

EFEECTO DE DIFERENTES CARGAS ANIMALES SOBRE EL CONSUMO Y LA DIGESTIBILIDAD  
DE UNA PRADERA DE TRIFOLIUM REPENS Y PHALARIS TUBEROSA.

Por

Marcos Rojas de la Torre

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.  
Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada  
La Estanzuela, Colonia  
URUGUAY

Mayo de 1967

EFFECTO DE DIFERENTES CARGAS ANIMALES SOBRE EL CONSUMO Y LA DIGESTIBILIDAD DE  
UNA PRADERA DE TRIFOLIUM REPENS Y PHALARIS TUBEROSA.

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados  
como requisito parcial para optar el grado

de

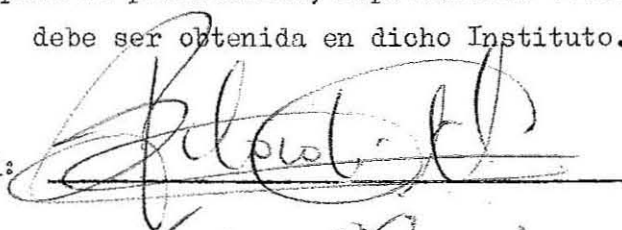
Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Permiso para su publicación, reproducción total ó parcial,  
debe ser obtenida en dicho Instituto.

APROBADA:



Consejero



Comité



Comité



Comité

Mayo de 1967

A mis pais

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a: Dr. O.L. Paladines, Dr. A.L. Gardner, Sr. D.T. Chambers, M.S., e Ing. Agr. C. Lázaro, M.S., por sus útiles sugerencias y guía en la realización de esta Tesis.

Tambien agradezco a la laboratorista Srta. Rosa Dios por su ayuda prestada en los análisis químicos de las muestras, y a todo el personal de campo de la Sección de Nutrición Animal, del C.I.A. "Alberto Boerguer", por su asistencia en la conducción del experimento.

BIOGRAFIA

Marcos A. Rojas de la Torre nació el 25 de Septiembre de 1939 en la ciudad de Quito, Ecuador. Realizó sus estudios primarios y secundarios en el Colegio "La Salle", en Quito, graduándose de Bachiller en Humanidades Modernas en 1957.

Sus estudios profesionales los inició en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, en donde recibió el título de Agrónomo de 1961. Un año más tarde ingresó en la Facultad de Agricultura de la Universidad de Arizona, Tucson, Estados Unidos de Norteamérica, en donde se graduó de Bachelor of Science in Agriculture, con especialización en Animal Science, en el año de 1964. En la misma Universidad cursó un semestre de estudios de post-graduado en la disciplina de Nutrición Animal. Al término de sus estudios de B. Sc., fue invitado a ingresar como miembro de la Sociedad Honorífica en Agricultura "Alpha Zeta Fraternity", Arizona Chapter.

Posteriormente, desempeñó las funciones de Técnico en el Programa de Rasos y Forrajes de la Dirección de Fomento Agrícola, y luego la de Especialista en Zootecnia de la Dirección General de Extensión Agropecuaria, ambas dependencias del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.

En Septiembre de 1965 ingresó en la Escuela para Graduados, - Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada -, del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., para realizar estudios de post-graduado en la disciplina de Nutrición Animal. Egresó en Mayo de 1967.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
INTRODUCCION .....	1
REVISION BIBLIOGRAFICA .....	2
I. ESTIMACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y EL CONSUMO EMPLEANDO COMO	
INDICE EL NITROGENO FECAL .....	2
A. Principio del índice del nitrógeno fecal .....	3
B. Experimentos de digestibilidad y consumo para la obtención	
de la ecuación de regresión .....	3
1. Cambios en las relaciones .....	4
2. Efecto de la fertilización nitrogenada en la digesti-	
bilidad de los forrajes.....	6
3. Selección del alimento por el consumo selectivo .....	7
4. Aplicación del método .....	10
II. EFECTO DE LA CARGA ANIMAL SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y EL CONSU-	
MO DE FORRAJES .....	12
MATERIALES Y METODOS .....	16
Pradera .....	16
Diseño experimental .....	16
Tratamientos .....	16
Animales .....	17
Recolección de las heces fecales .....	17
Secado de las muestras .....	18
Molido de las muestras .....	19
Análisis químicos .....	19
Experimentos de digestibilidad y consumo .....	19
Animales .....	20
Procedimiento .....	20
Tratamientos .....	20
Descripción de los experimentos .....	21
Muestras de material ofrecido, rechazado y heces fecales .....	21
Análisis químicos .....	22
RESULTADOS Y DISCUSION .....	23
Experimentos de digestibilidad y consumo .....	23

	<u>Página</u>
ANIMALES EN PASTOREO .....	30
Digestibilidad de la M.O. de la pastura .....	30
Consumo de materia orgánica .....	33
Consumo de materia Orgánica Digerible .....	37
Eficiencia de utilización de la pastura por los animales .....	47
CONCLUSIONES .....	50
RESUMEN .....	51
SUMMARY .....	53
LITERATURA CITADA .....	54
APENDICE .....	59

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Promedios de digestibilidad de la M.O. y porcentajes de N en la M.O. de las heces fecales, de capones alimentados con trébol blanco sólo ó en mezclas con falaris...	23
2	Promedios por tratamiento de consumo de M.O. por animal y contenido de N en la M.O. de las heces fecales.....	27
3	Promedios de consumo de M.O.D. por animal, g / W <sup>3/4</sup> /día, en los períodos mayores A, B y C .....	43
4	Ganancia de peso por animal-promedio, g / W <sup>3/4</sup> / día, en los períodos mayores A, B y C .....	43
5	Consumo total de M.O. y ganancia total de peso por animal-promedio de cada tratamiento, y eficiencia de conversión de la pastura por los capones, en 167 días de pastoreo .....	48



## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Relaciones entre el % de N en la M.O. de las heces fecales y el % de digestibilidad de la M.O. del forraje, con los datos obtenidos de los experimentos de digestibilidad .....	25
2	Relaciones entre el total de gramos de N en la M.O. de las heces fecales excretadas por día/animal y - el consumo de gramos de M.O./día/animal, con los - datos obtenidos de los experimentos de digestibili- dad .....	28
3	Variaciones en la digestibilidad de la M.O. de la dieta de los animales en pastoreo .....	32
4	Consumo de materia orgánica por los capones en el Bloque I en 167 días de pastoreo .....	35
5	Consumo de materia orgánica por los capones en el Bloque II en 167 días de pastoreo .....	36
6	Consumo de materia orgánica digerible por los capones en 167 días de pastoreo .....	39
7	Consumo de materia orgánica digerible por unidad de tamaño metabólico en 167 días de pastoreo .....	41
8	Relaciones entre el consumo de materia orgánica di- gerible y ganancia de peso de los capones en el - Bloque I, en los períodos mayores A, B y C. (1) 25 ani./Ha; (2) 20 ani./Ha; (3) 15 ani./Ha; (4) 10 a- ni./Ha.....	45
9	Relaciones entre el consumo de materia orgánica di- gerible y ganancia de peso de los capones en el - Bloque II, en los períodos mayores A, B y C. (1) - 25 ani./Ha; (2) 20 ani./Ha; (3) 15 ani./Ha; (4) 10 ani./Ha.....	46

## INTRODUCCION

En países en los cuales la producción animal está basada casi exclusivamente en el pastoreo, tal el caso del Uruguay, es necesario e importante el determinar el valor de las especies de forraje más empleadas, en términos de digestibilidad y consumo, que son los factores principales que condicionan la producción animal.

Con los resultados de los estudios agronómicos, se sabe que en La Estanzuela y su zona de influencia, el trébol blanco constituye un componente obligado de las mezclas de pasturas cultivadas (21) y que es la especie de mayor rendimiento en las mezclas comunes (52, 55). Sin embargo, no se dispone de información experimental sobre el valor de las mezclas para la producción de ovinos.

El presente estudio tiene por objeto el medir el efecto de cuatro cargas animales, con capones, sobre la digestibilidad y el consumo de una pradera de trébol blanco (Trifolium repens) y falaris (Phalaris tuberosa), bajo condiciones de pastoreo continuo, y empleando la técnica del índice del nitrógeno fecal (54).

También se analizarán los factores que influyeron en la digestibilidad y el consumo de los animales en pastoreo de este experimento.

REVISION BIBLIOGRAFICA

I. ESTIMACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y EL CONSUMO EMPLEANDO COMO INDICEL EL NITRO-  
GENO FECAL.

La digestibilidad de los forrajes puede ser determinada conduciendo experi-  
mentos con animales alimentados en jaulas metabólicas, y midiendo la cantidad del  
alimento consumido y la cantidad excretada de heces fecales durante un corto pe-  
ríodo experimental. La digestibilidad aparente del alimento en prueba, es igual  
a la diferencia entre la cantidad del alimento consumido y la cantidad excretada  
como heces fecales.

Quando el alimento digerido por el animal es expresado como porcentaje del  
consumido se denomina coeficiente de digestibilidad (C.D.) ó por ciento de diges-  
tibilidad (% D), y que puede ser calculado para materia seca (M.S.) ó materia or-  
gánica (M.O.), con las siguientes fórmulas:

$$C.D.M.S. = \frac{M.S. \text{ Alimento consumido} - M.S. \text{ Heces fecales}}{M.S. \text{ Alimento consumido}} \times 100$$

$$C.D.M.O. = \frac{M.O. \text{ Alimento consumido} - M.O. \text{ Heces fecales}}{M.O. \text{ Alimento consumido}} \times 100$$

Con animales en pastoreo es imposible aplicar este método directo para de-  
terminar la digestibilidad. Esta razón ha creado la necesidad de estudiar algu-  
nas posibilidades para establecer métodos indirectos que permitan estimar la di-  
gestibilidad y el consumo de los animales, en tales condiciones.

De todos los métodos indirectos el que más atención ha recibido es el que

emplea el nitrógeno como índice fecal, y se puede decir que se conoce la mayoría de las ventajas y desventajas para su aplicación(44).

Con la digestibilidad estimada, ya sea por el método del nitrógeno fecal ó cualquier otra técnica, se puede estimar el consumo de M.O. de los animales en pastoreo estableciendo las relaciones entre el total de M.O. excretada por animal y la digestibilidad de la M.O. del forraje, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de M.O.} = \frac{\text{M.O. en las Heces fecales}}{100 - \text{Digestibilidad}} \times 100$$

Esta técnica implica, por consiguiente, que se debe recoger el total de las heces fecales producidas por los animales en pastoreo (10), para poder determinar la concentración del nitrógeno en las mismas y conocer su peso total.

A. Principio del índice del nitrógeno fecal.

El nitrógeno fecal es en gran parte de origen corporal. El nitrógeno metabólico fecal es excretado en cantidades aproximadamente proporcionales a la materia seca consumida por el animal, y su concentración en las heces fecales es proporcional a la digestibilidad de la materia seca. Esto implica que el nitrógeno fecal forma un porcentaje constante de la materia seca consumida. Parece sin embargo, que la razón entre nitrógeno fecal y el consumo de materia seca puede ser incrementada aumentando la proteína de la ración (13).

B. Experimentos de digestibilidad y consumo para la obtención de la ecuación de regresión.

Para estimar la digestibilidad y el consumo de los animales en pastoreo es

preciso determinar, simultaneamente, la relación entre la concentración del nitrógeno en las heces fecales y la digestibilidad del forraje, ó, el factor consumo ( alimento / heces fecales ), con resultados obtenidos en animales alimentados en jaulas metabólicas, con forraje fresco cortado de una pradera igual a la que se encuentran los animales en pastoreo (10, 44, 54). Estas relaciones se expresan como ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación ( r ).

Desgraciadamente, hasta el presente no se ha podido calcular una ecuación de regresión general que pueda ser aplicada a un rango amplio de forrajes. A continuación se discuten algunas de las razones por las que no se puede obtener una ecuación universal.

1. Cambios en las relaciones. En los experimentos de digestibilidad con forraje fresco cortado, hay generalmente un cambio gradual en la composición y en la digestibilidad del material cosechado día a día (24, 28). Si el forraje está madurando rápidamente su digestibilidad puede declinar en 0.5 unidades por día, y por consiguiente la digestibilidad registrada en un experimento de algunos días de duración, será esencialmente un valor -promedio; si la declinación es uniforme, ello no interfiere seriamente en el -cálculo de la ecuación de regresión (24).

Durante el ciclo vegetativo, los forrajes varían en su digestibilidad, y -el comienzo de la emergencia de la espiga es el punto en el cual la velocidad -de caída de la digestibilidad cambia de lenta a rápida (41).

Se ha demostrado que al emplear forraje de mezclas de trébol blanco y rye-grass, se obtiene un rango pequeño en la digestibilidad (33), lo cual es explicable desde el punto de vista de que cuando la gramínea está declinando rápida-

mente en digestibilidad, la del trébol blanco permanece alta, y por lo tanto tiene una función importante en mantener el total de la digestibilidad de la pastura (28).

En el Reino Unido, Greenhalgh y Corbett (24), realizaron 17 experimentos de digestibilidad con novillos Friesian, equipados con bolsas recolectoras para heces fecales, y alimentados con forraje cortado en jaulas metabólicas. En 15 de estos experimentos emplearon praderas de mezclas complejas, y en 2, praderas puras de ryegrass italiano, incluyéndose el primer crecimiento (Primavera) y los siguientes rebrotes, y cortando el material a diferentes estados de madurez.

Para el primer crecimiento, la relación entre la concentración del nitrógeno en la M.O. de las heces fecales y la digestibilidad de la M.O. de los forrajes, fue distinta que en los otros crecimientos en conjunto (segundo y tercero). Al eliminar los resultados de tres experimentos, y con los resultados de los 14 restantes, obtuvieron para el primer crecimiento una ecuación de regresión significativamente diferente de aquella obtenida para los otros crecimientos. Ellos consideran estos cambios en la relación como un "efecto estacional".

---

En estos experimentos, aunque la media de la digestibilidad del forraje fue similar para el primero y los últimos crecimientos, la media de las concentraciones del nitrógeno en el forraje fue mucho mayor en los rebrotes.

Los autores consideran que la discontinuidad en las relaciones no sólo puede deberse al efecto estacional, sino que parecería que el índice del nitrógeno fecal es susceptible a cualquier cambio en la composición del forraje, no relacionado con cambios en la digestibilidad. A su criterio, esta discontinuidad es claramente una importante fuente de error en la estimación indirecta de la digestibilidad, y sugieren que para evitar errores en la estimación es necesario usar

diferentes ecuaciones de regresión para los diferentes crecimientos del forraje.

Pearce y Vercoe (46), observaron que se producen cambios en la concentración del nitrógeno en las heces fecales para un mismo porcentaje de digestibilidad. Sugieren, que si esto ocurre generalmente, las predicciones con las ecuaciones de regresión predicarían cambios en la digestibilidad que no existen.

Se considera que las regresiones locales, o sea aquellas para un solo tipo de forraje y estación, son mucho más precisas que aquellas que incluyen un amplio rango de especies y crecimientos, y que el aumento de la duración de los experimentos de digestibilidad, mejora la precisión de las regresiones porque se mejora la medida de la digestibilidad (25).

El nivel de consumo parece tener relación con la digestibilidad del alimento (11). En experimentos con ovinos se ha comprobado que la disminución de la digestibilidad del forraje se observa sólo cuando los animales son alimentados a un nivel mayor que los requisitos de mantenimiento (38).

En los experimentos conducidos por Harkess (28), las mejores relaciones obtenidas fueron entre la digestibilidad de la M.O. y fibra cruda ó nitrógeno fecal, pero los coeficientes de correlación fueron de insuficiente magnitud como para una predicción aproximada del valor nutritivo de los forrajes.

