

# UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

## **EFECTO DE TRES CARGAS ANIMAL SOBRE LA VELOCIDAD DE REBROTE DEL PASTO BRACHIARIA DECUMBENS (Stafp)**

**T E S I S**  
QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION ANIMAL  
P R E S E N T A :  
ROSARIO IVONE CARMONA MUÑOZ

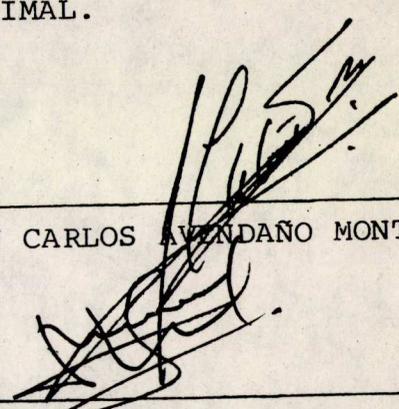


DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PRO ESTONALES

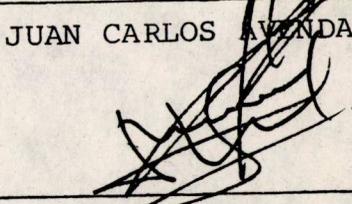


ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL MC. JUAN CARLOS AVENDAÑO MONTERO, REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR INDICADO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL.

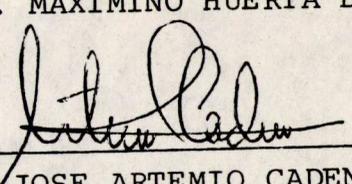
PRESIDENTE:

  
M.C. JUAN CARLOS AVENDAÑO MONTERO

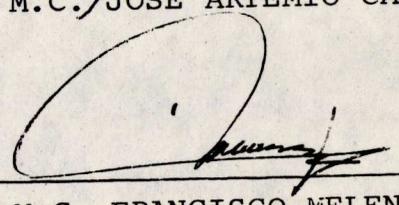
SECRETARIO:

  
M.Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO

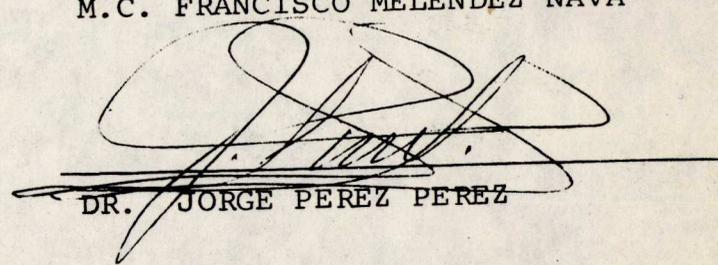
VOCAL:

  
M.C. JOSE ARTEMIO CADENA MENESES

SUPLENTE:

  
M.C. FRANCISCO MELENDEZ NAVA

SUPLENTE:

  
DR. JORGE PEREZ PEREZ

Chapingo, México, Diciembre de 1990.

A. 23, 988

## DEDICATORIA

A Chiara y Gabriel Alonso, las dos razones más importantes de mi existencia, y estímulo constante para mi superación.

A la nueva generación que hoy veo crecer y a quien dedico este esfuerzo: Yurihxi, Zachary, Bernardo y Karen, con todo mi amor.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por el apoyo brindado durante el tiempo que duraron mis estudios y la realización de esta tesis.

A la Universidad Autónoma de Chapingo, al Postgrado del Departamento de Zootecnia por las atenciones que siempre tuvieron durante el tiempo que duraron mis estudios.

Al Ing. M.C. Juan Carlos Avendaño Montero, por haber contribuido en forma importante a mi formación profesional.

Al Ing. M.C. Francisco Meléndez Nava, por la asesoría así como las valiosas sugerencias para la realización de este trabajo, y por su apoyo y amistad.

Al Ing. M.C. Ignacio de Jesús Lastra Marín por toda la ayuda prestada para la realización de esta tesis en el CIFAP-Tabasco.

Al Dr. Everardo González Padilla, por el apoyo que siempre me dispensó para llevar a cabo mis estudios de postgrado.

Al Ing. Lorenzo Granados Zurita por la ayuda proporcionada durante el trabajo de campo.

Al personal de campo del programa de Forrajes del CEFAP-Huimanguillo, sin cuya cooperación este trabajo no hubiera podido realizarse.

Al I.Q. Gustavo García Uriza y a la M.C. Esther Sosa de Pro, cuya colaboración durante el trabajo de laboratorio fué invaluable.

A mis compañeros de maestría: M.V.Z. Guillermo Martínez V., Ing. Enrique Cortéz D. y el M.C. Germán Méndez Eguía Liz por haber contado con su amistad y ayuda incondicionales.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo de tesis.

## II. INDICE DE CUADROS

Pag.

