestos o sin prejuicios en el otro extremo. Para este tipo nosotros usualmente cortamos un total de 12 cuadros.

Nosotros no hemos conducido un examen formal para la calibración del tipo 3 porque es esencialmente una variante del tipo 2 por cuanto intenta registrar lineas de calibración personales para cada observador. Este debería por lo tanto dar exactitud y precisión similar a aquella del tipo 2,

EVALUADO EL METODO.

Se han realizado evaluaciones en mezclas de pastos nativos/Stylosanthes humilis en el cual la gramínea dominante era Heteropogon contortus según la describen Shaw y T Mannerje (1970). Evaluaciones 1 y 2 fueron realizadas en Marzo 1.972, y evaluación 3 en Marzo 1.973, todas las tres realizadas en el mismo potrero. Cuadros (0.25 m²) fueron usados y todos los pastos fueron cosechados a nivel del suelo con tijeras de podar manuales y pesados después de secar a 70°C por 17 horas, Las evaluaciones examinaron constitución de la escala y compararon calibración tipos 1 y 2.

CONSTRUCCION DE LA ESCALA

Para construir la escala, los observadores deberán ser capaces consistentemente de escoger un cuadro cuyo rendimiento de materia seca esta en la mitad entre aquellos de otros dos cuadros. Para que la escala sea lineal la estimación debiera ser sin prejuicios. Las evaluaciones 1 y 2 fueron designados para evaluar la capacidad y precisión de 3 observadores para estimar los rendimientos del punto medio.

EVALUACION 1.

Cada observador hace independientemente 9 estimados para el punto medio de dos cuadros de referencia teniendo rendimiento de pastos. 1) bajos y altos ó 2) bajo y medio ó 3) medio y altos. Los nueve cuadros de cada observador y los dos de referencia fueron entonces cosechados para cada una de las tres categorías.

Un resumen de los datos y resultados para varias evaluaciones se muestran en el cuadro No. 1.

Las estimaciones de simetría y de Kurtosis evalúan la normalidad de la distribución de los estimados y ellos indican que los estimados de los observadores A y B fueron generalmente simétricamente distribuidos alrededor de sus respectivos promedios estimados. El estimado del observador C mostro -

simetria irregular pero fueron leptokurticos, lo cual significa que ademas de tener una desviación normal, menor, sus estimados se agruparon más cerca alrededor del promedio fue lo que normalmente se esperaría.

Hubo una amplia escala en precision con variación combinada para el observador B significativamente mayor ($P < 0.01$) que la variacion combinada para A y C.

El prejuicio predominantemente positivo del observador B mostro que el - estaba inclinado a sobre estimar el rendimiento del punto medio.

EVALUACION 2.

Una objeción al procedimiento en la evaluación 1, es que la habilidad de un observador para estimar los rendimientos de los puntos medios con precision pudieron ser confundidos con su habilidad para aprender de la experiencia, porque se realizaron nueve estimaciones por cada fuego de referencias. De conformidad, en este test fueron seleccionados al azar nueve pares de cuadros de - referencia para cada estimación, y cada uno de los tres observadores hizo - estimados individuales del punto medio.

La precisión del observador B (D.N. 689 Kg/Ha) de nuevo fué más pobre que la de A (572 Kg/Ha) y C (460 Kg/Ha) . El valor promedio para el rendimiento actual del punto medio fué 3590 Kg/Ha y el prejuicio para A y C fué 2.1 y - 6.1%, y para B 14.3% ($P < 0.001$). La evaluacion fué basada en datos trans - formados en raiz cuadrada.

Los resultados de esta evaluación confirman los descubrimientos de la evaluación 1 que indican que el observador fué menos preciso que los otros dos, y que el sobrestimó los rendimientos del punto medio. El observador C fue - el más preciso, pero tuvo la tendencia a sub-estimar los rendimientos medios.

CONSTRUCCION DE ESCALAS

Los prejuicios positivos de los observadores nos llevaron a anticipar -

que si ellos constituyeron independientemente las escalas de calibración - ellos tendrían dificultades en construir escalas lineares porque los puntos finales 1 y 5 son fijados sin estimación.