## 2. Efecto de la fertilización nitrogenada en la digestibilidad de los forrajes.

Greenhalgh y Corbett (24) observaron, en sus experimentos de digestibilidad, que al emplear forraje de una pradera que no había sido fertilizada con nitrógeno, la concentración del nitrógeno fecal fue excepcionalmente baja en relación a la digestibilidad, lo cual pareció indicar, al comparar con los otros resultados, que la aplicación de nitrógeno a la pradera, en forma de fertilizante, elevaba -

el contenido de nitrógeno del forraje sin alterar su digestibilidad en forma apreciable.

Evidencia experimental posterior (25) demostró que los tratamientos de fertilización nitrogenada producen una marcada diferencia en el contenido de nitrógeno del forraje, pero sin obtener diferencias consistentes en la digestibilidad de la M.O. entre los forrajes con alta fertilización y aquellos con baja fertilización, y que el efecto del fertilizante en las relaciones digestibilidad - nitrógeno fecal es pequeño, pero que puede representar una importante fuente de error en cualquier evaluación del consumo de forraje de praderas que reciben diferentes tratamientos de fertilizantes.

Blaser (12), demostró que la aplicación de fertilizantes nitrogenados tiene un efecto inapreciable sobre la digestibilidad de la M.O. ó energía del forraje, pero que la digestibilidad aparente de la proteína cruda es generalmente aumentada.

Raymond (50) indica que es muy probable que los fertilizantes nitrogenados afecten la digestibilidad del forraje en determinadas situaciones: a) donde hay un considerable residuo de forraje menos digerible de un período anterior, en cuyo caso el fertilizante nitrogenado incrementará la producción de nuevos rebrotes altamente digeribles; b) en praderas mixtas de gramíneas - trébol, donde tales fertilizantes pueden reducir la proporción del trébol (más digerible); c) donde el contenido de nitrógeno del forraje no fertilizado sea tan bajo que no permita su digestión eficiente.

3. Selección del alimento por consumo selectivo. El forraje cosechado mecánicamente para los experimentos



tos de digestibilidad, no es igual al consumido por los animales en pastoreo(27).

Los animales pastorean selectivamente, y ha menudo se asume que ellos consumen las porciones más digeribles del forraje; sin embargo, hay dificultades experimentales para probar esta idea, de tal manera que la mayoría de la evidencia es indirecta y basada en los análisis químicos de las heces fecales de los animales en pastoreo (50), ó de muestras recolectadas con animales con fístula-esofágica (53).

Los ovinos y bovinos en pastoreo tienden a seleccionar forraje predominante en hojas que en tallos (2, 9, 51), y prefieren material verde ó tierno al material seco ó maduro (19, 42, 51). Además, el material consumido por los animales al compararlo con el material presente en la pradera, es usualmente mucho más alto en el contenido de nitrógeno (2, 27), fósforo (49) y más bajo en fibra cruda (2, 27). El grado de selectividad es muy marcado cuando el forraje es maduro (2) ó abundante (5).

A medida que la disponibilidad del forraje disminuye, el animal gasta una alta proporción del tiempo total de pastoreo en buscar especies favorables de baja accesibilidad (5). Se ha observado que el tiempo total de pastoreo tiene un incremento lineal con la disminución en la disponibilidad del forraje, pero a veces este incremento en tiempo no es suficiente para mantener el peso del animal (3).

La variación en la dieta seleccionada por el animal en varios días de pastoreo es elevada, y la habilidad de selección no evita los cambios rápidos en los constituyentes de la dieta en determinadas épocas del año (9).

Los sentidos tienen influencia en los hábitos de pastoreo selectivo de los animales. Así, el sentido de la vista es de importancia para el animal en su

pastoreo, principalmente para la orientación en el espacio, y la selección de especies en el lugar de pastoreo puede ser determinada por las reacciones de otros sentidos (7). También influyen en la selección de la dieta los sentidos del olfato, gusto y tacto (8).

Existe evidencia experimental que demuestra que en bovinos en pastoreo en pasturas de alta digestibilidad, donde hay poca oportunidad para la selección, la digestibilidad puede ser estimada satisfactoriamente con el empleo de ecuaciones de regresión (26). También se ha demostrado que los ovinos seleccionan el material más alto en nitrógeno cuando pastorean en pasturas que contienen 2.5 % ó menos de nitrógeno, mientras que si el contenido de nitrógeno de la pastura excede el 3.5 % , no hay tal selección (20). Estas evidencias parecerían indicar que las estimaciones de digestibilidad y consumo son mejoradas cuando se emplean forrajes de alta digestibilidad, lo cual parecería eliminar, en gran parte, la selección.

Para simular la selección de los animales en pastoreo, se ha estudiado, en experimentos de digestibilidad, las posibles diferencias que se pueden encontrar en las relaciones nitrógeno fecal - digestibilidad, al emplear como alimento ya sea la parte alta del forraje (predominante en hojas), la parte baja (predominante en tallos), ó el forraje total. Los resultados de experimentos con novillos han demostrado poca diferencia en la digestibilidad de la parte alta y baja del forraje, y con una media casi idéntica a la digestibilidad del forraje total (26).

Pearce, Vercoe y Freer (47) realizaron estudios similares con ganado ovino y bovino, y observaron que las relaciones obtenidas con las fracciones del forraje no coincidían con las del forraje total. Las tres ecuaciones fueron heterogéneas. Estos autores sugieren que debido a la selectividad, la aplicación de una

regresión derivada con pastura cortada, a nivel de tierra, a animales en pastoreo, puede resultar en un considerable error.

También se han conducido experimentos para probar la hipótesis de que las variaciones en las líneas de regresión resultan de los cambios en la relativa proporción de hojas y tallos del forraje que es consumido por los animales.

Lambourne y Reardon (37) comprobaron que, al establecer las relaciones entre la concentración del nitrógeno en las heces fecales y el factor consumo, las líneas de regresión obtenidas para las hojas y para los tallos diferían significativamente en su elevación, y que los valores obtenidos con el forraje total caían entre las líneas de las hojas y de los tallos.

Observaron que la digestibilidad de los tallos fue inicialmente más alta que la de las hojas, y que declinó más rápidamente después de la emergencia de la espiga.

Los autores concluyeron que las hojas y los tallos tienen intrínsecamente diferentes esquemas de digestibilidad e índice fecal (regresiones), y que la variación estacional puede resultar, principalmente, en la variación de la razón hojas / tallos.

4. Aplicación del método. Una de las serias limitaciones en la aplicación de las ecuaciones de regresión a base del nitrógeno fecal para predecir la digestibilidad ó el consumo, es que hay extrapolación en la aplicación de los valores del nitrógeno fecal de los animales en pastoreo a la regresión derivada con datos obtenidos en experimentos de digestibilidad (4, 10, 46).

Además, en los experimentos de pastoreo no todos los tratamientos son afec

tados en igual forma, y el empleo de las ecuaciones de regresión a tales condiciones implica un gran error de aplicación (25).

Si el consumo es estimado mediante las relaciones entre el total de heces producidas y la digestibilidad, el principal error en esta técnica es el término  $(100 - \text{Digestibilidad})$ , el cual aumenta en el consumo los errores de estimación de la digestibilidad (24, 25, 50), particularmente donde haya marcado grado de selectividad en el pastoreo (50). Sin embargo, es interesante destacar que con el empleo del nitrógeno como índice fecal ha sido posible medir diferencias en el consumo, aún cuando algunas de estas diferencias han sido relativamente pequeñas (44).

Si el consumo de los animales en pastoreo es estimado mediante ecuaciones de regresión que relacionen el nitrógeno fecal y el consumo de materia orgánica, esta técnica implica dos importantes fuentes de error en la estimación del consumo. Primero, los errores asociados con las ecuaciones de regresión, y segundo, los errores involucrados al aplicar la relación a los animales en el campo, debido a la extrapolación de valores (4).

Con bovinos, y en circunstancias especiales con ovinos, puede ser aconsejable el utilizar la técnica del óxido de cromo para estimar el total de las heces fecales producidas, y evitar así la recolección total; se sugiere que cualquier error en la estimación de la digestibilidad puede compensarse con los errores en la estimación del total de las heces fecales producidas en el campo (35); no obstante, esta sugerencia no puede generalizarse.

Se ha sugerido que las estimaciones del consumo a partir de regresiones pueden mejorarse usando regresiones múltiples, incluyendo el volumen de las heces fecales como variable independiente (4).

En La Estanzuela, la evidencia experimental ha demostrado que es posible estimar la digestibilidad de un forraje por el método del índice del nitrógeno fecal, siempre que en el cálculo de la ecuación que se utilice se hayan incluido forrajes similares, en digestibilidad y composición química, al forraje problema (54). También se ha observado que la concentración fecal del nitrógeno se mantiene uniforme a diferentes niveles de alimentación, lo cual elimina la posibilidad de que al ser desigual el consumo de los animales en pastoreo y jaula, las relaciones encontradas en los últimos no se apliquen a los animales en pastoreo (44).

Es necesario enfatizar, de que el mejor método que se dispone en el presente para estimar la digestibilidad y consumo de los animales en pastoreo, es el empleo del nitrógeno como índice fecal (10).

## II. EFEECTO DE LA CARGA ANIMAL SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y EL CONSUMO DE FORRAJES.

Existe escasa información experimental sobre el efecto de la carga animal sobre la digestibilidad y el consumo de los animales, en condiciones de pastoreo continuo.

Resultados de experimentos con bovinos de carne en pastoreo rotativo, han demostrado que a medida que la carga animal aumenta los animales consumen más forraje y energía digerible por unidad de superficie, a pesar de que disminuye el consumo por animal (31, 32) y la digestibilidad de los nutrientes de la dieta (32, 48).

Los resultados de experimentos con ovinos en pastoreo extensivo, en praderas de desierto y semi-desierto, demuestran que el consumo de forraje por animal es

marcadamente reducido en las cargas más pesadas (48).

En La Estanzuela, Giergoff (22) pastoreó con capones una pradera de ryegrass Estanzuela 284. Sus resultados demuestran que los consumos disminuyeron ha medida que la carga animal aumentó, y que la carga no afectó la digestibilidad de la M.O. del forraje, en el período de crecimiento anterior a la floración.

También observó que la concentración de ceniza en las heces fecales fue afectada por la carga animal. Así, la carga alta, media y liviana presentaron 53.75 , 48.05 , y 40.57 % de ceniza, respectivamente. Asumiendo una digestibilidad de la ceniza de 33 %, calculó que los animales consumieron 93, 71 y 32 gramos de tierra por día, respectivamente.

Arnold, McManus y Busch (6) realizaron un experimento con ovinos en pastoreo continuo, midiendo en dos de sus tres fases la digestibilidad y el consumo de los animales.

En la primera fase, la pradera dominada por falaris - trébol subterráneo - fue sometida a tres cargas animales: 2, 4 y 6 animales por acre. El consumo fue estimado con ecuaciones de regresión a base del nitrógeno fecal, y que fueron calculadas con los datos obtenidos de experimentos de digestibilidad con animales alimentados con forraje cortado de todos los tratamientos.

Calcularon ecuaciones separadas para los períodos en que el forraje estuvo verde ó seco; durante los períodos de transición emplearon valores promedios. También emplearon animales con fístula esofágica para obtener muestras de la dieta consumida. Esta información ayudó a determinar la ecuación de regresión que se debía usar en una determinada época del año ó en un tratamiento en particular.

Durante la primera fase, la digestibilidad aparente de la dieta fue afecta-

da por cambios estacionales. La digestibilidad fue más alta en Primavera y Otoño. Con la maduración del forraje, la digestibilidad declinó rápidamente desde 80 a 62 - 68 %.

El efecto de los tratamientos fue más notable en Otoño, esto es cuando los animales de la carga alta tuvieron dietas 10 % más altas en digestibilidad que los de la carga baja (  $P = 0,01$  ).

Los valores promedios para el consumo de M.O. y M.O.D. por día, demostraron que casi a travez de todo el año el consumo fue mucho más alto en la carga más alta.

En la segunda fase, la digestibilidad aparente de la dieta también fue afectada por cambios estacionales; en 1959 - 60 la digestibilidad declinó rápidamente desde 80 % , a fines de Octubre, hasta un mínimo de 61 - 68 % en Enero - Febrero. La digestibilidad difirió poco para los animales de las cargas de 4, 6, y 9 animales por acre, en la mayor parte del año, y los animales del tratamiento de 2 animales por acre tuvieron una dieta menos digerible.

En 1960 - 61 las diferencias estacionales y de carga animal fueron más marcadas. La declinación en la digestibilidad desde la Primavera hasta el Verano fue desde el 80 % a 53 - 57 %. La digestibilidad aumentó progresivamente con la carga animal.

Los autores enfatizan que los efectos totales de los tratamientos de este experimento indican que la disminución en la disponibilidad de forraje estuvo asociado con un aumento en el consumo, lo cual sugiere la posibilidad de una alteración en el metabolismo de la energía de los animales en las cargas altas.

Con bovinos, en condiciones de pastoreo rotativo, la información experimen

tal demuestra que en cargas animales bajas, donde hay más abundancia de forraje, el animal selecciona una dieta de mayor valor nutritivo, y que en cargas altas - se reduce el grado de selectividad (27, 31, 32), porque los animales están forzados a consumir más cantidad de las partes toscas del forraje (31).

Además, la carga animal influye sobre la composición química del forraje. Se ha determinado que a medida que aumenta la intensidad de pastoreo hay un aumento significativo en el forraje disponible del contenido de nitrógeno (3, 9, 31, 32, 48), disminución del contenido de lignina (31, 32), fibra y carbohidratos solubles en agua (9, 48). Esto es explicable desde el punto de vista de que en las cargas más altas, el material fisiológicamente más joven está presente durante la mayor parte de la estación del crecimiento (9, 31, 32).

La habilidad de los animales en pastoreo para seleccionar una dieta de alto contenido de nitrógeno está reflejada en el porcentaje de digestibilidad de la M.O. (46), valor que siempre es dependiente de las características del forraje (28).

En condiciones de pastoreo continuo, los animales de las cargas medias y bajas consumen las puntas de las hojas durante la época de crecimiento de la pastura, y las diferencias más grandes entre el forraje disponible y la dieta son en el estado de floración de la pastura (9), o sea cuando la razón hojas / tallos parecería que es mayor (2).



## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerguer", La Estanzuela, desde el 20 de Mayo hasta el 3 de Noviembre de 1966.

### Pradera

Se empleó una pradera de trébol blanco - falaris, la cual fue sembrada el 23 de Junio de 1965, con una densidad de 10 y 5 Kg / Ha de semilla, respectivamente. Junto con la siembra, el terreno fue fertilizado con 200 Kg / Ha de superfosfato, y dosis que se volvió a aplicar a principios del Otoño de 1966.

### Diseño experimental

El experimento se diseñó en bloques al azar, con cuatro tratamientos y dos repeticiones.

### Tratamientos

Correspondieron a las cuatro cargas animales, y que se indican a continuación:

Tratamiento 1 : 25 animales / Ha.

Tratamiento 2 : 20 animales / Ha.

Tratamiento 3 : 15 animales / Ha.

Tratamiento 4 : 10 animales / Ha.

En cada tratamiento se emplearon 6 capones, razón por la cual las superficies de las parcelas variaron de acuerdo a la carga animal. Los tratamientos

fueron sorteados al azar dentro de cada bloque.

### Animales

Se emplearon 48 capones Corriedale de dos dientes, y de una edad aproximada de 18 meses, los cuales fueron distribuidos al azar en los distintos tratamientos.

Antes de iniciar el experimento, los animales recibieron 3 tratamientos con Thibendazole contra parásitos internos, y durante el experimento fueron dosificados cada tres meses. Además, el 15 de Junio, fueron vacunados contra aftosa.