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Tratamientos experimentales y superficie (m <sup>2</sup> )...   | 23 |
| Cuadro 2. Grado de defoliación para la masa total y sus componentes bajo tres cargas animal.....  | 38 |
| Cuadro 3. Efecto de la carga animal sobre la TCA y TAN en una pradera de <u>Brachiaria decumbens</u> .....                                    | 49 |
| Cuadro 4. Efecto de la carga animal en el contenido de carbohidratos no estructurales totales en plantas de <u>Brachiaria decumbens</u> ..... | 57 |

## III. INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Masa de Forraje (Kg/Ha) en una pradera de <u>Brachiaria decumbens</u> al inicio y al final del periodo de pastoreo..... | 30 |
| Figura 2. Masa de hoja ofrecida y rechazada (Kg/Ha) en pradera de <u>Brachiaria decumbens</u> bajo tres cargas animal.....        | 32 |
| Figura 3. Masa de tallo ofrecida y rechazada (Kg/Ha) en una pradera de <u>Brachiaria decumbens</u> bajo tres cargas animal.....   | 36 |
| Figura 4. Tasa de crecimiento absoluto para hojas y tallos (Kg/Ha/día).....   | 44 |
| Figura 5. Efecto de la carga animal en el índice de área foliar durante el periodo de pastoreo y descanso.....                    | 51 |

|   |           |
|---|-----------|
| INTRODUCCION .....  | 1         |
| REVISION DE LITERATURA.....                                     | 4         |
| <b>1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE REBROTE.....</b> | <b>4</b>  |
| 1.1 Efecto de luz y temperatura en el rebrote .....             | 4         |
| 1.2 Indice de área foliar en pasturas .....                     | 5         |
| 1.3 Reserva de carbohidratos .....                              | 8         |
| <b>2. EFECTO DE LA DEFOLIACION SOBRE EL REBROTE .....</b>       | <b>12</b> |
| 2.1 Efecto de la intensidad de defoliación .....                | 12        |
| 2.2 Efecto de la frecuencia de defoliación .....                | 14        |
| 2.3 Efecto de la carga animal sobre la tasa de rebrote .....    | 17        |
| <b>3. MATERIALES Y METODOS .....</b>                            | <b>20</b> |
| 3.1 Generalidades .....   | 20        |
| 3.1.1 Localización .....  | 20        |
| 3.1.2 Clima .....   | 20        |
| 3.1.3 Suelo .....   | 20        |
| 3.1.4 Pradera .....   | 20        |
| 3.1.5 Animales .....  | 21        |
| 3.2 Tratamientos y metodología experimental.....                | 22        |
| 3.2.1 Tratamientos .....  | 22        |
| 3.2.2 Diseño experimental .....                                 | 22        |
| 3.2.3 Manejo de la pradera .....                                | 23        |
| 3.3 Determinaciones en la pradera .....                         | 24        |
| 3.3.1 Forraje ofrecido .....                                    | 24        |
| 3.3.2 Forraje rechazado o residual .....                        | 25        |
| 3.3.3 Indice de área foliar .....                               | 26        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.3.4     | Grado de defoliación  | 26        |
| 3.3.5     | Tasa de crecimiento absoluto  | 27        |
| 3.3.6     | Tasa de asimilación neta  | 27        |
| 3.3.7     | Determinación del contenido de carbohidratos no estructurales totales | 28        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>   | <b>29</b> |
| 4.1       | Masa total de forraje ofrecida y rechazada                            | 29        |
| 4.1.2     | Masa de forraje ofrecida y rechazada por componentes                  | 31        |
| 4.1.3     | Hojas   | 31        |
| 4.1.4     | Tallos  | 35        |
| 4.2       | Grado de defoliación  | 37        |
| 4.2.1     | Masa total  | 37        |
| 4.2.2     | Hojas   | 39        |
| 4.2.3     | Tallos  | 41        |
| 4.3       | Tasa de crecimiento   | 43        |
| 4.3.1     | Tasa de crecimiento absoluto  | 43        |
| 4.3.2     | Hojas   | 43        |
| 4.3.3     | Tallos  | 46        |
| 4.4       | Tasa de asimilación neta  | 48        |
| 4.4.1     | Hojas   | 48        |
| 4.5       | Carbohidratos no estructurales  | 54        |
| 4.5.1     | Carbohidratos no estructurales en raíz                                | 54        |
| 4.5.2     | Carbohidratos no estructurales en el tallo                            | 56        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSIONES</b>   | <b>59</b> |
| <b>6.</b> | <b>LITERATURA CITADA</b>  | <b>60</b> |