En el cuadro 2 nosotros presentamos los rendimientos promedios, los coeficientes de regresión y correlación y la desviación normal residual para escalas de calibración construidas por dos o tres observadores en 17 ocasiones usando el metodo descrito anteriormente. Estas ocasiones cubrieron una amplia escala de rendimientos promedios y diferentes estaciones del año con contrastes entre la estación de mitad de verano donde todo el pasto estaba verde, y la parte final del invierno donde el pasto era predominantemente material seco remanente de la estación anterior.

El Cuadro No. 2, muestra que se obtuvieron lineas de calibración precisamente lineares las cuales explicaron para 95 % o más de la variación en rendimiento entre cuadros para todos los casos, y para 58% o más en 12 casos. La desviación normal residual tuvo una escala amplia pero no mostró asociación con el coeficiente de regresion.

Nosotros concluimos de esta evidencia de estas lineas que el prejuicio puede ser eliminado de la linea de calibración comun, por el metodo de acción independiente y consulta individual comun.

APLICACION DEL METODO.

EVALUACION No. 3

Esta evaluación fué diseñada para evaluar la exactitud del método, para amparar la linea de calibración con 5 puntos y la de 9 puntos: para comparar cuatro observadores A,B,C y D; y para comparar calibración tipo 1 y 2. Los tres observadores A,B y C fueron aquellos usados en las primeras evaluaciones, mientras que D retenia experiencia previa de campo con el método .

Cinco cuadros fueron seleccionados por los observadores para la linea de calibración segun se describe anteriormente y de ese modo se realizo la fami-

familiarización de los observadores. Fueron colocados 40 cuadros en el pasto para cubrir una escala de rendimientos de menor a mayor y con el cual - una escala de composición botánica fué asociada. Cada observador independientemente clasificó todos los cuadros y registro cuales cuadros ellos querían cosechar para el tipo 2.

Los 40 cuadros fueron dejados en posición, pero los cuadros de referencia correspondientes a las escalas 2,3 y 4 fueron cosechados, al día siguiente una línea de calibración de 9 puntos fue construida en común usando los cuadros clasificados 1 y 5 del día anterior como los puntos extremos.

Después del periodo de familiarización, los cuatro observadores independientemente evaluaron los 40 cuadros respecto a la escala de 9 puntos. Las selecciones para el tipo 2 no fueron realizadas. Los cuadros de referencia y muestreo fueron entonces cosechados y se obtuvo el peso seco.

Un análisis de variación del peso seco estimado del pasto mostro que - hubo diferencias significativas ($P < 0.001$), entre los observadores y entre las escalas con una interacción significativa ($P < 0.001$), entre estos dos factores, sin embargo, la mayor diferencia del verdadero promedio fué de 7.8 % obtenido por el observador A usando una escala de 5 puntos (Ver - cuadro No. 3).

Un análisis similar se efectuó en el peso seco de pasto estimado por el tipo 2 y los observadores tuvieron resultados muy satisfactorios (Ver cuadro No. 3). Los resultados de este tipo de calibración mostraron concordancia - más cercana entre los observadores que aquellos con el tipo 1 y menos prejuicios lo cual es lo que fué diseñado para hacer .

La materia seca estimada, promedio para todos los observadores, concuerda muy cercanamente con el promedio verdadero para todos los 3 métodos (cuadro No.3) tales estimados compensadores deben ser anticipados si un método sin perjuicio. Sobre más de la mitad de los estimados realizados por observadores individuales - estuvieron dentro del 3% del promedio verdadero. Tales resultados serían particularmente satisfactorios en experimentos de pastoreo en gran escala donde,

de acuerdo con Compbell y Arnold (1973), nosotros consideramos que estimados dentro del 10% del promedio verdadero son aceptables. Es digno de notar que el observador D sin experiencia previa alcanzó promedios estimados exactos.