Quince días antes de comenzar el experimento, los animales fueron equipados con arneses y bolsas recolectoras (1), a fin de acostumbrarlos a su uso y también al manejo requerido para realizar la recolección de las heces fecales.

Al iniciar y finalizar el experimento, todos los animales fueron esquilados y pesados con 16 - 20 horas de ayuno, para los propósitos de un experimento paralelo (15). Durante el experimento, se registró el peso vivo, cada semana.

### Recolección de las heces fecales

Se practicaron 10 períodos de recolección de las heces fecales, de 6 días - de duración cada uno, los cuales estuvieron alternados por períodos de no recolección de 10 días. Las fechas de los períodos de recolección se indican a continuación:

- Período 1 : desde el 6 hasta el 11 de Junio
- Período 2 : desde el 22 hasta el 27 de Junio
- Período 3 : desde el 8 hasta el 13 de Julio
- Período 4 : desde el 24 hasta el 29 de Julio
- Período 5 : desde el 9 hasta el 14 de Agosto

- Período 6 : desde el 25 hasta el 30 de Agosto  
Período 7 : desde el 10 hasta el 15 de Septiembre  
Período 8 : desde el 26 de Septiembre hasta el 10. de Octubre  
Período 9 : desde el 12 hasta el 17 de Octubre  
Período 10 : desde el 28 de Octubre hasta el 2 de Noviembre.

Durante los períodos de no recolección, los animales mantuvieron los arneses pero se retiraron las bolsas recolectoras, las cuales fueron colocadas 48 horas - antes de iniciar los períodos de recolección, para reacostumbrar a los animales a su uso.

La recolección de las heces fecales se practicó a las 8:00 horas, diariamente, agrupando a los animales en pequeños corrales de  $9 \text{ m}^2$ , construídos en cada una de las parcelas, para facilitar la tarea.

Las heces fecales fueron pesadas individualmente, y en base a su peso total húmedo se tomó una alicuota del 20 % , la cual fue conservada bajo congelamiento; el resto de las heces fecales se devolvieron al campo a las parcelas correspondientes de cada uno de los animales (15). Con las alicuotas se formaron muestras compuestas individuales, para cada período de recolección.

Previo a la obtención de sub-muestras, las muestras compuestas fueron descongeladas a temperatura ambiente durante la noche; luego de mezclarlas en forma homogénea, se tomó una sub-muestra de 250 - 300 g. para la determinación de la concentración del nitrógeno. El contenido de M.S. se determinó en el resto de la muestra.

#### Secado de las muestras

Para la determinación de la M.S., las muestras de heces fecales fueron seca

das a 100° C., empleando un secador marca "Unitherm" con 90 % de recirculación de aire. El tiempo empleado para llevar las muestras a peso constante osciló entre 20 y 24 horas.

#### Molido de las muestras.

Las muestras secas y frías fueron molidas en un molino marca "Willey", modelo No. 3, usando un tamiz de 1 mm. En la muestra molida se procedió a sub-muestrear con el sistema de "enrollado" y "cuarteo", hasta obtener una cantidad de aproximadamente 75 g., para análisis químicos posteriores.

#### Análisis químicos.

En la sub-muestra de 250 - 300 g. de heces fecales húmedas frescas, se determinó el porcentaje de nitrógeno, en base a M.S., por el sistema de Micro Kjeldahl (43).

En las sub-muestras secas y molidas se determinó el contenido de cenizas, incinerando 1 g. a 600° C. durante cuatro horas, en una mufla marca "Gallenkamp".

#### Experimentos de digestibilidad y consumo.

Simultáneamente al experimento de pastoreo, se realizaron 3 experimentos de digestibilidad y consumo, en distintas fechas, para obtener las relaciones entre la concentración del nitrógeno en las heces fecales y la digestibilidad de la M.O. del forraje. Los experimentos se realizaron en las fechas que se indican a continuación:

- Experimento 1 : 23 de Mayo - 14 de Junio
- Experimento 2 : 23 de Julio - 14 de Agosto
- Experimento 3 : 31 de Octubre - 22 de Noviembre

Animales. Se emplearon capones Corriedale de las mismas características que los animales empleados para pastoreo. Recibieron tratamientos antiparasitarios y vacuna contra aftosa en las mismas fechas que aquellos.

Procedimiento. Los animales fueron mantenidos en jaulas metabólicas individuales, provistas de comederos y de bandejas para la recolección de las heces fecales.

Los animales fueron alimentados dos veces por día, a las 9 y 17 horas, con forraje fresco, cortado del área destinada para este propósito, y recibieron agua a voluntad todos los días, antes de la alimentación de la mañana.

Los experimentos tuvieron una duración de 23 días cada uno. Durante los 7 primeros días, los animales recibieron alimentación ad libitum, dando oportunidad al animal para que consuma el máximo y tratando de que el rechazo no exceda el 30 % de la ración. Desde el día 8 hasta el 14, se controló el alimento ofrecido y se permitió que el animal deje un rechazo de más ó menos 10 %. En esta etapa, los reajustes de la cantidad de la ración se realizaron cada dos días, de acuerdo al promedio de los días anteriores.

Para el período de recolección de las heces fecales, se fijó el consumo promedio de los días 13 y 14 y se redujo en 10 %; esta cantidad fue la que se ofreció a los animales desde el día 15 hasta el 23avo.

La recolección de las heces fecales se practicó una vez por día, a las 8:00 horas, antes de alimentar a los animales.

Los animales fueron pesados los días 7, 14 y 21 en la mañana antes de recibir la ración.

Tratamientos. Correspondieron a los niveles de alimentación: ad libitum y mante

nimiento. En cada tratamiento se emplearon 4 capones, los cuales fueron distribuidos al azar.

Descripción de los experimentos.

Experimento 1. Con tres tratamientos: niveles de alimentación ad libitum y de mantenimiento, empleando como forraje trébol blanco - falaris, - de primer crecimiento en estado de pre-emergencia y de 30 cm. de altura; y, nivel de alimentación ad libitum, empleando como forraje trébol blanco (casi puro), de segundo crecimiento en estado de pre-emergencia y de 30 cm. de altura.

Experimento 2. Con dos tratamientos: niveles de alimentación ad libitum y de mantenimiento, empleando como forraje trébol blanco - falaris, de segundo crecimiento en estado de pre-emergencia y de 20 cm. de altura.

Experimento 3. Con dos tratamientos: niveles de alimentación ad libitum y de mantenimiento, empleando como forraje trébol blanco - falaris, de segundo crecimiento semillado y de 30 cm. de altura.

Muestras de material ofrecido, rechazado y heces fecales. En cada corte del forraje se obtuvo una muestra de 200 - 300 g. de materia verde para la determinación de M.S., secando el material a 100° C. por 8 horas, en el secador anteriormente descrito.

De los días 15 al 21, se guardó el material seco en bolsas de polietileno; la muestra de los 7 días fue molida y conservada para los análisis químicos.

El rechazo por individuo se recogió y pesó una vez por día, en la mañana antes de alimentar a los animales. El rechazo total fue secado a 100° C. por 8 ho

ras, y entre los días 15 y 21 se guardó el material en bolsas de polietileno; la muestra de los 7 días fue molida y se guardó una sub-muestra de 75 g. para los análisis químicos.

La recolección de las heces fecales se practicó entre los días 17 y 23 avo., y se siguió el mismo procedimiento que con las heces fecales de los animales en pastoreo.

Análisis químicos. En las muestras molidas del forraje ofrecido, rechazado y heces fecales, se determinó la cantidad de cenizas.

En las muestras de heces fecales húmedas y frescas, se determinó el porcentaje de nitrógeno, en base a M.S.

RESULTADOS Y DISCUSION

EXPERIMENTOS DE DIGESTIBILIDAD Y CONSUMO

La digestibilidad de la M.O., porcentaje y concentración del N en la M.O. de las heces fecales, y consumo de M.O. por animal, fueron calculados en forma individual en los tres experimentos (Apéndice, Cuadro No. 1).

En el Cuadro No. 1 se describen los tres experimentos y se presentan los promedios, por tratamiento, de digestibilidad de la M.O. y el porcentaje de N en la M.O. de las heces fecales.

CUADRO No. 1 Promedios de digestibilidad de la M.O. y porcentajes de N en la M.O. de las heces fecales, de capones alimentados con trébol blanco solo ó en mezcla con falaris

RACION	CORTE	ALTURA FORRAJE	NIVEL DE ALIMENTACION	N EN LA M.O. HECES FECALES	- D - M.O.
				%	%
T.blanco-falaris	Primero <sup>+</sup>	30 cm.	Ad libitum	3.24	75.0
" "	" <sup>+</sup>	" "	Mantenimiento	2.91	72.9
Trébol blanco	segundo <sup>+</sup>	" "	Ad libitum	3.69	79.0
T.blanco-falaris	" <sup>+</sup>	20 cm.	Ad libitum	4.46	79.6
" "	" <sup>+</sup>	" "	Mantenimiento	4.46	79.6
" "	" <sup>++</sup>	30 cm.	Ad libitum	3.40	77.6
" "	" <sup>++</sup>	" "	Mantenimiento	3.33	77.9

+ estado de pre-emergencia

++ ssemillado



Se establecieron las relaciones entre los valores promedios de digestibilidad de la M.O. y el porcentaje de N en la M.O. de las heces fecales, las cuales son expresadas como coeficientes de correlación ( r ) y ecuaciones de regresión.

El grado de asociación lineal entre estas dos variables es alto, y tiene un r de + 0,84 (P < 0,05). La ecuación lineal de regresión calculada es la siguiente:

$$Y = 64.54 + 3.52 X \quad \text{I}$$

$$S_{y.x} = \pm 1.5$$

donde, Y es la digestibilidad de la M.O. del forraje, y X es el porcentaje de N en la M.O. de las heces fecales (Figura No. 1).

En La Estanzuela, la evidencia experimental ha demostrado que estas dos variables tienen un mejor ajuste con las ecuaciones logarítmicas de regresión (22, 44, 54) que con las ecuaciones lineales de regresión. Por esta razón, se calculo una relación similar con los promedios de estos experimentos. La ecuación calculada es la siguiente:

$$Y = 60.02 + 31.20 \log X \quad \text{II}$$

$$S_{y.x} = \pm 1.38$$

La diferencia que existe entre las desviaciones standards de las ecuaciones I y II es muy pequeña, lo que permite emplear cualquiera de ellas en los datos de los animales en pastoreo.

Estos resultados son de esperarse cuando se emplea como forraje mezclas que contienen trébol blanco, porque esta especie desempeña un papel importante en mantener alta la digestibilidad total de la pastura (28), con pequeño rango en sus -

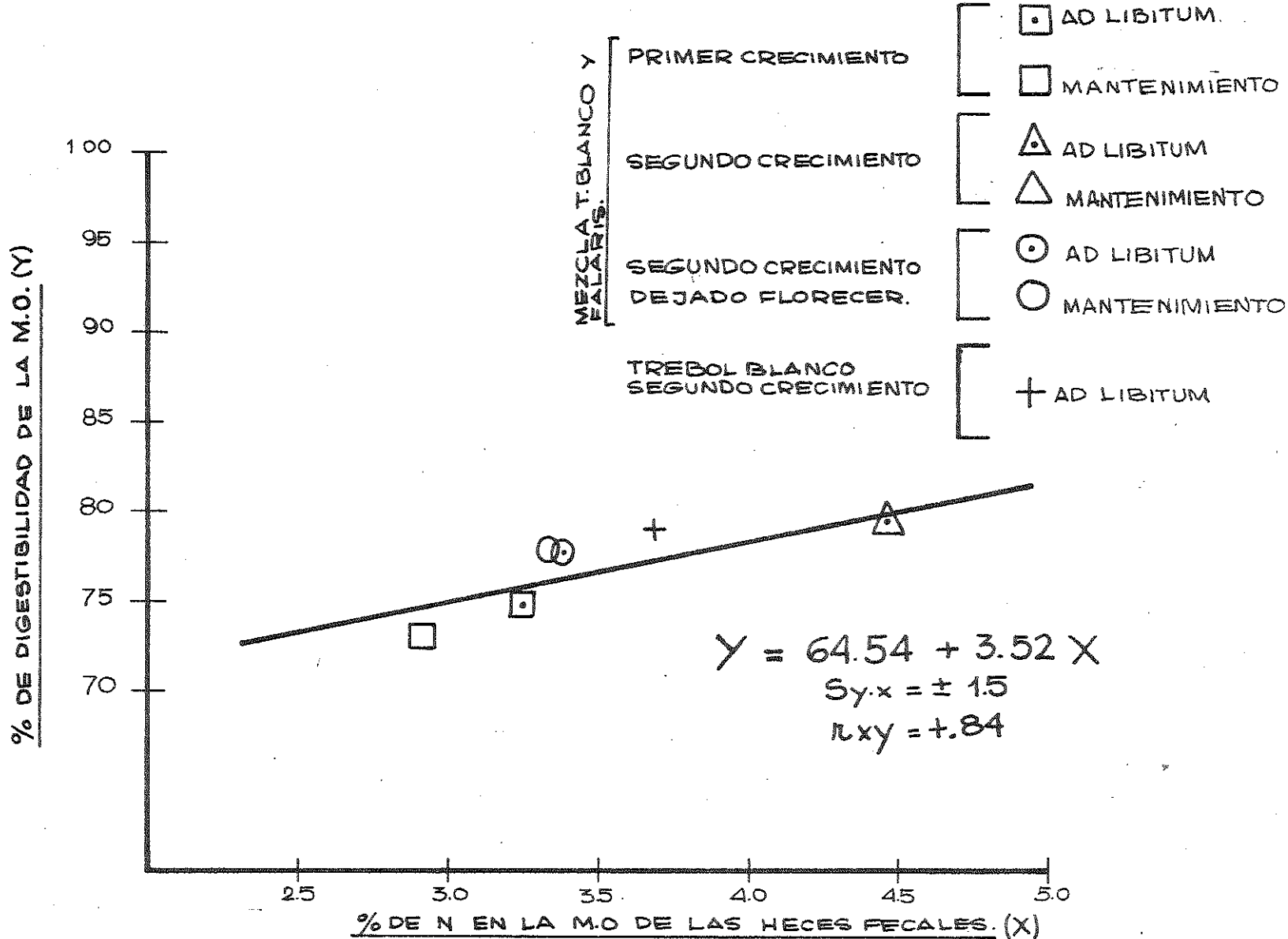


FIGURA Nº 1. RELACIONES ENTRE EL % DE N EN LA M.O. DE LAS HECES FECALES Y EL % DE DIGESTIBILIDAD DE LA M.O. DEL FORRAJE, CON LOS DATOS OBTENIDOS DE LOS EXPERIMENTOS DE DIGESTIBILIDAD.

valores.

Se ha demostrado que la técnica del índice del nitrógeno fecal debe aplicarse a grupos de animales antes que a individuos (22, 54), y que las estimaciones individuales no son válidas (44).

Con los resultados de estos experimentos también se comprobó que las relaciones entre los valores individuales de digestibilidad de la M.O. del forraje y el porcentaje de N en la M.O. de las heces fecales tienen un grado de asociación lineal altamente significativo:  $r = + 0,57$  ( $P < 0,01$ ), pero el coeficiente de correlación no es de suficiente magnitud como para poder aplicar la relación, como ecuación de regresión, a condiciones de pastoreo.

La ecuación lineal de regresión calculada con valores individuales es la siguiente:

$$Y = 68.61 + 2.40 X \quad \text{III}$$
$$S_{y.x} = \pm 2.61$$

La desviación standard de esta ecuación es de mayor magnitud que la de aquella calculada con los promedios por tratamiento. Esto limita su aplicación a los datos de los animales en pastoreo y demuestra lo indicado anteriormente.