## INTRODUCCION

El conocimiento de la respuesta fisiológica de las plantas forrajeras al manejo es de primordial importancia, ya que de aquí dependerá la planeación de los períodos de defoliación, descanso e intensidad del pastoreo, ya que la producción y calidad del forraje está condicionada por la velocidad de recuperación del pasto a la remoción de su follaje (Vázquez, 1978). La velocidad de recuperación que las plantas presentan está regulada por un complejo de factores que actúan interrelacionándose: reserva de carbohidratos en los órganos de almacenamiento, área foliar, intensidad de defoliación, frecuencia de defoliación, fertilización nitrogenada, intensidad de luz, etc. La relación entre área de hoja, intercepción de luz y el subsecuente desarrollo de comunidades de plantas es fundamental en estos ecosistemas terrestres, porque la síntesis primaria de materia seca resulta a partir de la actividad fotosintética de las hojas (Vickery, 1981). Sin embargo, es de vital importancia también para la recuperación después de un período de pastoreo, las reservas de carbohidratos acumulados en los órganos vegetativos de la planta durante el crecimiento anterior a la defoliación, ya que la planta recurre a estas fuentes de almacenamiento cuando la fotosíntesis que realiza después de una defoliación severa es insuficiente para promover el rebrote (White, 1973).

Las defoliaciones intensas o demasiado frecuentes

ocasionan una drástica disminución en las reservas de la planta, provocando un marcado descenso en la producción forrajera de la planta, siendo el efecto más notorio en especies de porte alto que en especies de porte bajo, cuyas zonas de crecimiento están protegidas de la acción del pastoreo (Younger y Nudge, 1968; Booyesen y Nelson, 1975).

Algunos autores manifiestan que la velocidad de rebrote puede estar relacionada con el hábito de crecimiento de las plantas; así plantas de crecimiento erecto, cuando se defolían presentan menor área foliar, por lo que el rebrote se debe principalmente a la utilización de las reservas acumuladas (Gardner et al., 1985); Adegbola (1966) considera en pastos tropicales más importante el área foliar remanente después de una defoliación que las reservas de carbohidratos.

En base a lo anterior, se planteó el siguiente trabajo para determinar el efecto de la carga animal sobre los factores de la planta que están determinando la velocidad de rebrote.

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

- 1.- En pastos tropicales de crecimiento rastrero, la velocidad de recuperación está dependiendo de la cantidad de área foliar remanente más que de la reserva de carbohidratos no estructurales.
- 2.- La carga animal es el efecto más importante en la velocidad de recuperación de la pradera, ya que de su severidad dependerá el uso o no de los carbohidratos

no estructurales de reserva.

**OBJETIVOS:**

- 1) Determinar el efecto de la carga animal sobre la velocidad de rebrote de una pradera de pasto Señal (Brachiaria decumbens S.)
  
- 2) Determinar el efecto de la carga animal sobre el contenido de las reservas de carbohidratos no estructurales totales (CNET) y la tasa de asimilación neta (TAN).

## REVISION DE LITERATURA

### 1.- Factores que influyen en la velocidad de rebrote.

#### 1.1 Efecto de luz y temperatura en el rebrote

La temperatura del aire y la luminosidad tienen efectos significativos sobre la formación de carbohidratos no estructurales y sobre el desarrollo foliar y radicular.

El rebrote de pastos templados y tropicales muestra una marcada dependencia de la temperatura; se ha demostrado que en pastos tropicales la temperatura óptima para la fotosíntesis aumenta con un incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> debido a las reacciones bioquímicas que tienen lugar en las plantas C<sub>4</sub> y a la enzima que opera en ellas (Mc William, 1976).

Se ha demostrado que el contenido de carbohidratos no estructurales en pastos templados declina a altas temperaturas y se ha atribuido a una rápida utilización de los carbohidratos al aumentar la tasa de respiración (Alberda, 1965; Auda et al. 1966; Jones y Baker 1966; Smith y Jewiss, 1966; Deinum y Dirven, 1967).

Los pastos tropicales tienen bajos niveles de carbohidratos no estructurales totales (CNET) y al aumentar la temperatura se podría esperar una disminución en la acumulación de éstos, ya que la tasa de desarrollo es más rápida, sin embargo como contraparte estos pastos

tienen altas tasas de fotosíntesis y bajas tasas de fotorespiración debido a que ellos disminuyen el desarrollo a temperaturas abajo de 15°C, lo cual está asociado a una reducción en la asimilación de CO<sub>2</sub> (Wilson, 1971; Tainton y Cooper, 1968).

Ahora bien, el rebrote ha sido asociado con la intensidad de energía luminosa más que con fotoperíodo; alargando el fotoperíodo con baja intensidad de luz, se reduce el rebrote pero no los carbohidratos (Auda *et al.* 1966); esto también fue demostrado por L. t. Mannerje y Pritchard (1974) quienes observaron una disminución en el rebrote al acortarse el día, disminuyendo el número de rebrotes por descenso en la temperatura.