Para examinar más lejos el estimado con el tipo 1 y 2, las regresiones lineares del peso real del forraje en pesos estimados fué calculada para cada observador tipo y escala. Si el estimado por un observador es sin prejuicio la pendiente será igual a 1.0 y la intercepción en el eje de las y será cero. Debido a la tendencia de los observadores de sobre estimar los rendimientos más altos, las líneas para el tipo 2 se anticipo que tendrían pendientes menos de 1.0.

Las estadísticas para estas líneas no son presentadas aquí, pero las pendientes fueron generalmente menos que 1.0 con tipo 2; pendientes iguales a ó menos que las pendientes correspondientes para las líneas tipo 1, en ambas escalas. Sin embargo, en un solo caso (A, Tipo 2) fué la pendiente significativamente menor que 1.0 ($P < 0.01$).

El ajuste de las pendientes de las líneas hechas por los observadores utilizando tipo 2 indica que estos observadores sobre estimaron cuadros con mayor rendimiento. Sin embargo, tipo 2 permitió que fuesen hechos estimados más exactos (Cuadro No. 3).

Para comparar las predicciones de los observadores existe solamente una variable dependiente, a saber rendimiento real, y así nosotros seguimos a Williams (1.959. p.73) y comparamos las variables independientes (estimados de los observadores) para calibración igual con rendimiento real. Esta evaluación mostro que (1) el observador C fué prominentemente mejor ($P < 0.001$), - los otros usando la escala de 5 puntos con los tipos 1 y 2; (2) para tipos 1 y 2 las correlaciones para los otros observadores no fueron diferentes; y (3) no hubo diferencias entre las correlaciones de los observadores para la escala de 9 puntos.

Aunque el procedimiento experimental fue tal que la calibración tipo 1 y 2 no podrian ser comparadas estadísticamente, la mayor exactitud alcanzada-

con tipo 2 lo haría un procedimiento preferible (o tipo 3).

NUMERO DE MUESTRAS PARA VARIACION MINIMA.

Sin una relación de línea recta es apropiada para la regresión de rendimiento basada en estimados, el rendimiento promedio de una parcela, \hat{Y} , para un número n' de estimados se lee en el promedio de las evaluaciones, x , por ejemplo de

$$\hat{Y} \dots \dots \dots (1)$$

Si siguiendo a Cochran (1963) la variación de \hat{Y} para la calibración condicional tipo 1 en las x escogidas puede ser reducida a

$$\text{Var} (\hat{Y}) = \sigma_{y.x}^2 \left\{ 1/n' + \sigma_x^2/n' = (A - \bar{X})^2/B \right\} = B^2 \sigma_x^2/n' \dots (2)$$

para una escala de un número n de puntos e ignorando la fracción finita de muestreo. Aquí A es promedio de las X (\bar{X}) y es igual a $(n+1)/2$ para escalar integrales; B es la suma de cuadrados correctos para un número n de estimaciones y es igual a $n(n+1)(n-1)/12$; \bar{X} es el promedio de todas las evaluaciones posibles en el potrero; σ_x^2 es la variación de las estimaciones y es estimada por s_x^2 , la variación de las estimaciones adicionales $\sigma_{y.x}^2$ es la variación de los rendimientos de materia seca del cuadro y es estimada por $s_{y.x}^2$, el cuadrado del promedio residual para la línea de calibración, B es el coeficiente de regresión de la población y es estimado por b .

Si nosotros asumimos $(\sigma_x^2/n' + (A - \bar{X})^2/B)$ es pequeño comparado con $1/n'$, (2) se reduce a

$$\text{Var} (\hat{Y}) \approx \sigma_{y.x}^2/n' + B^2 \sigma_x^2/n' \dots \dots \dots (3)$$

para las calibraciones tipo 2 y 3 los valores de A y B son aun variables no aleatorizado y es razonable acondicionar la variación sobre estos estimados. Para un número fijo n , los valores A y B podrían no ser muy diferentes de aquellos de la calibración tipo 1, si se realiza una selección para cubrir la escala de clasificación.