En el Cuadro No. 2 se presentan los promedios por tratamiento de consumo de M.O. por animal y el contenido de N, en gramos, en la M.O. de las heces fecales.

El grado de asociación lineal entre estas dos variables es altamente significativo:  $r = + 0,88$  ( $P < 0,01$ ), y el coeficiente de correlación es de suficiente magnitud como para poder aplicar la relación, como ecuación de regresión, a condiciones de pastoreo.

CUADRO No. 2 Promedios por tratamiento de consumo de M.O. por animal y contenido de N en la M.O. de las heces fecales.

EXPERIMENTO	RACION	NIVEL DE ALIMENTACION	CONSUMO M.O.	N TOTAL EN LA M.O. EXCRETADA
			g / día	g / día
1	T.blanco-falaris	+ Ad libitum	718	5.69
1	" "	+ Mantenimiento	568	4.46
1	Trébol blanco	+ Ad libitum	673	5.20
2	T.blanco-falaris	+ Ad libitum	793	7.26
2	" "	+ Mantenimiento	548	5.02
3	" "	++ Ad libitum	834	6.41
3	" "	++ Mantenimiento	599	4.37

+ estado de pre-emergencia  
++ semillado

La ecuación lineal de regresión calculada es la siguiente:

$$Y = 164.29 + 93.28 X \quad \text{IV}$$

$$S_{y.x} = \pm 57.7$$

donde, Y es el consumo de M.O. por animal, g / día, y X es el contenido de N en gramos, en la M.O. de las heces fecales.

Cabe destacarse que la desviación standard de la ecuación IV es menor en 6.3 unidades que la ecuación calculada por Arnold et al (4).

En la Figura No. 2 se presenta la distribución de las observaciones de consumo de M.O. por animal (Y) y el contenido de N en la M.O. de las heces fecales (X) Parecería que la relación en el segundo crecimiento de la mœcla es diferente que

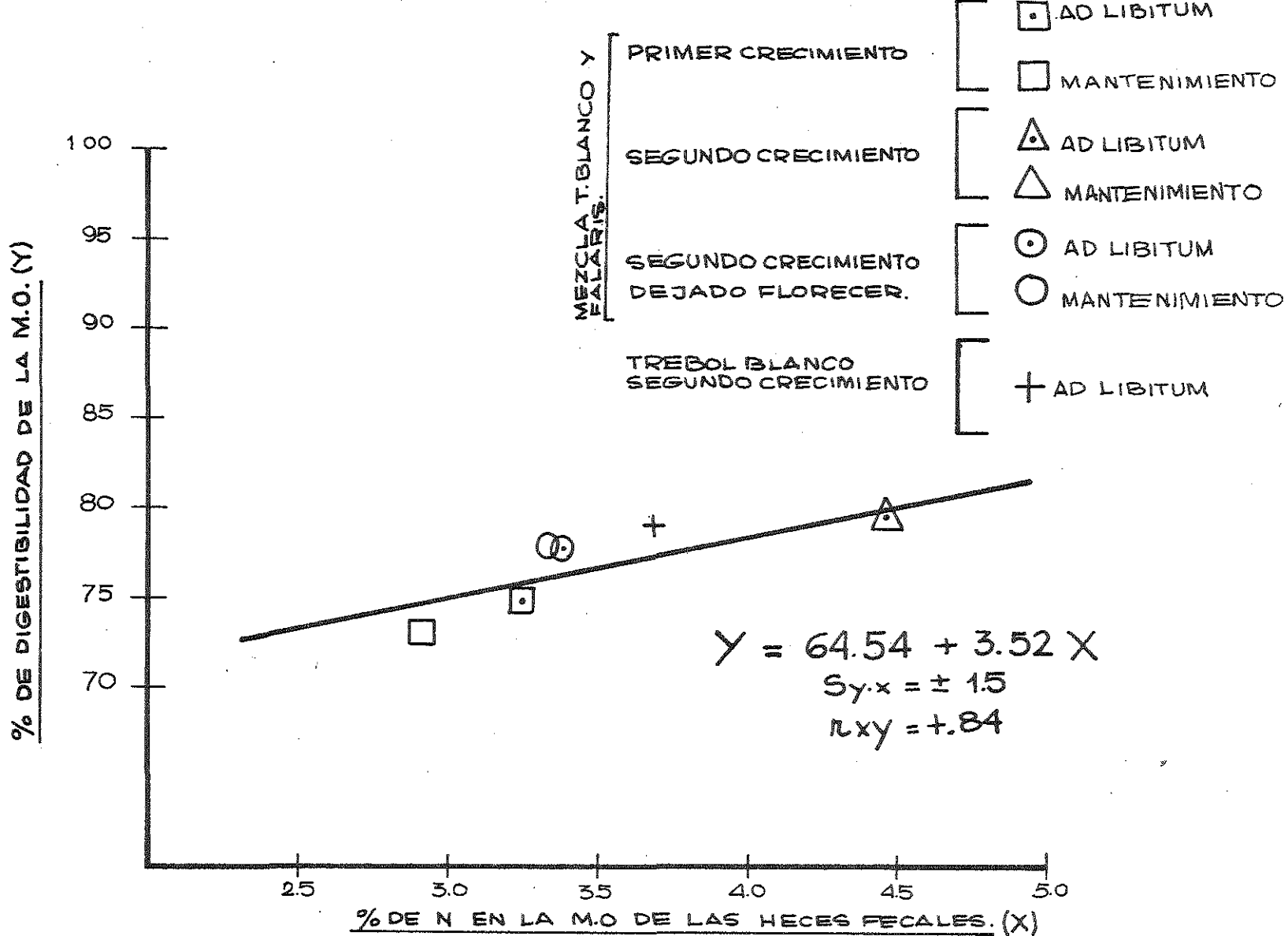


FIGURA N° 1. RELACIONES ENTRE EL % DE N EN LA M.O. DE LAS HECES FECALES Y EL % DE DIGESTIBILIDAD DE LA M.O. DEL FORRAJE, CON LOS DATOS OBTENIDOS DE LOS EXPERIMENTOS DE DIGESTIBILIDAD.

la combinación del primer crecimiento y segundo crecimiento semillado. Esta diferencia no puede ser comprobada matemáticamente debido al poco número de observaciones por cada estado de crecimiento del forraje.

Al existir esta variación que se supone, sería necesario calcular diferentes ecuaciones de regresión para los diferentes estados de crecimiento del forraje, para evitar errores en las estimaciones de digestibilidad y consumo de los animales en pastoreo (24).

Es importante considerar que al aplicar una relación similar a la de la ecuación IV a condiciones de pastoreo implica un gran error de extrapolación, porque se ha demostrado que el consumo de M.O. de los animales en jaulas es menor que en los en pastoreo, debido principalmente a que los requisitos de mantenimiento de aquellos son menores que en los últimos (14, 17, 18, 36, 39, 45, 50).

ANIMALES EN PASTOREO

Digestibilidad de la M.O. de la pastura

La digestibilidad de la M.O. de la pastura en condiciones de pastoreo, fue estimada aplicando la ecuación lineal de regresión  $Y = 64.54 + 3.52 X$  (I).

Los datos individuales de digestibilidad en los 10 períodos de pastoreo se derivaron a partir del porcentaje individual de N en la M.O. de las heces fecales. Con estos resultados se calcularon los promedios de las seis observaciones por tratamiento para cada uno de los períodos (Apéndice, Cuadro No. 2).

Con los promedios se realizó el Análisis de Variancia, aplicando un diseño de "Parcelas divididas", considerando como parcelas mayores a los períodos y como parcelas menores a las cargas. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) para bloques, períodos y tratamientos (Apéndice, Cuadro No. 3).

Debido a que la interacción entre Períodos y Tratamientos fue significativa ( $P \leq 0,05$ ), se probaron estadísticamente las diferencias entre los tratamientos en cada uno de los períodos, por la "diferencia mínima significativa", al nivel de 5 % y usando los valores promedios para bloques.

En el período 1 hubo diferencias significativas entre el tratamiento de 20 ani./ Ha y los tratamientos de 25, 15 y 10 ani./ Ha; en los períodos 2, 3, 4, 5, 6 y 8, se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos de tratamientos de 25 - 20 ani./ Ha y los de 15 - 10 ani./ Ha; en el período 9 no hubo diferencias entre los tratamientos, y en el período 10 se presentaron diferencias entre el tratamiento de 10 ani./ Ha y los tratamientos de 25, 20 y 15 ani./ Ha.

Esta falta de consistencia en las diferencias entre tratamientos se puede apreciar mejor en la Figura No. 3, en donde se presentan las observaciones por se parado para cada uno de los bloques y el promedio de ellos.

Se observa que los tratamientos de 10 y 15 ani./ Ha tienen una digestibilidad más alta que los de 20 y 25 ani./ Ha desde el primero hasta el octavo período inclusive, y que la digestibilidad es muy similar en los cuatro tratamientos en los períodos noveno y décimo.

Estos resultados se explican porque los animales en los tratamientos de 10 y 15 ani./ Ha tuvieron oportunidad de seleccionar dietas de alta digestibilidad hasta el séptimo u octavo períodos, y la declinación en la digestibilidad coincidió con el comienzo de la floración de la pastura, primero del falaris y luego del trébol blanco.

Los animales de los tratamientos de 20 y 25 ani./ Ha consumieron el forraje disponible inicial en los dos primeros períodos de pastoreo. Desde esa fecha - hasta el octavo período, el forraje disponible en esas parcelas estuvo constituido por material fisiológicamente joven (rebrotos); la caída en la digestibilidad en los períodos noveno y décimo coincidió con el secamiento del forraje en esas parcelas.

El forraje en las parcelas de los tratamientos de 20 y 25 ani./ Ha no flore ció, porque la presión de pastoreo fue tan alta que impidió que la pastura cumpla el ciclo vegetativo completo.

En el Bloque II se puede observar que los valores más bajos de digestibilidad corresponden a la carga de 25 ani./ Ha, y que la digestibilidad aumenta progresivamente con la disminución de la carga; en el Bloque I se presenta una situación diferente porque los valores más bajos de digestibilidad corresponden a -



% DE DIGESTIBILIDAD DE LA M.O.

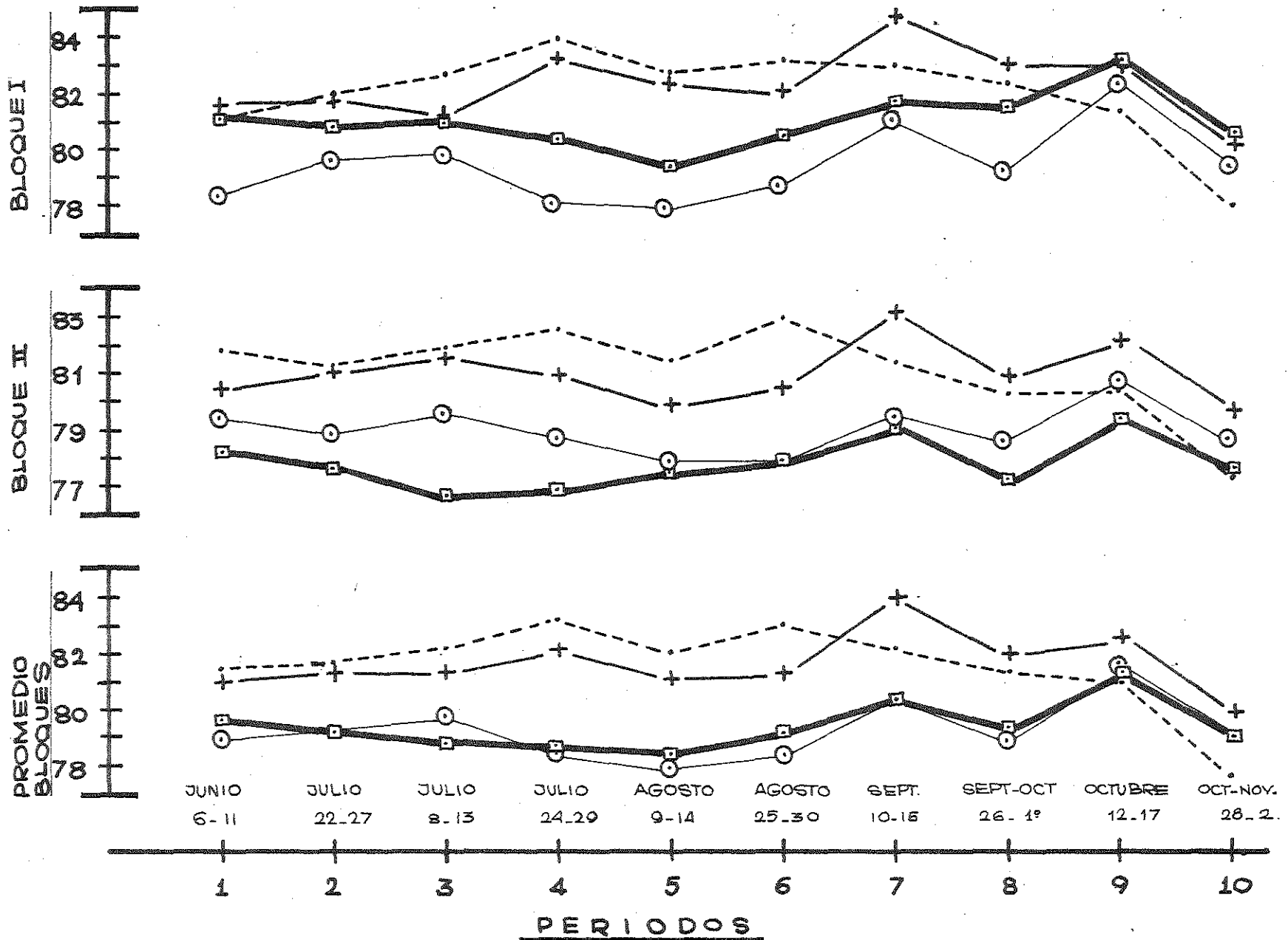


FIGURA Nº 3. VARIACIONES EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA M.O. DE LA DIETA DE LOS ANIMALES EN PASTOREO.

□—□ 25 ani./Ha ; ○—○ 20 ani./Ha ;  
 +—+ 15 ani./Ha ; - - - - - 10 ani./Ha.

la carga de 20 ani./ Ha, seguidos en orden creciente por los de las cargas de 25, 15 y 10 ani./ Ha.

Esto parecería indicar que en el Bloque I las parcelas de los tratamientos de 25 y 20 ani./ Ha tuvieron un comportamiento distinto a sus correspondientes en el Bloque II. Es interesante señalar que se obtuvieron resultados similares al considerar la producción de forraje por hectárea y la ganancia de peso de los animales (15).

Los efectos de los tratamientos sobre la digestibilidad de la M.O. de la pastura no concuerdan con los obtenidos por Arnold et al (6) porque el orden de sus resultados son inversos, i.e. a carga más alta mayor digestibilidad. Posibles explicaciones para estos resultados contradictorios pueden ser las distintas mezclas de pasturas utilizadas, y/o la diferencia en la altura inicial del forraje.

En general, se puede decir que la digestibilidad de la M.O. de la pastura fue afectada por cambios estacionales, esto es que la digestibilidad aumentó desde el Otoño hasta el fin del Invierno, y que en la Primavera declinó progresivamente en todos los tratamientos. Resultados similares han sido encontrados por otros autores (6).

Parecería que los efectos de los tratamientos sobre la digestibilidad estuvieron asociados con los cambios estacionales de la misma, y posiblemente con la disponibilidad y características del forraje presente en las parcelas.