Escalada y Pluncket (1975) trabajando con Sorghum bicolor encontraron que al aumentar el fotoperíodo a 14 horas se formaron más rebrotes, tallos reproductivos y mayor área foliar con incremento en el número de hojas y panículas más grandes. Al incrementarse la temperatura diurna y nocturna, se incrementó el número de rebrotes por planta; con altas temperaturas y días cortos, las plantas tendieron a alcanzar su madurez más rápidamente.

## 1.2 Índice de Área foliar en pasturas

El Índice de Área Foliar (I.A.F.) es la relación que existe entre área vegetal y la unidad de superficie del suelo (Gardner *et al.* 1985).

En pastos tropicales y templados, se ha visto que una vez defoliadas las plantas y conforme aumenta el I.A.F. el desarrollo se incrementa cuando el 95% de la luz incidente es interceptada (Brougham, 1956). Se ha sugerido que la máxima producción de forrajes puede obtenerse manteniendo una alta intercepción de luz por las hojas, sin embargo esta intercepción depende en gran medida de la capacidad fotosintética de las hojas y otros componentes de la pastura como las vainas. En ausencia de defoliación con un I.A.F. suficiente para interceptar toda la luz incidente, la muerte de tejido es igual a la producción del mismo, y la tasa de acumulación neta es 0 (Parsons et al 1983b).

Existen diferencias en la tasa fotosintética entre especies tropicales y templadas siendo esta la razón para las mayores producciones que se presentan en las primeras (Black, 1971). La tasa de fotosíntesis por área de hoja en pastos tropicales es cercana al doble que la obtenida en las especies templadas (Hatch, 1971).

Por otra parte se ha visto que las hojas jóvenes son más eficientes para fotosintetizar que las hojas más viejas o que las sombreadas. Un pequeño efecto de sombreado, sobre el desarrollo fotosintético de las hojas puede tener una marcada depresión en la fotosíntesis de la estructura, aunque un efecto similar puede ocurrir a partir de la postración de hojas a altos I.A.F. (Woledge, 1973, 1978).

Algunos autores (Rhodes, 1969, 1971ab; Engel et al 1987) han señalado la importancia del hábito de crecimiento de las pasturas para interceptar más luz, así durante la fase de desarrollo reproductivo y al elongarse los tallos, las hojas jóvenes desarrolladas a altas intensidades de luz son fotosintéticamente más activas que las que permanecen en pasturas densas pero de menor altura (Woledge, 1977, 1978, 1979). Las hojas jóvenes en expansión sometidas a un pastoreo severo, son más eficientes en la fotosíntesis (Parsons et al 1983a); sin embargo, conforme aumenta la presión de pastoreo, la fotosíntesis decrece progresivamente ya que mucha de la luz es interceptada por hojas ineficientes o por rebrotes aún muy jóvenes.

Blaser (1966) indica que a medida que el rebrote progresa, aumenta la velocidad de producción de materia seca en relación con el I.A.F., pero después de cierto tiempo, esta relación desaparece, ya que las hojas basales no interceptan luz e inclusive pueden llegar a ser parasitas cuando se encuentran por abajo del punto de compensación de luz (Greub y Wedin, 1971) o bien por efectos de sombreado; en plantas C4 la tasa de asimilación neta (T.A.N.) puede ser más sensible a este efecto que la C3 (Tow, 1967; Tainton y Cooper, 1968; Rajan et al 1973). A medida que se acumula mayor cantidad de follaje aumenta la tasa de respiración, lo que implica que las hojas más jóvenes efectúan la fotosíntesis más efectivamente en relación a las hojas más viejas. Bircham y Hodgson (1983)

concluyeron que el máximo o cerca del máximo de la producción de materia seca puede ser obtenido con un I.A.F. entre 2.0 y 4.5.

Bajo condiciones de pastoreo, una alta captación de luz trae como consecuencia una mayor tasa fotosintética y alta producción de rebrotes, las cuales no están asociadas con una alta eficiencia de cosecha y altos rendimientos (Parsons et al 1983b). Conforme aumenta la intensidad de pastoreo, el I.A.F. disminuye, el consumo por animal y por hectárea aumenta y una gran proporción de rebrotes es cosechado por los animales es pastoreo; por el contrario, si se disminuye la presión de pastoreo, se maximiza el área fotosintética, pero el material muerto se acumula y la productividad por tanto disminuye (Morgan y Brown, 1983).

### 1.3 Reservas de Carbohidratos

Los carbohidratos de reserva o carbohidratos no estructurales totales (CNET) son usados por las plantas como sustratos para crecimiento y respiración. Estos componentes son elaborados por la planta a partir de azúcares simples que son producidos por la fotosíntesis.