Usando s_x^2 I.II, la cual fué obtenida combinando la variación de las clasificaciones sobre los potreros de un ensayo de pastoreo grande, y tomando una escala de coeficientes de regresion y el cuadro del promedio residual - $(S.D^2)$ del cuadro No. 2, para estimar B y $\sigma^2_{y.x}$, respectivamente, nosotros podemos calcular estimados de la variación del promedio de materia seca esperado en situaciones similares con diferentes valores de n y n' por sustitución en (3). Estos son presentados en el cuadro No. 4.

La distribución óptima de n y n' se obtiene disminuyendo al minimo la variación dada en (3) condicionado al gasto total C dado por la siguiente función.

$$C = C_0 + C' n' + C_i n \dots\dots(4)$$

donde C_0 = gasto de conjunto comun para todos los tipos, que aparecen de la localización de la escala inicial y del entrenamiento.

C' = gastos de localización v estimaciones de un cuadro.

C_i = gasto de localización v/o cosecha de un cuadro el cual puede depender del tipo de calibración (por ejemplo 1,2 ó 3).

Por lo tanto, el número n óptimo (n_0) es aproximadamente.

$$n_0 \approx (C - C_0) \sigma_{y.x} / (B \sigma_x \sqrt{C_i C'} + C_i \sigma) \dots\dots(5)$$

Los valores óptimos correspondientes para n' (n'_0) puedan ser obtenidos sustituyendo n_0 en (4).

Para una distribución optima, los gastos pueden ser medidos en unidades equivalentes de tiempo. En un ensayo grande donde se estaban estimando 21 - muestras por hectarea, el tiempo tomado para localizar y estimar un cuadro fué aproximadamente 38 segundos lo cual produjo C' . El tiempo tomado para establecer y subsecuentemente entrenar para familiarizarse con los patrones fué de 2 y 2.5 horas para las escalas de 5 y 9 puntos, respectivamente (C_0).

El tiempo para cortar una muestra fué 10 minutos, produciendo C_1 , y por lo tanto C_2 fué estimada 10 minutos, 38 segundos, y C_3 fué estimado 12 minutos. Usando estos estimados y un a escala de valores para B y $\sigma_{y.x}$ los números optimos de muestras n_0 , n'_0 fueron calculados y tambien son presentados en el cuadro 4. Las comparaciones entre los errores patrones supuestos para un conjunto especifico de condiciones tambien indica la disminución en el error patron que seria anticipado con un aumento en el número de muestras (n) para la línea de calibración.

CONSIDERACIONES PRACTICAS EN EL USO DEL METODO.

Nosotros hemos estado usando la escala de 5 puntos en el tipo 1, desde 1.969 y durante este tiempo hemos encontrado y resuelto dificultades practicas. A continuación nosotros hacemos un listado de un número de esos puntos como una guía para los usuarios en potencia del metodo. Algunos de estos puntos considerados importantes y esenciales por Campbell y Arnold (1.973) esten de acuerdo con estos.

En comun con todos los metodos de estimación es esencial que el metodo sea evaluado antes de usarlo, especialmente cuando se esten usando praderas con estructuras diferentes.

Existe muy poco valor en seleccionar patrones 1 y 5 los cuales no son muy extremos, de otra forma tales estimados serían muy raramente encontrados y la escala entera no será usada. Los rendimientos de cuadros ocasionados fuera de la escala podrian ser obtenidos por extrapolación.

Para reducir al mínimo el prejuicio entre los observadores, todos estos deberían hacer un número similar de estimados independientes en cada parcela.

Aun donde se este usando la calibración tipo 2 ó 3 es util cortar el patron tipo 1. Las líneas de calibración de los observadores puede entonces ser verificada para prejuicio comparando los coeficientes de la pendiente y la intercepción para las dos líneas. Esto sería particularmente valioso si los observadores no estan familiarizados con el método.

Retrospectivamente, nosotros sentimos que donde el metodo comparativo de rendimiento ha sido usado por primera vez los observadores deberian - emprender un programa de adiestramiento similar al procedimiento en la evaluacion 3. Si los prejuicios son evidentes en una region en particular de la escala de calibracion, se deban ejecutar entrenamientos y evaluaciones adicionales a esa region segun la evaluacion 2.