#### Consumo de Materia Orgánica

El consumo de M.O. individual de los animales en pastoreo, fue estimado relacionando los datos individuales de producción de M.O. en las heces fecales, -

( g / día ), con la digestibilidad individual estimada anteriormente. Con estos resultados se calcularon los promedios de las seis observaciones por tratamiento para cada uno de los períodos (Apéndice, Cuadro No. 4)

Con los promedios se realizó el Análisis de Variación, aplicando un diseño de "Parcelas divididas", considerando como parcelas mayores a los períodos y como parcelas menores a las cargas. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para tratamientos, períodos y bloques.

Debido a que la interacción entre Períodos y Tratamientos no fue significativa ( $P > 0,05$ ), se probaron estadísticamente las diferencias entre períodos, por la "diferencia mínima significativa", al nivel del 5 %, y usando los promedios para períodos.

Se comprobó que el consumo en los períodos 4, 5 y 6 fueron significativamente mayores que en los otros períodos. No hubo diferencias significativas en el consumo entre los grupos de períodos: 1-9-10 ; 1-3-6 ; 2-3-8 y 2-7.

En la Figura No. 4 se presentan las observaciones de consumo por período, del Bloque I. Se aprecia que el consumo más alto corresponde a las cargas de 20 y 25 ani./ Ha y el consumo más bajo a la de 10 ani./ Ha. En todos los tratamientos el consumo aumentó progresivamente hasta el quinto (9 - 14 de Agosto) ó sexto (25 - 30 de Agosto) períodos, y luego disminuyó hasta el final del experimento.

En la Figura No. 5 se presenta las observaciones de consumo por período del Bloque II. Se aprecia, en general, que el consumo más alto corresponde a las cargas de 20 y 25 ani./ Ha. También se observa, que en todos los tratamientos el consumo aumentó hasta fines del Invierno y luego disminuyó hasta el final del experimento.

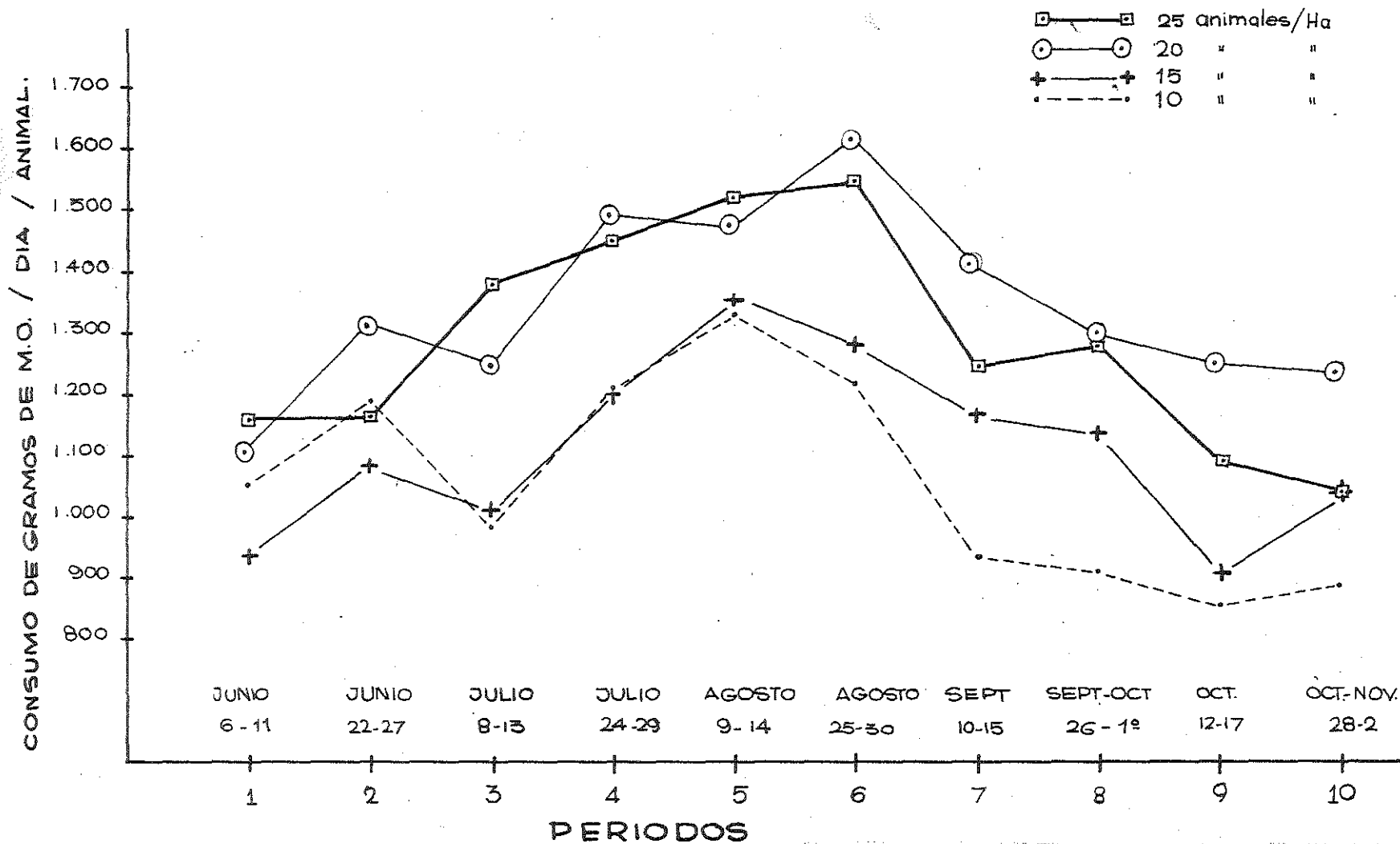


FIGURA N°4. CONSUMO DE MATERIA ORGANICA POR LOS CADONES EN EL BLOQUE I EN 167 DIAS DE PASTOREO.

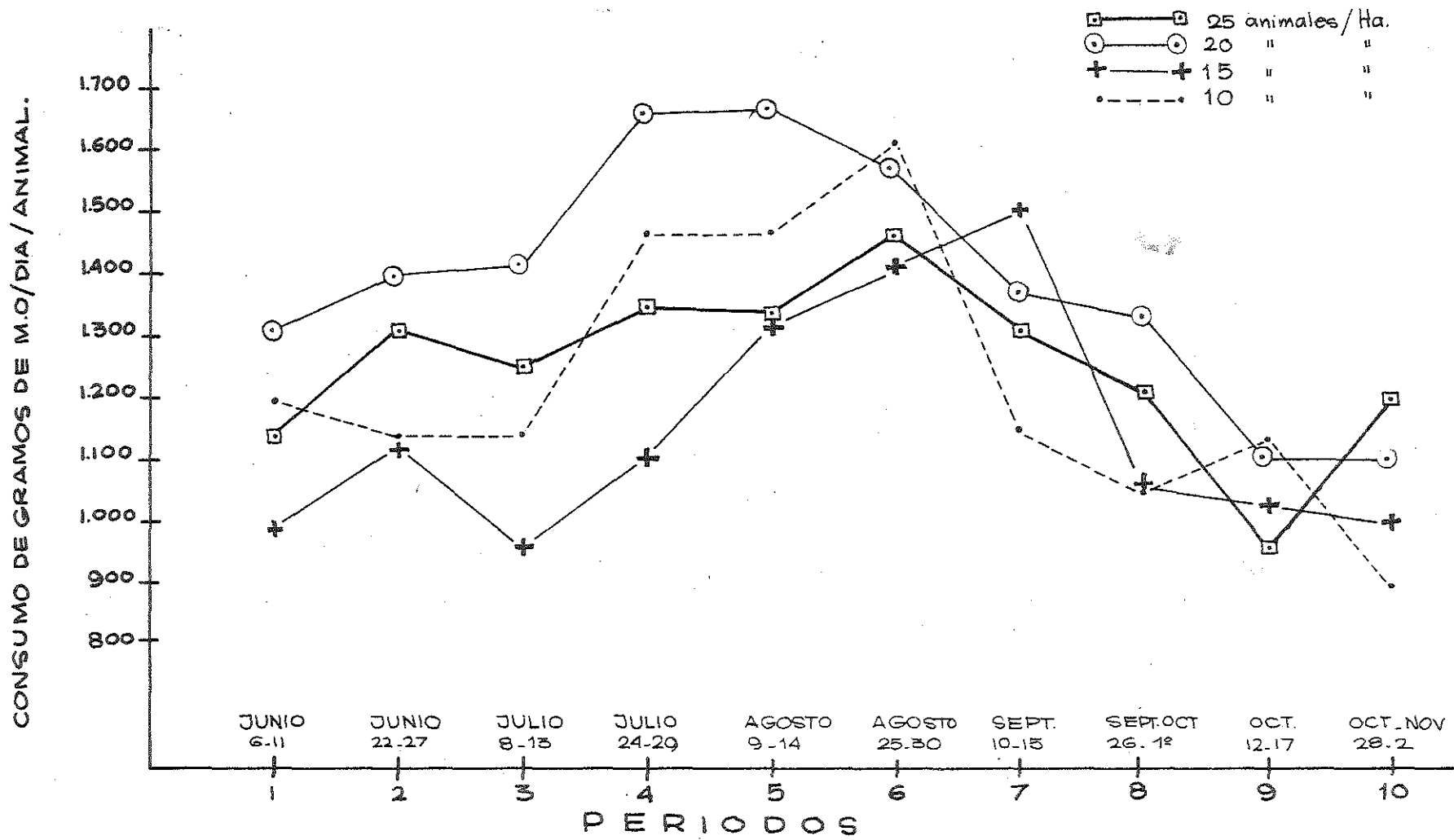


FIGURA Nº5. CONSUMO DE MATERIA ORGANICA POR LOS CAPONES EN EL BLOQUE II EN 167 DIAS DE PASTOREO.

Es un hecho importante que el consumo por animal fue casi siempre más alto en las cargas más altas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Arnold et al (6), en un experimento similar.

El consumo de M.O. fue afectado por cambios estacionales, y parecería que los efectos de los tratamientos sobre el consumo estuvieron asociados con ellos, posiblemente debido a la disponibilidad y características del forraje presente en las parcelas, y a la digestibilidad de la M.O. de la pastura.

En este experimento, los animales no presentaron síntomas de toxicidad por el falaris, porque ellos pastorearon en una pradera dominada por trébol blanco (15), lo cual eliminó la posibilidad de toxicidad de aquella especie (40).

#### Consumo de Materia Orgánica Digerible

Para comprobar si la digestibilidad influyó en el consumo de los animales, se estimó el consumo de materia orgánica digerible (M.O.D.) por animal, multiplicando la digestibilidad de la M.O. (Apéndice, Cuadro No. 2) por el consumo de M.O. (Apéndice, Cuadro No. 4) en cada período.

Con las estimaciones de consumo de M.O.D. por animal-promedio, g / día, (Apéndice, Cuadro No. 5) se realizó el Análisis de Variancia, aplicando un diseño de "Parcelas divididas", considerando como parcelas mayores a los períodos y como parcelas menores a las cargas. Se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para tratamientos, períodos, y significativas ( $P < 0,05$ ) para bloques, y la interacción entre Períodos y Tratamientos no fue significativa ( $P > 0,05$ ) (Apéndice, Cuadro No. 6).

Debido a que la interacción entre Períodos y Tratamientos no fue significativa

tiva, se probaron estadísticamente las diferencias entre períodos por la "diferencia mínima significativa", al nivel de 5 %, usando los promedios de los tratamientos para períodos.

Se comprobó que el consumo en los períodos 4, 5 y 6 fueron significativamente mayores que en los otros períodos. Cabe destacar que estos resultados son iguales a los obtenidos con los datos de consumo de M.O.

En la Figura No. 6 se presentan las observaciones de consumo por período del Bloque I y del Bloque II. Se aprecia, que en el Bloque I el consumo de las cargas de 25, 20 y 10 ani./ Ha aumentan progresivamente hasta el sexto período (25 - 30 de Agosto), y el de la carga de 15 ani./ Ha hasta el quinto período (9 - 14 de Agosto); y, luego el consumo disminuye en todos los tratamientos hasta el final del experimento.

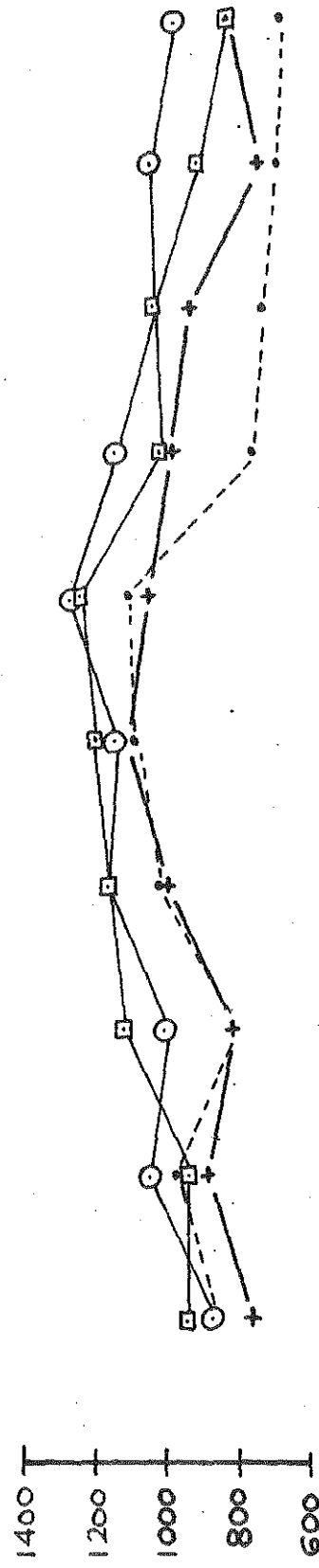
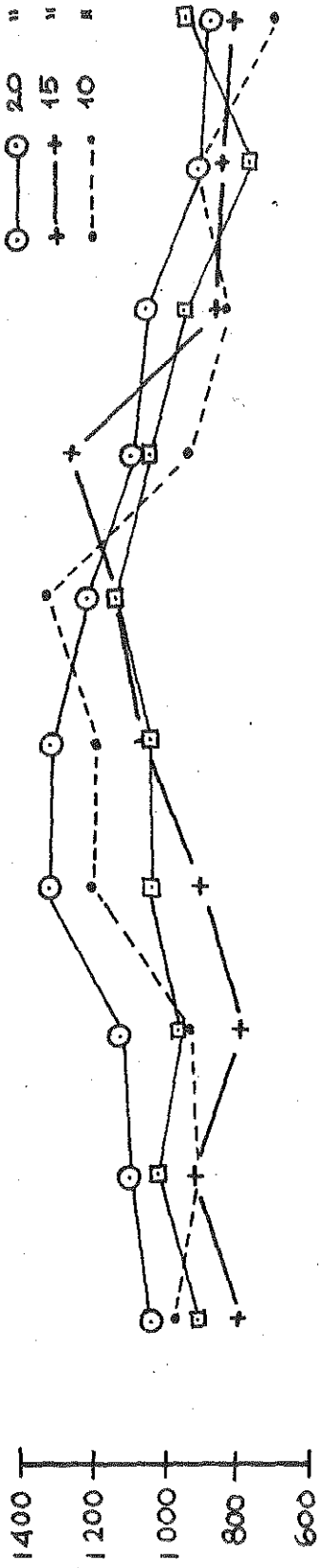
En el Bloque II, se aprecia que el consumo de las cargas de 25, 20, 15 y 10 ani./ Ha aumentan progresivamente hasta el sexto, cuarto, séptimo y sexto períodos, respectivamente, y que a partir de ellos el consumo disminuye hasta el final del experimento.