Los órganos más importantes de almacenamiento en las plantas son las raíces, rizomas y base de los tallos, pudiéndose incluir también a las vainas de las hojas (Balasko y Smith, 1973; Greenfield y Smith, 1974).

Los principales carbohidratos no estructurales en

pastos de clima templado son sacarosa y fructosa, mientras que en los de origen tropical son sacarosa y almidón (Sheard, 1973); sin embargo Davidson y Milthorpe (1965, 1966b) estipularon que estos carbohidratos forman solo una parte de los componentes de reserva, y que otras sustancias, presumiblemente proteínas están involucradas en el rebrote de las pasturas, aunque también se han identificado algunos ácidos orgánicos y hemicelulosas como parte de estas sustancias (Dewald y Sims, 1981).

Algunas investigaciones han encontrado que la recuperación de plantas forrajeras depende en cierta medida de los materiales de reserva almacenados durante su crecimiento ; Davidson y Milthorpe (1965, 1966ab) llegaron a la conclusión de que el rebrote después del corte dependió de las reservas de carbohidratos solamente durante los primeros 2 a 4 días; durante este periodo los carbohidratos almacenados fueron usados para el rebrote y la respiración, después el rebrote dependió de otros factores , tales como la proporción de la actividad fotosintética y el consumo de nutrientes.

Por otra parte, la fluctuación en la cantidad de los carbohidratos presentes depende de otros elementos entre los que se encuentran el clima y la época del año; los pastos presentan ciclos característicos de desarrollo fenológico; el desarrollo, almacenamiento y disminución de las reservas de carbohidratos depende de la respuesta al medio ambiente (Menke y Trlica, 1981); estos ciclos pueden ser categorizados en base a la curva anual que presentan

los carbohidratos para ayudar a mejorar el manejo de las especies, además de predecir la respuesta de las plantas a la defoliación. Weinman (1961) observó que en la mayoría de las especies de pastos, las reservas almacenadas decrecen en forma más marcada durante la primavera y se incrementan con la edad fisiológica de la planta, la acumulación se realiza en las raíces a fines del verano y durante el otoño e invierno; la disminución es en la época de mayor crecimiento de la planta (Humphreys y Robinson, 1966).

Algunos autores mencionan que la acumulación de carbohidratos varía inversamente con la tasa de desarrollo y son usados para recuperación durante la inactividad y para rebrote después de la defoliación (Trlica, 1977).

Whyte et al (1959) consideraron que si la defoliación se realiza en épocas en que las reservas de carbohidratos son muy bajas, puede producirse un agotamiento grave y acumulativo, llegando inclusive a la muerte de la cepa.

Bajo pastoreo, existen evidencias de una diferente acumulación de carbohidratos, dependiendo de la severidad de aquel; con un pastoreo ligero los carbohidratos tendieron a acumularse en los tallos en un experimento realizado con Festuca arundinaceae y con pastoreo severo, se localizaban en la base de los mismos, probablemente la continua remoción por el pastoreo pudo haber causado esta distribución (Christiansen y Svejcar, 1987). Durante el pastoreo, la defoliación es irregular, lo que ocasiona que existan plantas de diferentes tamaños, dependiendo de la

preferencia o selección que realicen los animales; se ha asumido que los asimilados de los tallos sin pastorear son traslocados a los pastoreados para acelerar su desarrollo (Carton y Berenton, 1983; Korte *et al.*, 1984); sin embargo se ha visto que esta transferencia no ocurre más allá del tercer día después de una defoliación (White, 1973).

La recuperación de los pastos después de una defoliación, depende tanto de las reservas de carbohidratos como del área remanente después de la misma (Ward y Blaser, 1961; Derogibus *et al.*, 1985). Después de una defoliación severa, la regeneración de las reservas de carbohidratos dependen de la actividad de la planta; en praderas de gramíneas tropicales (Hyparrhenia ruffa y Panicum maximum, el contenido de CNET fluctúa de acuerdo a los periodos de descanso; se ha encontrado que con periodos de 21 días, se causa una mayor remoción del área foliar, provocando una movilización activa de CNET; cuando se utilizan periodos de descanso de 49 días, existe la suficiente área foliar remanente y no se presentan disminuciones en las reservas de CNET; sin embargo al aumentar el periodo de descanso a 77 días existe un efecto negativo, ya que la planta pasa por todas las etapas fisiológicas, disminuyendo los CNET y aunque existe un remanente de área foliar, esta no es suficiente debido al avanzado estado de madurez en que se encuentra (Galaviz, 1981). Plantas que se fertilizan inmediatamente después de la defoliación y con niveles de humedad óptimos tardarán hasta 40 días sin que exista una

caída en el nivel de carbohidratos almacenados (Brown y Blaser, 1965).