Cuando se muestran experimentos grandes la tentacion es usar una linea de calibracion para todas las parcelas para que asi de este modo reducir el esfuerzo. Esto deberia ser un procedimiento seguro con tal que la composicion botanica no cambie marcadamente entre tratamientos. Sin embargo, si cada parcela es tal que la evaluacion para las muestras caeria predominantemente en un extremo de la escala de calibracion, el factor $(A - \bar{X})^2$ en (2) aumentaria y del mismo modo el error normal del promedio. Si esto no es aceptable, una escala reparada de calibracion deberia ser comstruida para esa parcela y otros parcelas de rendimiento similar.

Más de una linea de calibracion puede ser tambien necesaria donde se comparan especies con diferentes habitos de crecimientos; por ejemplo Stylosanthes humilis, el cual tiene hojas estrechas y tiende a crecer entre las gramineas y la leguminosas rastrera de hojas anchas Macroptilium atropurpureum el cual forma un pabellon sobre las gramineas.

Donde se encuentra un simple observador construyendo la escala de calibracion tipo 1, el deberia escoger varios cuadros el estima que tienen rendimientos a medio camino entre aquellos patrones relevantes. El entonces volveria a estimar sin seleccion y si es necesario, repetir el procedimiento hasta que él esté satisfecho con su seleccion final.

Cuando se estima rendimiento se deberia recordar que una proporcion grande del rendimiento esta en los estratos inferiores de la pradera, y por lo tanto la altura por si sola no es necesariamente una buena guia. Es esencial medir la densidad del material en estos estratos inferiores para estimarlo. Los puntos a considerar son la cantidad de material de plantas, altura, porcentaje de material inerte y diferencias en contenido de humedad de las diferentes especies.

Fotografías de los patrones tipo 1, se pueden portar y usar como una ayuda en la estimación si estos prueban ser útiles uno esperaría que habría menos posibilidad de prejuicios y menos tiempo gastado en confirmar con los patrones.

Como un ejemplo práctico usando este método combinado con el método de categoría de peso seco t' Mannetje y Haydock (1963) nosotros clasificamos para rendimiento y composición botánica aproximadamente 2300 cuadros en un experimento de 130 Ha en 7 hombres-día.

AGRADECIMIENTOS.

Nosotros con placer agradecemos la ayuda técnica de los Sr. T.W. Elich y G.A. Versace, C.S.I.R.O., División de Agronomía Tropical, a través de todo el método de evaluación. Nosotros también estamos obligados a los Srs. R.L. Sandland y G.R. Dolby, C.S.I.R.O. División de Matemáticas y Estadísticas, por las discusiones de algunos de los asuntos estadísticos planteados por la investigación, y al Dr. G.H. Brown, C.S.I.R.O., División de Matemáticas y Estadísticas por la simplificación que condujo a las ecuaciones (2) y (3).

REFERENCIAS.

- Campbell, N. A, and Arnold, G. W. (1973)- The visual assessment of pasture yield. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 13: 263.
- Cochran, W.G. (1963)-"Sampling Techniques". Second edition.(John Wiley & Sons, Jnc.: New York).
- Hutchinson, K.J. McLean. R. W. and Hamilton.B.A. (1972)- The visual estimation of pasture availability using standard pasture cores. Journal of the British Grassland Society 27:29.
- Mannetje. L't , and Haydock,K.P.(1963)- The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. Journal of the British Grassland Society 18:268.
- Morley,F.H.W., Bennett, D., and Clark, K.W. (1964)- The estimation of pasture yield in large grazing experiments. C.S.I.R.O., Division of Plant Industry, Field Station Record 3 (2): 43.
- Shaw, N.H., and Mannetje, L.'t, (1970)- Studies on a spear grass pasture in central coastal Queensland- the effect of fertilizer, stocking rate, and oversowing with *Stylosanthes humilis* on beef production and botanical composition. Tropical Grasslands 4:43.
- Williams, E. J. (1959) _ " Regression Analysis". (John Wiley & Sons, Inc: New York).
- Willm, II G., Costello, D.F., and Klipple, G. E. (1944) - Estimating forage yield by the double-sampling method Journal of the American Society of Agronomy 36: 194.