También con estos resultados se presenta el hecho de que el consumo de M.O.D. por animal, es más alto en las cargas más altas, y estos resultados concuerdan con los obtenidos por Arnold et al (6).

Las diferencias estacionales y entre tratamientos en el consumo de M.O.D. parecerían estar asociados con diferencias en la digestibilidad, y con la disponibilidad y características del forraje presente en las parcelas.

Las diferencias que presentan las variaciones en el consumo de M.O. y M.O.D. por animal, indicarían que la digestibilidad de la M.O. de la pastura no fue el

□ 25 animales / Há  
 ○ " " " " " "  
 + " " " " " "  
 ····· " " " " " "



PERIODO	JUNIO	JUNIO	JULIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	SEPT	SEPT-OCT	OCTUBRE	OCT-NOV.
	6-11	22-27	8-13	24-29	9-14	25-30	10-15	26-31	1-17	28-2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

FIGURA Nº 6. CONSUMO DE MATERIA ORGANICA DIGERIBLE POR LOS CAPONES EN 167 DIAS DE PASTOREO.



único factor que influyó en el consumo.

Las variaciones en el consumo por animal, en los cuatro tratamientos, pueden ser debidas a alteraciones en el contenido de energía neta de la pastura, aumento en los requisitos de mantenimiento de los animales de las cargas altas, cambios de peso de los animales, y posiblemente la temperatura ambiente.

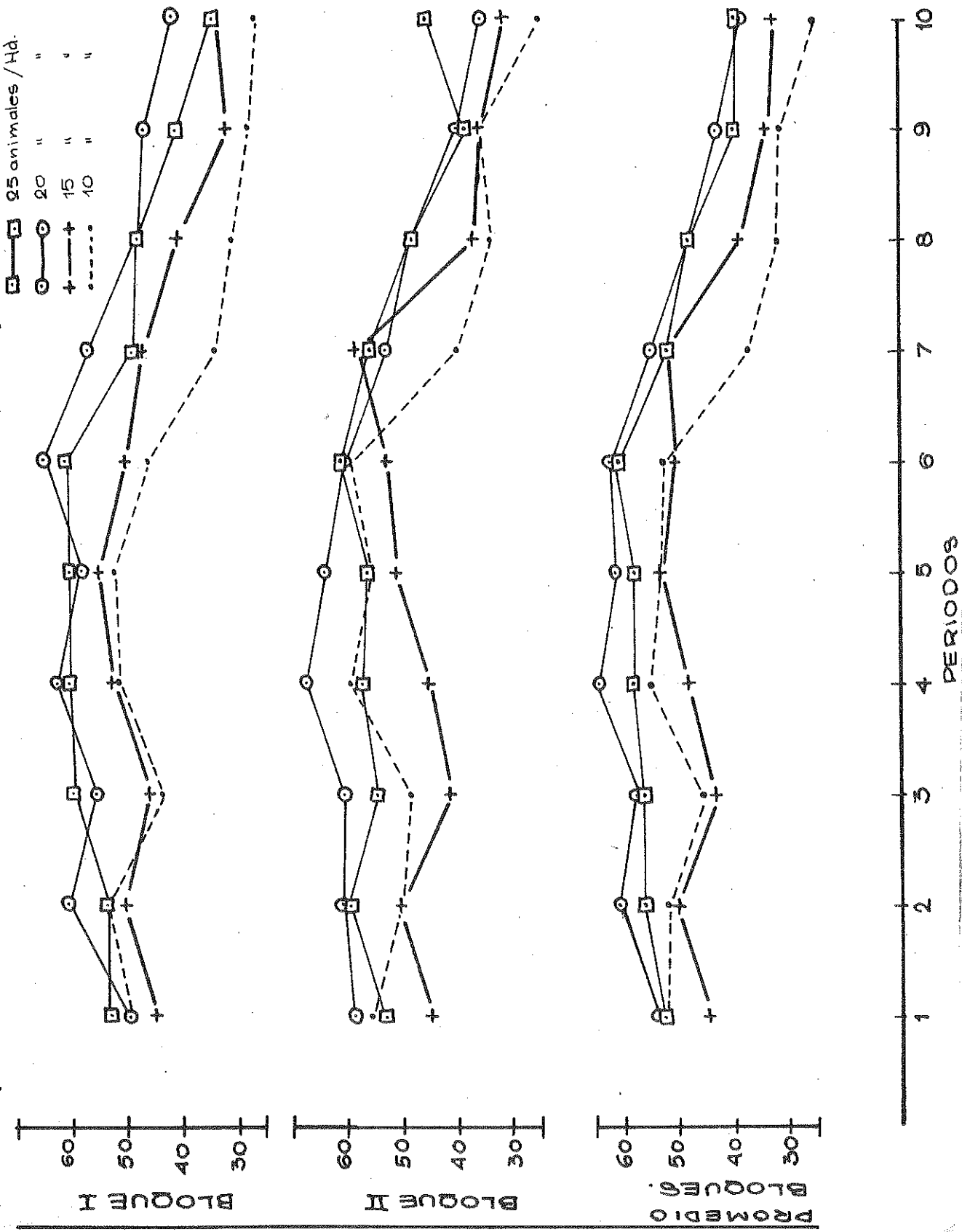
Para explicar mejor los resultados de consumo, se procedió a considerar el peso de los animales, registrado en cada período de pastoreo.

Los pesos promedios de los animales de cada tratamiento (Apéndice, Cuadro No. 7) se los expresó en unidades de tamaño metabólico (Apéndice, Cuadro No. 8), empleando el término  $W^{3/4}$ , acordado por el Tercer Simposio sobre el Metabolismo de la Energía (34); luego se relacionó el consumo de M.O.D. por animal, con los datos de peso en unidades de tamaño metabólico.

Los resultados por período, del consumo de M.O.D. por animal,  $g / W^{3/4} / \text{día}$  (Apéndice, Cuadro No. 9), están graficados en la Figura No. 7 para cada uno de los bloques y para el promedio de ellos.

En general, se observa que el consumo de M.O.D. por animal,  $g / W^{3/4} / \text{día}$ , es mayor en las cargas de 25 y 20 ani./Ha que en las de 15 y 10 ani./Ha, y que el consumo de los cuatro tratamientos aumenta ligeramente hasta el cuarto período (24 - 29 de Julio) y luego disminuye hasta el final del experimento. Además también se aprecia que la disminución en el consumo de los animales de la carga de 10 ani./Ha es más pronunciada que en las otras cargas.

Estos resultados sugieren que los animales de las cargas de 25 y 20 ani./Ha pudieron haber consumido una dieta de menor contenido de energía neta, y/o que hubo cambios en la condición fisiológica de los mismos, acompañado por un aumen-



CONSUMO DE MOD POR ANIMAL, g/w<sup>3</sup>/DIA.

FIGURA 7. CONSUMO DE MATERIA ORGANICA DIGERIBLE POR UNIDAD DE TAMAÑO METABOLICO, EN 167 DIAS DE PASTOREO.

to de los requisitos de mantenimiento. Para encontrar una posible explicación - a estas posibles causas se procedió a considerar la ganancia de peso por animal,  $g / W^{3/4} / \text{día}$ .

Para establecer las relaciones entre la ganancia de peso por animal,  $g / W^{3/4}$  por día, con el consumo de M.O.D. por animal,  $g / W^{3/4} / \text{día}$ , se dividieron los 10 períodos de pastoreo en "tres períodos mayores", a los cuales se les dió la denominación de A, B y C. El período mayor A representa el promedio de los períodos 1, 2, y 3; el B, el promedio de los períodos 4, 5 y 6; y el C, el promedio de los períodos 7, 8 y 9.

En esta división no se consideró el período 10 para mantener similitud de fechas con las usadas en algunas de las comparaciones y relaciones efectuadas por Cañas (15).

En el Cuadro No. 3 se presentan los promedios de M.O.D. consumida por animal,  $( g / W^{3/4} / \text{día} )$  en los períodos mayores A, B y C; y, en el Cuadro No. 4 se presentan los promedios de ganancia de peso por animal  $( g / W^{3/4} / \text{día} )$ , para los mismos períodos.

CUADRO No. 3 Promedios de consumo de M.O.D por animal,  $g / W^{3/4} / \text{día}$ , en los períodos mayores A, B y C.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	PERIODOS MAYORES		
		A	B	C
25 ani./ Ha	I	56	61	47
	II	56	59	49
20 ani./ Ha	I	56	63	52
	II	60	65	48
15 ani./ Ha	I	47	53	41
	II	46	51	45
10 ani./ Ha	I	49	51	32
	II	52	59	38

CUADRO No. 4 Ganancia de peso por animal-promedio,  $g / W^{3/4} / \text{día}$ , en los períodos mayores A, B y C.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	PERIODOS MAYORES		
		A	B	C
25 ani./ Ha	I	7.1	6.5	5.7
	II	7.1	3.4	2.1
20 ani./ Ha	I	3.3	7.9	6.9
	II	5.0	6.9	5.7
15 ani./ Ha	I	7.8	10.6	7.3
	II	6.9	10.3	7.2
10 ani./ Ha	I	9.9	12.1	6.4
	II	10.3	11.9	9.1

Los resultados de los Cuadros Nos. 3 y 4 se encuentran graficados en la Figura No. 8 para el Bloque I, y en la Figura No. 9 para el Bloque II.

En estas relaciones se aprecia que las cargas se distribuyen en diferentes planos, lo que parecería indicar que los requisitos de mantenimiento de los cuatro tratamientos fueron distintos.

Si se considera un mismo nivel de consumo para las cuatro cargas, las ganancias de peso son distintas, obteniéndose mayor ganancia a medida que disminuye la carga animal; una excepción es la carga de 25 ani./ Ha en el Bloque I, en la cual la ganancia es mayor que la de los animales del Bloque II, 25 ani./ Ha, y Bloque I, 20 ani./ Ha.

Además, estas relaciones indican que la disminución en el consumo de M.O.D. por animal ( $G / W^{3/4} / \text{día}$ ), a partir del sexto período estuvo acompañado por una disminución en la velocidad de ganancia de peso, y talvez de un aumento de los requisitos de mantenimiento por animal, en todos los tratamientos. Es posible, y sólo cabe indicar como sugerencia, que en el período mayor C los animales pudieron haber consumido una dieta de bajo contenido de energía.

Estos resultados son lógicos. En las cargas de 25 y 20 ani./ Ha, la disponibilidad de forraje fue menor que en las otras cargas en casi la mayoría del tiempo de duración del experimento (15). Los requisitos de mantenimiento de los animales en aquellas son posiblemente mayores que en los de las últimas porque a medida que disminuye la disponibilidad del forraje, se produce un incremento en el tiempo total de pastoreo de los animales (5), lo cual significa que hay un aumento en las actividades de caminar y de defoliación de la pastura por los animales, lo que trae como consecuencia un aumento en el gasto de energía y en los requisitos de mantenimiento (14, 16, 17, 18, 23, 30, 36).

GANANCIA DE PESO POR ANIMAL,  $g/W^{3/4}/DIA$

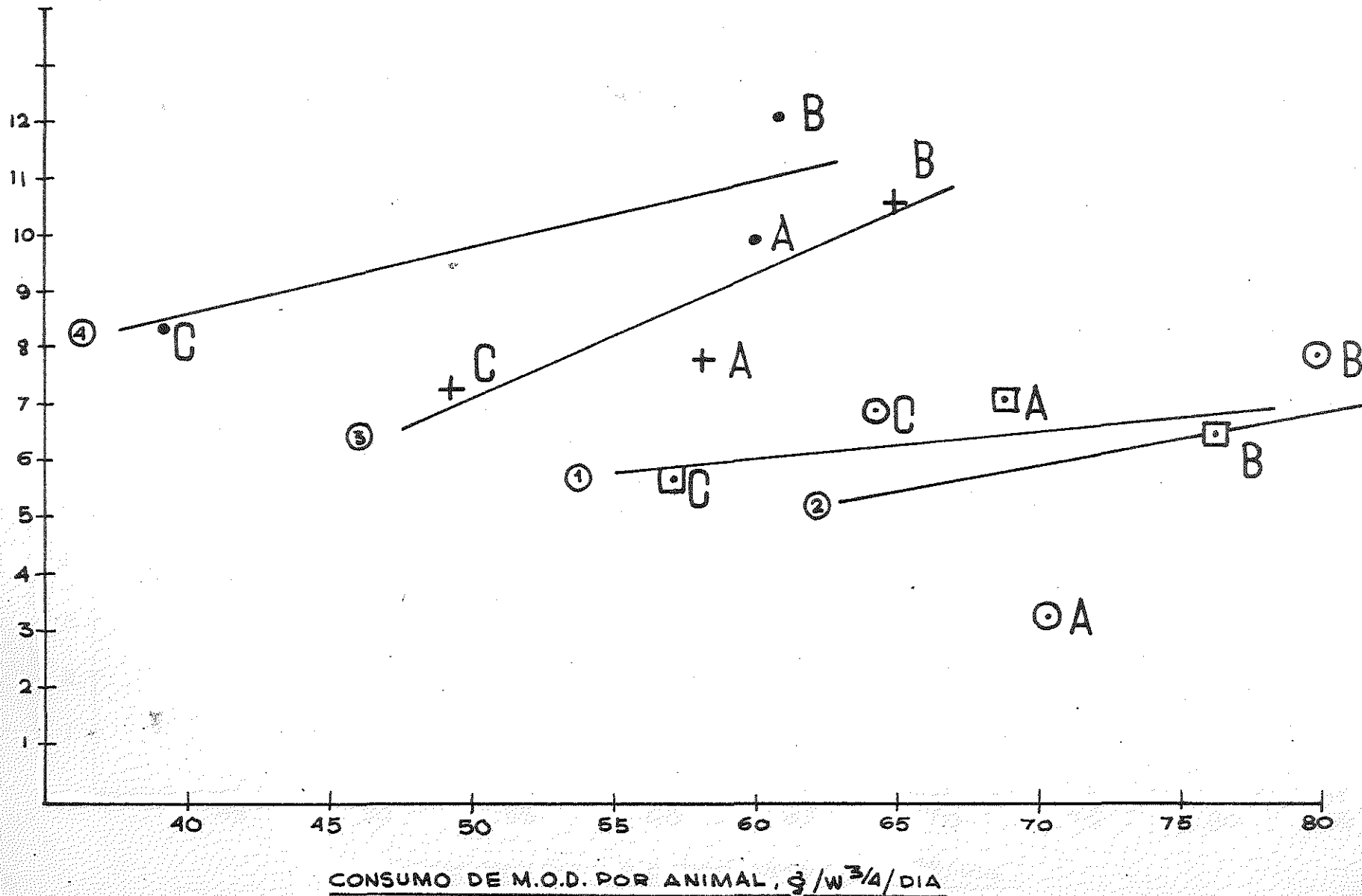
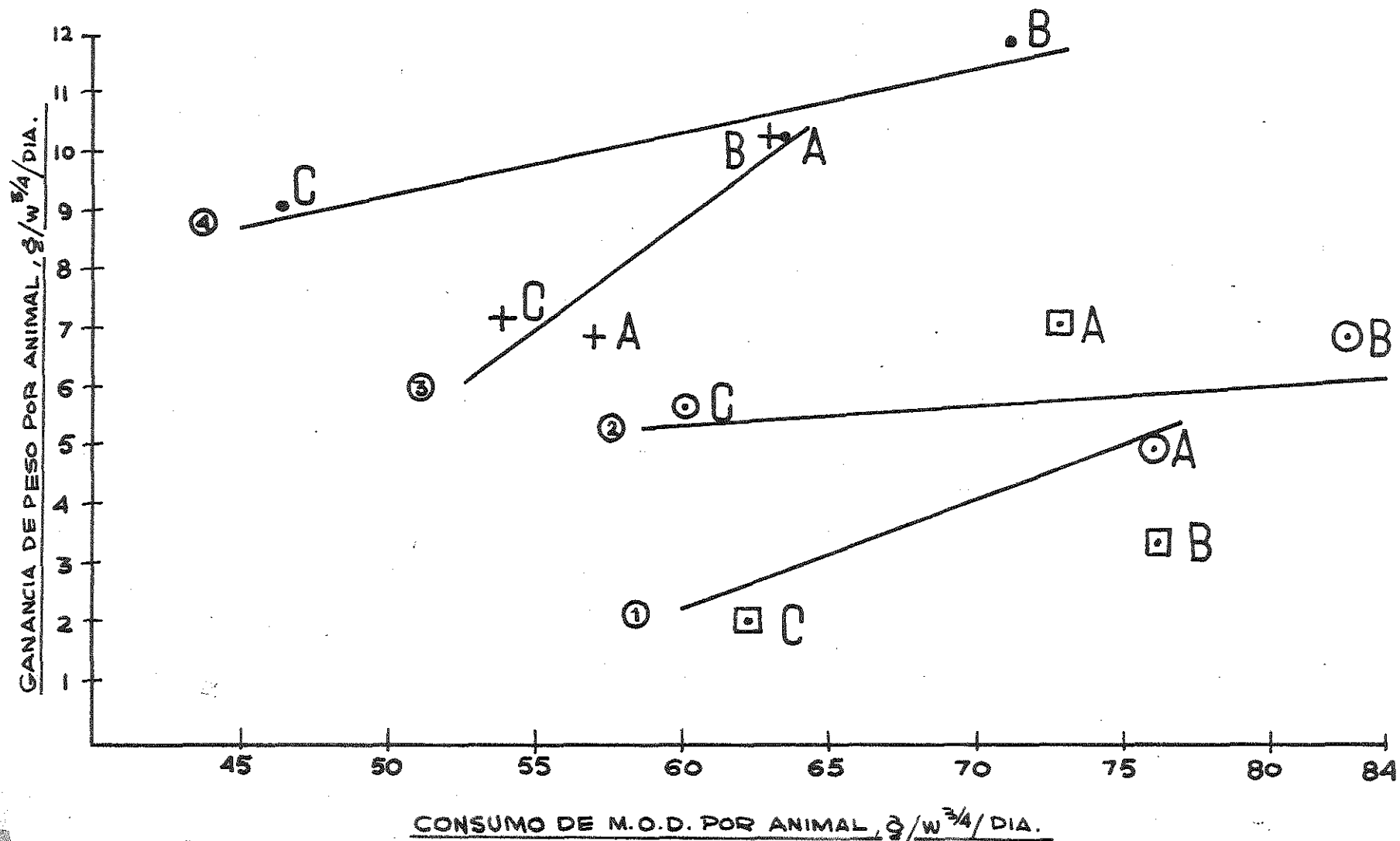