## 2. Efecto de la defoliación sobre el rebrote.

### 2.1 Efecto de la intensidad de defoliación.

Cuando se efectúan pastoreos con defoliaciones ligeras, se ha visto que éstas favorecen a las especies de porte erecto, mientras que pastoreos con defoliaciones intensas favorece a especies de crecimiento rastrero (Vickery, 1981); ésto se ha atribuido a que conforme va creciendo la planta, los puntos de crecimiento se alejan del suelo, lo que origina que la recuperación sea más favorecida por las reservas almacenadas que por el área foliar, lo cual no sucede en pastos rastreros donde es más difícil hacer una defoliación completa sin dejar área foliar (Smith, 1962). Bajo un pastoreo severo, Christiansen y Svejcar (1988) advirtieron que el pasto al adoptar un crecimiento más postrado lograba mantener siempre hoja residual y proteger los meristemas de crecimiento, mientras que con un pastoreo ligero, se mantenía siempre un I.A.F. suficiente para mantener una buena actividad fotosintética.

Defoliaciones severas causan pérdidas de energía en las hojas que han estado produciendo fotosintatos para transportarlos a otros órganos y que son temporalmente removidos por el rebrote (Humphreys, 1978). Bajo defoliaciones severas, en el caso de leguminosas, las

partes mas frecuentemente afectadas son los nodulos, seguidos de la inflorescencia, tallos y finalmente las hojas, e incluso en algunos trabajos se ha llegado a encontrar poco efecto de la defoliación sobre la tasa de producción de hojas (King et al., 1978), aunque Carlson (1966) reportó que la remoción de hojas retardó la emergencia de las mismas, mientras que la tasa de desarrollo se incrementó.

Un fuerte uso de la pastura promueve un incremento en el desarrollo de la hojas, mejorando el contenido de N en la planta (Humphreys, 1967; Clark et al., 1984); la tasa de asimilacion neta (TAN) ha sido positivamente relacionada tambien con una severa defoliacion; se ha visto que despues de estas defoliaciones la TAN es alta, sugiriéndose que aunque la defoliación remueve mucho del área foliar, las hojas remanentes son mucho más eficientes para efectuar la fotosíntesis (Fisher, 1973).

La intensidad en el uso de la pradera ocasiona cambios morfológicos en las hojas; así especies con ciertas características fotosintéticas, aumentan esta capacidad despues de una defoliacion intensa, debido probablemente a que aumenta la cantidad de hojas jóvenes, lo que ocasiona que se desarrollen puntos de crecimiento en partes basales de la planta y que permanecen después de la defoliación (Ludlow y Charles-Edward, 1980).

Existen dos respuestas diferentes de las plantas en cuanto a la intensidad de pastoreo: por una parte, si el

pastoreo no es muy intenso, ésto es que queda suficiente área remanente para efectuar fotosíntesis, aumentan los rendimientos de materia seca totales (Caro *et al.*, 1972) y debido a que el efecto de la fotosíntesis es alto, aumenta la senescencia (Johnson y Parsons, 1985); mientras, por otra parte durante un pastoreo intenso se aumenta el desarrollo del rebrote, muchas veces a expensas de los carbohidratos de reserva (Riveros y Wilson 1970) y se aumenta la eficiencia fotosintética de las hojas remanentes (Jones, 1973). Es importante señalar que no existe necesariamente una relación directa entre I.A.F. y tasa de fotosíntesis de la estructura (Grant *et al.*, 1988).

## 2.2 Efecto de la frecuencia de defoliación

Desde el punto de vista de la teoría de competencia por luz, bajo defoliaciones poco frecuentes, las especies erectas se desarrollan más y sombrean a las especies rastreras. Conforme aumenta el intervalo entre defoliaciones, los rendimientos de materia seca tienden a incrementarse, por el aumento en el I.A.F. (King *et al.*, 1988); sin embargo, se ha visto que al ocurrir ésto, existe una disminución en el número de rebrotes (Grant *et al.*, 1988), aunque parece ser que esta dificultad está asociada con una alta tasa de muertes por sombreado (Pattaro, 1973) y baja capacidad fotosintética de las hojas que crecen bajo estas condiciones.

Por otra parte, el efecto contrario sucede en cuanto al peso de los rebrotes, al aumentar el intervalo entre defoliaciones, el peso por rebrote tiende a aumentar (Wilman et al, 1976).

También al aumentar la frecuencia de defoliación se muestra una clara dependencia del rebrote sobre el I.A.F. residual de los tallos; la importancia del área foliar residual en el rebrote se ha estudiado en bastantes especies de pastos (Brougham, 1956; Davidson y Donald, 1958; Milthorpe y Davidson, 1966; Humphreys, 1966). La retención de hojas en el tallo incrementa la producción de estolones y ésta parece ser la razón para un incremento en el rebrote; cuando las defoliaciones son muy frecuentes, todas las hojas son removidas, lo que resulta en una disminución en el desarrollo de los estolones y en un menor vigor, hasta ocasionar la muerte de los rebrotes; estos efectos pueden ser muy pronunciados cuando hay competencia entre especies, como en el caso de asociaciones gramínea-leguminosa (Jones, 1974).