Received for publication November 25, 1974

CUADRO No. 1- Resumen de datos y evaluación para los estimados de los observadores de 9 valores intermedios de rendimiento para cada una de las tres categorías mostradas (Evaluación No. 1)

E S T I M A D O	BAJO - ALTO OBSERVADOR			CATEGORIA BAJO - MEDIO OBSERVADOR			MEDIO - ALTO OBSERVADOR		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Rendimiento más bajo (Kg/ha)		400			440			4880	
Rendimiento más alto (Kg/ha)		10320			4720			8680	
Rendimiento promedio (Kg/ha)	5542	6009	5444	2560	2756	2360	6253	7578	6751
Prejuicio (%) ⁺	3.4	12.1*	1.6	0.8	6.8	8.5	7.8	11.8*	0.4
D.N (Kg/ha)	582	1066	619	713	681	191	735	1116	576
Prueba de t para simetria	0.2	0.2	1.7	0.2	1.1	2.2*	1.4	1.6	2.1
Prueba de t para Kurtosis	0.9	1.6	1.1	0.6	0.2	2.7**	0.7	0.1	2.5*

+ Las evaluaciones para prejuicio fueron realizadas en datos transformados a escala de raíz cuadrada para hacer igual la variación de los observadores.

*,** Significativo a $P < 0.05$, $P < 0.01$, respectivamente.

CUADRO No. 2 Coeficientes de regresión (b), correlaciones (r) y desviaciones normales residuales (D.N) para la regresión lineal del peso seco de forraje (Kg/Ha) en evaluaciones para 17 escalas de calibración tipo 1 - construidas en diferentes ocasiones tambien se presentan el número de evaluaciones (n) y el peso seco promedio.

O C A S I O N	n	PROMEDIO	b	r	D.N.
Jun 1969	5	2060	1036	0.98	362
Oct 1969	5	2370	1096	1.00	131
Mar 1970	5	5160	2512	0.99	811
Jun 1970	5	5760	2780	0.99	893
Jun 1971	5	6180	2981	0.99	666
Oct 1971	5	6690	3221	0.99	421
Ene 1972	5	3450	1388	0.99	475
Mar 1972	5	6040	2301	0.99	429
Mar 1972	5	5800	2431	1.00	357
Mar 1972	9	5640	2603	0.99	435
Jun 1972	5	5040	2304	0.99	569
Oct 1972	5	1090	1997	0.98	713
Mar 1973	5	6870	2918	0.99	423
Mar 1973	5	7820	3561	1.00	156
Mar 1973	9	6630	2783	0.98	828
Jun 1973	5	6650	2998	0.99	395
Oct 1973	5	7110	3536	1.00	472

CUADRO No. 3- Valores promedios en Kg/ha y prejuicios para las estimaciones de los observadores usando la escala de 5 ó 9 puntos en el tipo 1 de calibración tipo 2. El rendimiento promedio real fue 7510 Kg/ha y el error de la desviación normal fué 683 Kg/ha.

CALIBRACION TIPO 1.	OBSERVADOR				PROMEDIO
	A	B	C	D	
Escala 5 puntos.					
Promedio	8093	7980	7213	7391	7678
Prejuicio	7,8***	6,3***	3,6*	1,5	2.2
Escala 9 puntos					
Promedio	7504	6972	7383	7597	7362
Prejuicio	0.2	7.2***	1.7	1.2	2.0
CALIBRACION TIPO 2.					
Escala 5 puntos					
Promedio	7950	7115	7354	7352	7518
Prejuicio	5.9**	1.3	2.1	2.1	0.1

*, **, ***
Significativamente diferente de cero al $P < 0,05$, $P < 0,01$ y $P < 0.001$, respectivamente.