FIGURA N° 8 . RELACIONES ENTRE EL CONSUMO DE MATERIA ORGANICA DIGERIBLE Y GANANCIA DE PESO DE LOS CAPONES EN EL BLOQUE I, EN LOS PERIODOS MAYORES A, B y C. ① 25 ani/Ha □ ; ② 20 ani/Ha ○ ; ③ 15 ani/Ha + ; ④ 10 ani/Ha . -



FIGURANTE 9. RELACIONES ENTRE EL CONSUMO DE MATERIA ORGÁNICA DIGERIBLE Y GANANCIA DE PESO DE LOS CAPONES EN EL BLOQUE II, EN LOS PERIODOS MAYORES A, B y C. ○ 25 ani/Ha □ ; ○ 20 ani/Ha ○ ; ○ 15 ani/Ha + ; ○ 10 ani/Ha ○ -

El aumento de los requisitos de mantenimiento en los animales en el período mayor C, sería consecuencia de la disminución en la disponibilidad de forraje en las parcelas de los tratamientos de 25 y 20 ani./ Ha, y de el encañamiento del forraje en las parcelas de los tratamientos de 15 y 10 ani./ Ha. La baja disponibilidad dificulta la cosecha de forraje por los animales, y el engrosamiento del tallo puede aumentar el tiempo de pastoreo debido a que hay mayor selección cuando el forraje está maduro (2).

También se sugiere que cuando la disponibilidad del forraje es reducido, se produce una alteración en el sistema nervioso de los animales, lo cual conduce a un aumento en la producción de calor como consecuencia de una estimulación endocrina (39).

Hickey (29), sugiere que el consumo de pasturas de alto contenido de proteína puede causar un incremento en el metabolismo, reduciendo la eficiencia de conversión de los alimentos. Esto podría ser una posible explicación del por qué los animales de las cargas de 25 y 20 ani./ Ha hayan consumido más M.O.D. por día, que los animales de las otras cargas, ya que dispusieron de forraje más tiempo, el cual es más alto en contenido de nitrógeno (3, 9, 31, 32, 48).

#### Eficiencia de utilización de la pastura por los animales

La eficiencia de utilización de la pastura por los capones en los 167 días de pastoreo, se calculó empleando la ganancia total de peso por animal-promedio de cada tratamiento, derivada de los datos de aumento de peso individuales (15), y el consumo total de M.O. por animal-promedio de cada tratamiento.

En el Cuadro No. 5 se presentan estos datos y los de eficiencia en términos



de Kg. de M.O. consumida por animal, por cada Kg. de aumento de peso.

CUADRO No. 5 Consumo total de M.O. y ganancia total de peso por animal-promedio de cada tratamiento, y eficiencia de conversión de la pastura por los capones, en 167 días de pastoreo.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	CONSUMO TOTAL DE M.O.	GANANCIA TOTAL DE PESO	CONSUMO DE M.O. POR KG. DE AU- MENTO DE PESO
		Kg.	Kg.	Kg.
25 ani./ Ha	I	205.89	25.50	8.07 +
	II	200.62	16.00	12.53
	Promedio			12.53
20 ani./ Ha	I	215.26	21.50	10.01
	II	222.86	24.25	9.19
	Promedio			9.60
15 ani./ Ha	I	177.52	28.50	6.22
	II	184.19	29.33	6.27
	Promedio			6.24
10 ani./ Ha	I	168.99	32.66	5.17
	II	195.94	36.58	5.35
	Promedio			5.26

+ valor no considerado en el promedio.

Se observa que la eficiencia de utilización del forraje por los animales aumentó progresivamente con la disminución de la carga, con excepción de los animales de la carga de 25 ani./ Ha del Bloque I, que presenta una situación diferente a sus correspondientes del Bloque II. Esto se explica porque los animales en el Bloque I ganaron más peso que los del Bloque II, debido principalmente a que la parcela de aquél produjo más forraje que la parcela de este último.

Al considerar los promedios de eficiencia de los dos bloques, y considerando como 100 a la eficiencia de los animales de la carga de 10 ani./ Ha, se obtuvieron los valores de eficiencia de 42, 55 y 84 % para las cargas de 25, 20 y 15 ani./Ha.

Estos resultados también parecerían indicar que los requisitos de mantenimiento de los animales en pastoreo fueron mayores en las cargas más altas y menores en las cargas más bajas.



CONCLUSIONES

Con los resultados de este experimento se concluye que la carga animal afecta:

1. La digestibilidad de la dieta de los animales en pastoreo, la cual aumenta progresivamente con la disminución de la carga.
2. El consumo de materia orgánica y materia orgánica digerible por animal, el cual aumenta con el aumento de la carga.
3. La eficiencia total de utilización del forraje por los animales, la cual aumenta progresivamente con la disminución de la carga.

RESUMEN

En el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerguer", La Estanzuela, se condujo un experimento para medir el efecto de cuatro cargas animales, con capones, sobre la digestibilidad y el consumo de una pradera de Trifolium repens y Phalaris tuberosa, bajo condiciones de pastoreo continuo.

El experimento se diseñó en bloques al azar, con cuatro tratamientos y dos repeticiones, con seis capones por parcela.

Los tratamientos fueron las cargas animales siguientes: 25, 20, 15 y 10 animales por hectárea.

La digestibilidad y el consumo de los animales en pastoreo fue estimada empleando el nitrógeno como índice fecal. Para ello se calculó una ecuación lineal de regresión con datos obtenidos de tres experimentos de digestibilidad y consumo con capones, alimentados en jaulas metabólicas con forraje fresco cortado de una pradera igual a la que se encontraban los animales en pastoreo.

Se determinó que la carga animal influye sobre la digestibilidad del forraje de tal manera que a carga más baja hubo mayor digestibilidad, y en el consumo de materia orgánica (M.O.) y materia orgánica digerible (M.O.D.), aumentando el consumo con el aumento de la carga.

Con los resultados obtenidos, parecería que la estación tuvo un marcado efecto sobre la digestibilidad y el consumo, pero sin presentarse una interacción aparente entre estación y carga animal.

Las variaciones en digestibilidad, consumo de materia orgánica y materia orgánica digerible fueron muy similares en los cuatro tratamientos, a travez del

experimento; la digestibilidad y el consumo aumentaron progresivamente hasta el fin del Invierno y luego disminuyeron hasta el final del experimento.

Tambien se comprobó que la eficiencia total de utilización del forraje por los animales en pastoreo aumentó progresivamente con la disminución de la carga.

SUMMARY

At the Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerguer", an experiment was conducted to measure the effect of four stocking rates, with wethers, on the digestibility and feed intake of a sward of Trifolium repens and Phalaris tuberosa, under continuous grazing.

The experiment was designed as complete randomized blocks, with four treatments, and two replicates. Each plot consisted of six Corriedale wethers.

The treatments were the following stocking rates: 25, 20, 15 and 10 ani./Ha.

The digestibility and feed intake of the grazing animals were estimated with nitrogen as a faecal index. The faecal nitrogen equation was derived with data from crated sheep fed with cut forage from an adjacent area. Feed intake was determined from the relationships between digestibility and faecal output.

It was determined that stocking rate has an influence on forage digestibility, increasing with the decrease in stocking rate. Organic matter and digestible organic matter intake were highest at the highest stocking rate.

From the data obtained it appears that season had a marked effect on digestibility and consumption, but no interaction between season and stocking rate was apparent.

The variations in digestibility, organic matter and digestible organic matter intake were very similar in the four treatments throughout the experiment; digestibility and consumption increased progressively until the end of the winter and then decreased until the end of the experiment. Besides, it was determined that the total efficiency of forage utilization by the grazing animals increased as the stocking rate decreased.

LITERATURA CITADA

1. ARNOLD, G.W. Harness for the total collection of faeces from grazing ewe and wether sheep. *Animal Production* 2(2): 169-173. 1960
2. ----- . Selective grazing by sheep of two forage species at different stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research* 11(6): 1026-1033. 1960.
3. ----- . The effect of the quantity and quality of pasture available to sheep on their grazing behaviour. *Australian Journal of Agricultural Research* 11(6): 1034-1043. 1960.
4. ----- y DUDZINSKI, M.L. The use of faecal nitrogen as an index for estimating the consumption of herbage by grazing animals. *Journal of Agricultural Science* 61(1): 33-43. 1963.
5. ----- . Some principles in the investigation of selective grazing. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 5: 258-271. 1964.
6. -----, McMANUS, W.R. y BUSH, I.G. Studies in the wool production of grazing sheep. I. Seasonal variation in feed intake, liveweight and wool production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 4(15): 392-403. 1964.
7. ----- . The special senses in grazing animals. I. Sight and dietary habits in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 17(4): 521-529. 1966.
8. ----- . The special senses in grazing animals. II. Smell, taste, and touch and dietary habits in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 17(4): 531-542. 1966.
9. ----- et al. Studies on the diet of the grazing animal. I. Seasonal changes in the diet of sheep grazing on pastures of different availability and composition. *Australian Journal of Agricultural Research* 17(4): 543-556. 1966.
10. ----- . Empleo de técnicas In Vitro con asociación con técnicas de muestreo para medir la digestibilidad y el consumo de forrajes bajo pastoreo. In Simposio sobre determinación del valor nutritivo de los forrajes. Métodos In Vitro. La Estanzuela (Colonia). Editado por O.L. Paladines, 1967. Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada. pp. 61-97.
11. BALCH, C.C. y CAMPLING, R.C. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews* 32(3): 669-686. 1962.

12. BLASER, R.E. Symposium on forage utilization: effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. *Journal of Animal Science* 23(1): 246-253. 1964.
13. BLAXTER, K.L. y MITCHELL, H.H. The factorization of the protein requirements of ruminants and of the protein value of feeds, with particular reference to the significance of the metabolic fecal nitrogen. *Journal of Animal Science* 7(3): 351-372. 1948.
14. ----- . Utilization of the metabolizable energy of grass. *Proceedings of the Nutrition Society* 23(1): 62-71. 1964.
15. CAÑAS, R. Efecto de la carga animal con capones sobre la productividad y composición botánica de una pradera de Trifolium repens y Phalaris tuberosa. Tesis Magister Scientiae. Estanzuela, Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, 1967. 77 hojas (mimiografiadas)
16. CLAPPERTON, J.L. The energy metabolism of sheep walking on the level and on gradients. *The British Journal of Nutrition* 18(1): 47-54. 1964.
17. COOP, I.E. The energy requirements of sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 21: 79-91. 1961.
18. ----- y HILL, M.K. The energy requirements of sheep for maintenance and gain. II. Grazing sheep. *The Journal of Agricultural Science* 58(2): 187-199. 1962.
19. COWLISHAW, S.J. y ALDER, F.E. The grazing preferences of cattle and sheep. *Journal of Agricultural Science* 54(2): 257-265. 1960.
20. FELS, H.E., MOIR, R.J. y ROSSITER, R.C. Herbage intake of grazing sheep in South-western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 10(2): 237-247. 1959.
21. GARDNER, A.L. y ALBURQUERQUE, H. Seasonal growth of various forage species in Uruguay. *In International Grassland Congress, 9th., Sao Paulo, Brasil, 1965. Proceedings.* Sao Pablo, 1966. Volumen 2, pp. 1053-1058 1965.
22. GIERGOFF, M. Valor nutritivo del ryegrass Estanzuela 284. Tesis Magister Scientiae. Estanzuela, Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, 1966. 120 hojas (Mimiografiadas).
23. GRAHAM, N. McC. Energy expenditure of grazing sheep. *Nature* 196(4851): 289. 1962.
24. GREENHALGH, J.F.D. y CORBETT, J.L. The indirect estimation of the digestibility of pasture herbage. I. Nitrogen and Chromogen as faecal index substances. *The Journal of Agricultural Science* 55(3): 371-376. 1960



25. -----, CORBETT, J.L. y McDONALD, I. The indirect estimation of the digestibility of pasture herbage. II. Regressions of digestibility on faecal nitrogen concentration; their determination in continuous digestibility trials and the effect of various factors on their accuracy. The Journal of Agricultural Science 55(3): 377-386. 1960.
26. -----, REID, G.W. y McDONALD, I. The indirect estimation of the digestibility of pasture herbage. IV. Regressions of digestibility on faecal nitrogen concentration: effects of different fractions of the herbage upon within-and between-periods regressions. The Journal of Agricultural Science 66(2): 277-283. 1966.
27. HARDISON, W.A. et al. Degree of herbage selection by grazing cattle. Journal of Dairy Science 37(1): 89-102. 1954.
28. HARKESS, R.D. Studies in herbage digestibility. Journal of the British Grassland Society 18(1): 62-86. 1963.
29. HICKEY, F. Some metabolic aspects of the pasture animal association. New Zealand Journal of Agricultural Research 3(3): 468-484. 1960.
30. HOLMES, W. y OSMAN, H.E.S. The feed intake of grazing cattle. I. Feed intake of dairy cows on strip and free grazing. Animal Production 2(2): 131-139. 1960.
31. HULL, J.L., MEYER, J.H. y KROMANN, R. Influences of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. Journal of Animal Science 20(1): 46-52. 1961.
32. ----- et al. Further studies on the influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. Journal of Animal Science 24 (3): 697-704. 1965.
33. KENNEDY, W.K. y LANCASTER, R.J. Comparison of faecal pigments and faecal nitrogen for the estimation of feed-to-faeces ratio of pasture-fed cattle. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 17: 56-62. 1957.
34. KLEIBER, M. Metabolic body size. In Simposium on Energy Metabolism 3rd., Troon, Scotland, 1964. Proceedings. Edited by K.L. Blaxter. New York, Academic Press, 1965. pp. 427-435.
35. LANGLANDS, J.P., CORBETT, J.L. y McDONALD, I. The indirect estimation of the digestibility of pasture herbage. III. Regressions of digestibility on faecal nitrogen concentration: effects of species and individuality of animal and of the method of determining digestibility upon the relationships. The Journal of Agricultural Science 61(2): 221-226. 1963.
36. LAMBOURNE, L.J. Relative effects of environment and liveweight upon the feed requirements of sheep. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 21: 92-108. 1961.