Por otra parte, estos incrementos en el intervalo de defoliación, producen un aumento en el peso de los tallos debido a que aumenta la acumulación neta de materia seca al aumentar la energía luminosa, y los productos de este incremento son invertidos en tallos reproductores (Parsons y Penning, 1988). Estos tallos no se desarrollan con la misma rapidez que las hojas, lo que bien puede llevarlos a un ulterior incremento en la tasa de desarrollo conforme

aumenta el periodo de descanso. Bajo defoliaciones frecuentes se cosecha mayor contenido de hoja, debido principalmente a que la defoliación estimula los rebrotes axilares, además de que el pasto se mantiene joven, aumentando con ésto su calidad nutritiva (Humphreys, 1978).

A su vez Berenton y Carton (1986) encontraron que el efecto de los intervalos entre cortes interactúa con altura de corte, ésto es, que cuando los tallos son altos, la máxima producción de forraje se alcanza en frecuencias cortas de pastoreo.

Defoliaciones frecuentes y severas pueden cambiar la morfología de la planta, ya que se ha observado que repetidas defoliaciones a menudo matan a los hijuelos cerca de la parte central de la planta; sin embargo, menos tallos emergen de la periferia de la corona, y estos tallos generalmente tienen una orientación horizontal mayor que la de los tallos del centro de la planta (Ludlow y Charles-Edward, 1980). Después de la defoliación y conforme aumenta el I.A.F. al ampliarse el intervalo entre cortes o pastoreo, las hojas jóvenes empiezan a tener un hábito de desarrollo erecto en respuesta a competencia por luz (Bircham y Hodgson, 1983; Clark *et al.*, 1984). Cuando el área foliar remanente es poca después de un pastoreo frecuente y severo, las hojas jóvenes tienden a expandirse rápidamente presentando un alta intercepción de luz (Woledge, 1973, 1978).

Este efecto de cambio de morfología en la estructura

de la planta bajo diferentes frecuencias de pastoreo, se hace más evidente cuando se maneja una asociación gramínea - leguminosa, bajo defoliaciones poco frecuentes, las especies erectas como las gramíneas son hábiles para tener un desarrollo más erecto y por sombreado suprimir a las especies postradas como las leguminosas, mientras que bajo un pastoreo frecuente, las especies postradas pueden dominar a las erectas ya que los puntos de crecimiento de las primeras están casi a ras del suelo y no son afectadas (Vickery, 1981).

### **2.3 Efecto de la carga animal sobre la tasa de rebrote.**

El efecto más importante que se ejerce sobre una pradera en pastoreo es provocado por la carga animal; de este efecto se derivan una serie de implicaciones tanto fisiológicas como morfológicas para la planta y el animal en pastoreo.

La carga animal ejerce pues, un fuerte efecto por la defoliación, de la cual dependerá en gran medida la tasa de rebrote posterior.

Cuando las cargas son ligeras, la altura de los tallos en la planta parece restringir la utilización más eficiente de la pradera por los animales, ya que la profundidad del bocado se ve limitada por este factor

(Barthram y Grant, 1984; Ungar y Noy-Meir, 1988). Con cargas altas el pastoreo de tallos, asociado con remoción de tejido en expansión puede reducir la tasa de desarrollo (Davidson, 1968), aunque el general rechazo de los animales por estos tallos puede en un momento dado minimizar este efecto. Estos tallos sirven como "barrera" al consumo cuando las cargas son bajas y existe oportunidad de selección; sin embargo, al aumentar la presión de pastoreo, este tope a la defoliación es reducido y en este caso la eficiencia de utilización es alta, pero la producción neta de forraje por hectarea puede verse disminuida. Parsons et al (1983) observó que aunque el desarrollo del pasto es maximizado en pasturas relativamente altas y con cargas ligeras, la cantidad de forraje cosechado por animales en pastoreo en pastos cortos o de menor altura es mayor, como resultado de la posterior senescencia en pasturas altas.

En defoliaciones ligeras por cargas bajas, el consumo por animal aumenta (Grant et al, 1988); sin embargo en el pasto empieza una dominancia apical por la pobre utilización que ocasiona una disminución en los rebrotes y un aumento en tallos y material senescente que los animales seleccionan muy poco (Laidlaw y Berrie, 1974; Jewiss, 1981).

Al aumentar la carga, se incrementa la remoción de material, principalmente de hojas en los primeros días del pastoreo, esta remoción retarda la emergencia de las mismas, sin embargo, la tasa de desarrollo se incrementa

(Boatman y Hagggar, 1984). Cuando el material removido es joven, la recuperacion es mas rapida que cuando este material ha alcanzado ya la madurez.