37. ----- y REARDON, T.F. Use of "seasonal" regressions in measuring feed intake of grazing animals. *Nature* 196(4858): 961-962. 1962.
38. ----- . The use of chromium oxide and faecal nitrogen concentration to estimate the pasture intake of Merino wethers. *Australian Journal of Agricultural Research* 14(2): 257-271. 1963.
39. ----- y REARDON, T.F. Effect of environment on the maintenance requirements of Merino wethers. *Australian Journal of Agricultural Research* 14(2): 272-293. 1963.
40. LEE, H.J., KUCHEL, R.E. y TROWBRIDGE, R.F. The aetiology of *Phalaris* staggers in sheep. II. The toxicity to sheep of three types of pasture containing *Phalaris tuberosa*. *Australian Journal of Agricultural Research* 7(4): 333-344. 1956.
41. MINSON, D.J., RAYMOND, W.F. y HARRIS, C.E. Studies in the digestibility of herbage. VIII. The digestibility of S 37 cocksfoot, S 23 ryegrass and S 24 ryegrass. *Journal of the British Grassland Society* 15(2): 174-180 1960.
42. MILTON, W.E.J. The palatability of herbage on undeveloped grasslands in west-central Wales. *The Empire Journal of Experimental Agriculture* 21(82): 116-122. 1953.
43. MULLER, L. Un aparato micro Kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materias vegetales. *Turrialba* 11(1): 17-25. 1961.
44. PALADINES, O.L. y WITTKKE, E. Indices fecales para estimar digestibilidad y consumo de forrajes en libre pastoreo. *In Reunión Latinoamericana de producción animal, Maracay, Venezuela, 1966. Memoria. México, Cultura* 1967. pp. 21-44.
45. ----- y GIERGOFF, M. Use of an indirect approach for the measurement of the energy value of pasture for grazing sheep. Para publicar en 4to. Simposio del Metabolismo de la energía. Jablona, Polonia, Sep. 27-30. 1967.
46. PEARCE, G.R. y VERCOE, J.E. The estimation of the intake of grazing sheep. II. Application of faecal nitrogen regressions to a group of grazing sheep. *The Journal of Agricultural Science* 59(3): 349-353. 1962.
47. -----, VERCOE, J.E. y FREER, M. The establishment of faecal nitrogen-digestibility regressions for animals grazing irrigated pasture. *The Journal of Agricultural Science* 59(3): 397-402. 1962.
48. PIEPER, R., COOK, C.W. y HARRIS, L.E. Effect of intensity of grazing upon nutritive content of the diet. *Journal of Animal Science* 18(3): 1031-1037. 1959.
49. PLICE, M.J. Sugar versus the intuitive choice of foods by livestock. *Journal of Range Management* 5(2): 69-75. 1952.

50. RAYMOND, W .F. The nutritive value of herbage. In Recent advances in animal nutrition. Edited by J.T. Abrams. London, Churchill, 1966. pp. 81-118.
51. REPPERT, J.N. Forage preference and habits of cattle at the Eastern Colorado Range Station. Journal of the Range Management 13(2): 58-65. 1960.
52. SILVA, M. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y leguminosas asociadas sobre la producción de una pradera. Tesis Magister Scientiae. Estanzuela, Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, 1966. 92 hojas (Mimiografiadas).
53. TORREL, D.T. An esophageal fistula for animal nutrition studies. Journal of Animal Science 13(4): 878-884. 1954.
54. WITTKKE, E. Uso de nitrógeno y cromógenos como índices fecales en combinación con el óxido de cromo, para determinar el valor nutritivo de praderas en condiciones de pastoreo. Tesis Magister Scientiae. Estanzuela, Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, 1965. 129 hojas (Mimiografiada).
55. ZAPPE, A.H. Influencia de la mezcla forrajera y el manejo sobre rendimiento y la composición botánica de dos praderas permanentes. Tesis Magister Scientiae. Estanzuela, Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada, 1965. 96 hojas. (Mimiografiada).

APENDICE

CUADRO No. 1 Experimentos de digestibilidad y consumo: registro de datos individuales.

No. ANIMAL	NIVEL DE ALIMENTACION	N EN LA M.O. HECESES FECALES	D DE LA M.O. DEL FORRAJE	N TOTAL EXCRETADO EN LA M.O.	CONSUMO M.O.
		%	%	g / día	g / día
<u>EXPERIMENTO 1.</u>					
200	Ad libitum	2.88	71.4	5.30	643
178	Ad libitum	3.29	77.0	6.25	826
206	Ad libitum	3.50	73.1	5.04	535
182	Ad libitum	3.30	78.5	6.17	868
189	Mantenimiento	2.49	69.2	4.56	594
197	Mantenimiento	3.06	71.6	5.17	596
181	Mantenimiento	3.09	74.3	4.60	579
209	Mantenimiento	3.00	76.7	3.51	503
+ 216	Ad libitum	3.60	77.5	4.86	600
+ 205	Ad libitum	3.97	79.1	6.51	786
+ 193	Ad libitum	2.96	79.3	4.14	677
+ 158	Ad libitum	4.24	80.1	5.30	629
<u>EXPERIMENTO 2.</u>					
200	Ad libitum	4.19	79.7	5.45	639
178	Ad libitum	4.82	80.1	8.72	910
206	Ad libitum	4.28	79.8	6.76	784
182	Ad libitum	4.57	78.9	8.09	839
189	Mantenimiento	4.25	80.8	3.57	438
197	Mantenimiento	4.32	80.3	5.05	595
181	Mantenimiento	4.83	78.3	6.13	585
209	Mantenimiento	4.45	79.1	5.34	574
<u>EXPERIMENTO 3.</u>					
204	Ad libitum	3.44	79.2	5.33	744
178	Ad libitum	3.32	76.2	7.93	1003
177	Ad libitum	3.32	74.9	7.34	879
S/N	Ad libitum	3.54	80.1	5.03	712
171	Mantenimiento	3.32	76.0	3.95	495
199	Mantenimiento	3.39	77.5	5.05	663
176	Mantenimiento	3.27	80.3	4.12	639
198	Mantenimiento	-----	Enfermó	-----	-----

+ Animales alimentados con trébol blanco, casi puro.

CUADRO No. 2 Digestibilidad de la materia orgánica de la dieta de los capones en pastoreo, en los 10 períodos de muestreo. Promedios de 6 observaciones por tratamiento.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	PERIODOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 ani./ Ha	I	81.1	80.8	81.0	80.4	79.4	80.5	81.7	81.5	83.2	80.6
	II	78.3	77.7	76.7	76.9	77.5	77.9	79.1	77.2	79.4	77.6
	Promedios	79.7	79.3	78.9	78.7	78.5	79.2	80.4	79.4	81.3	79.1
20 ani./ Ha	I	78.4	79.7	79.8	78.1	77.9	78.8	81.0	79.2	82.3	79.4
	II	79.5	78.9	79.7	78.8	77.9	77.9	79.5	78.6	80.8	78.6
	Promedios	79.0	79.3	79.8	78.5	77.9	78.4	80.3	78.9	81.6	79.0
15 ani./ Ha	I	81.6	81.7	81.2	83.3	82.4	82.1	84.7	83.0	83.0	80.1
	II	80.5	81.1	81.6	81.0	79.9	80.5	83.2	80.9	82.2	79.7
	Promedios	81.1	81.4	81.4	82.2	81.2	81.3	84.0	82.0	82.6	79.9
10 ani./ Ha	I	81.0	82.0	82.7	83.9	82.6	83.2	83.0	82.4	81.4	78.0
	II	81.9	81.3	81.9	82.6	81.5	83.0	81.4	80.3	80.5	77.4
	Promedios	81.5	81.7	82.3	83.3	82.1	83.1	82.2	81.4	81.0	77.7

CUADRO No. 3 Análisis de Variancia para la digestibilidad de la materia orgánica de la dieta consumida por los animales en pastoreo. Diseño "Parcelas divididas".

A N A D E V A

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F calculada
Bloques	1	40.8980	40.8980	90.62 ++
Períodos A	9	44.7475	4.9719	11.02 ++
Error (A)	9	4.0620	0.4513	
Tratamientos B	3	107.1365	35.7121	34.39 ++
A x B	27	53.0335	1.9642	1.89 +
Error (B)	30	31.15	1.0383	
Total	79	281.0275		

+ + P < 0,01

+ P < 0,05

CUADRO No. 4 Consumo de materia orgánica por animal, g / día, en los 10 períodos de muestreo.  
Promedios de 6 observaciones por tratamiento.

TRATAMIENTO	BLOQUES	PERIODOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 ani./ Ha	I	1162	1164	1377	1450	1519	1544	1243	1278	1091	1040
	II	1143	1310	1249	1349	1342	1465	1312	1211	960	1198
	Promedios	1152	1237	1313	1399	1430	1504	1277	1244	1025	1119
20 ani./ Ha	I	1108	1314	1252	1492	1472	1616	1415	1300	1250	1234
	II	1307	1398	1416	1660	1672	1566	1368	1329	1106	1107
	Promedios	1207	1356	1334	1576	1572	1591	1391	1314	1178	1170
15 ani./ Ha	I	934	1083	1009	1199	1354	1280	1166	1133	905	1032
	II	990	1123	961	1107	1318	1414	1511	1060	1031	997
	Promedios	962	1103	985	1153	1336	1347	1338	1096	968	1014
10 ani./ Ha	I	1050	1187	985	1204	1334	1217	934	908	856	887
	II	1197	1137	1143	1468	1468	1607	1150	1049	1131	896
	Promedios	1123	1162	1064	1336	1401	1412	1042	978	993	891



CUADRO No. 5. Consumo de materia orgánica digerible por animal, g / día, en los 10 períodos de muestreo. Promedios de seis observaciones por tratamiento.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	PERIODOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 ani./ Ha	I	942	941	1115	1166	1206	1243	1016	1042	908	838
	II	895	1018	958	1037	1040	1141	1038	935	762	930
	Promedios	918	979	1036	1101	1123	1192	1027	988	835	884
20 ani./ Ha	I	869	1047	999	1166	1147	1273	1146	1030	1029	980
	II	1039	1103	1129	1308	1302	1220	1088	1045	894	870
	Promedios	954	1075	1064	1237	1224	1246	1117	1037	961	925
15 ani./ Ha	I	762	885	819	999	1116	1051	988	940	751	827
	II	797	911	784	897	1053	1138	1257	858	847	795
	Promedios	779	898	801	948	1084	1094	1122	899	799	811
15 ani./ Ha	I	850	973	815	1010	1102	1013	775	748	697	692
	II	980	924	936	1213	1196	1334	936	842	910	693
	Promedios	915	948	875	1111	1149	1173	855	795	803	692

CUADRO No. 6 Análisis de Variancia para consumo de materia orgánica digerible de los animales en pastoreo. Diseño "Parcelas divididas".

A N A D E V A

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F calculada
Bloques	1	16.159,61	16.159,61	5.50 <sup>+</sup>
Períodos A	9	1'071.235,36	119.026,15	40.52 <sup>++</sup>
Error (A)	9	26.434,27	2.937,14	
Tratamientos B	3	338.865,14	112.955,04	12.20 <sup>++</sup>
A x B	27	213.252,99	7.898,25	0.85
Error (B)	30	277.654,62	9.255,15	
Total	79	1'943.601,99		

++ P < 0,01  
+ P < 0,05

CUADRO No. 7 Peso vivo en Kg. de los animales en pastoreo en los 10 períodos de muestreo. Pro medios de 6 observaciones por tratamiento.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	P E R I O D O S									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 ani./ Ha	I	45.7	45.6	49.2	51.1	53.9	55.0	55.5	59.2	60.6	65.9
	II	42.2	43.7	45.5	47.1	47.7	48.4	47.7	50.7	50.3	53.0
20 ani./ Ha	I	44.6	44.7	46.2	48.9	52.7	52.2	53.2	58.1	58.8	64.7
	II	46.1	47.2	48.6	51.4	54.1	54.7	55.5	59.2	60.3	67.2
15 ani./ Ha	I	43.2	44.6	46.9	49.8	53.7	56.0	56.9	62.1	63.3	67.5
	II	45.7	46.7	49.1	51.8	55.8	58.3	59.3	64.8	65.7	70.6
10 ani./ Ha	I	44.5	46.9	49.3	52.0	57.5	60.1	61.4	65.9	69.0	70.7
	II	45.9	47.5	51.0	55.0	50.9	61.9	65.0	70.1	71.7	76.7

CUADRO NO. 8 Peso metabólico ( $W^{3/4}$ ) en Kg. de los animales en pastoreo en los 10 períodos de muestreo. Promedios de 6 observaciones.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	PERIODO S									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 ani./ Ha	I	17.61	17.55	18.58	19.11	19.89	20.20	20.23	21.34	21.72	23.13
	II	16.56	17.00	17.52	17.98	18.16	18.35	18.15	19.00	18.88	19.64
20 ani./ Ha	I	17.26	17.28	17.72	18.49	19.56	19.42	19.70	21.05	21.24	22.08
	II	17.69	18.01	18.41	19.20	19.95	20.12	20.33	21.34	21.64	23.47
15 ani./ Ha	I	16.85	17.25	17.92	18.74	19.84	20.47	20.71	22.12	22.44	23.55
	II	17.57	17.86	18.55	19.30	20.42	21.10	21.37	22.84	23.08	24.36
10 ani./ Ha	I	17.23	17.92	18.60	19.36	20.88	21.59	21.93	23.13	23.94	24.38
	II	17.63	18.10	19.08	20.20	21.53	22.06	22.89	24.23	24.64	25.92

CUADRO No. 9 Consumo de materia orgánica digerible por animal, g / W<sup>3/4</sup> / día en los 10 períodos de muestreo.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	PERIODO S									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 ani./ Ha	I	53	54	60	61	61	62	50	49	42	36
	II	54	60	55	58	57	62	57	49	40	47
	Promedios	53	57	57	59	59	62	53	49	41	41
20 ani./ Ha	I	50	61	56	63	59	66	58	49	48	43
	II	59	61	61	68	65	61	54	49	41	37
	Promedios	54	61	58	65	62	63	56	49	44	40
15 ani./ Ha	I	45	51	46	53	56	51	48	42	33	35
	II	45	51	42	46	52	54	59	38	37	33
	Promedios	45	51	44	49	54	52	53	40	35	34
10 ani./ Ha	I	49	54	44	52	53	47	35	32	29	28
	II	56	51	49	60	56	60	41	35	37	27
	Promedios	52	52	46	56	54	53	38	33	33	27