Con cargas bajas, existe mayor remoción de hojas jóvenes, sin embargo, en ocasiones esto no implica que no haya existido selección por el animal, sino que las hojas jóvenes fueron mucho más accesibles que las otras al pastoreo, y ésto normalmente sucede cuando existe una gran acumulación de material (Morris, 1969; Parsons *et al.*, 1988b).

La relación del I.A.F. con respecto a la carga demuestra que existe una marcada disminución en la primera con un incremento en el numero de animales en el potrero; en el punto más bajo del valor del I.A.F. disminuye la capacidad del pasto para fotosintetizar y producir nuevo tejido, entonces decrece el consumo por animal (Johnson y Parsons, 1985).

### 3.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 GENERALIDADES

##### 3.1.1 Localización

El experimento se llevó a cabo en una zona que presenta características de sabana en el municipio de Huimanguillo en el estado de Tabasco, situado a los 18° 21' de latitud Norte y a 93° 23' de longitud Oeste.

##### 3.1.2 Clima

Segun Garcia (1973) se clasifica como Am, que corresponde a un cálido húmedo con lluvias en verano y una precipitación promedio de 2200 mm con una temperatura media a través del año de 25°C.

##### 3.1.3 Suelos

Según la clasificación de la 7a aproximación (U.S.D.A. 1960) los suelos corresponden al orden de los ultisoles con alta cantidad de aluminio intercambiable, con un PH ácido de 4.5, baja fertilidad y problemas de toxicidad de Al y Fe.

##### 3.1.4 Pradera

Se utilizó una pradera introducida con pasto Señal (Brachiaria decumbens Stapf) sembrado en Junio de 1986 a través de material vegetativo. Antes de iniciar este estudio, la pradera había sido manejada con un ensayo de pastoreo, por espacio de dos años, en el cual se probaron

3 cargas animal (3.76, 2.50, y 1.88 An/Ha), los animales eran de un peso aproximado de 227 Kgs cada uno. Este ensayo fue fertilizado con una dosis de 150-60-00 dividido en dos aplicaciones, la producción promedio de materia seca registrada para las cargas alta, media y baja fue 4030, 3792 y 3940 Kgs M.S./Ha respectivamente para el periodo comprendido de Marzo de 1987 a Abril de 1988 (Lastra *et al.*, 1988). En Octubre de 1988, la pradera sufrió un fuerte ataque de Mosca Pinta (*Aenolamia postica*), lo que bien pudo haber alterado las producciones de materia seca inicial que se registraron en el trabajo de tesis presentado aquí, a pesar del corte de uniformidad que se llevó a cabo en Enero de 1989. Este trabajo de tesis, se realizó durante un periodo de 90 días, el cual conforma la época de secas en la zona de sabana del estado de Tabasco, y que comprendió los meses de Marzo, Abril y Mayo.

### **3.1.5 Animales**

Se utilizaron vaquillas Pardo Suizo con un peso inicial promedio de 200 Kgs. cada una, las cuales fueron desparasitadas interna y externamente al inicio del experimento.

## 3.2 TRATAMIENTOS Y METODOLOGIA EXPERIMENTAL

### 3.2.1 TRATAMIENTOS

Se tuvieron un total de 3 tratamientos que correspondieron a cada una de las cargas animal en estudio (Cuadro 1).

### 3.2.2 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, en el cual los tratamientos fueron las cargas, y se tomaron como bloques los ciclos de pastoreo que completaron cuatro en total con dos repeticiones por tratamiento.

Las variables de respuesta fueron las siguientes:

- Tasa de crecimiento absoluto del pasto (producción de forraje).
- Carbohidratos no estructurales totales (CNET)
- Tasa de asimilación neta (TAN).

Se empleó el modelo estadístico de bloques completamente al azar:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

Y= La variable de respuesta

M= Efecto de la media de respuesta de los  
tratamientos

B= Efecto de ciclos de pastoreo

T= Efecto de tratamientos

i= iésimo tratamiento con valores de 1 a 3

j= jésimo ciclo con valores de 1 a 4

### 3.2.3 Manejo de la Pradera

Durante el período experimental la pradera no se fertilizó , y la técnica para determinar el tamaño de la parcela experimental fue mediante la técnica de microparcels descrita por Paladines y Lazcano (1982).

Se utilizó un sistema de pastoreo rotacional con tres días de ocupación y 15 días de descanso. Solamente se utilizaron tres días de pastoreo, ya que de acuerdo con lo reportado por Paladines y Lazcano (1982) es el tiempo que se considera confiable para medir rebrote con los animales dentro de la parcela experimental.

Cuadro No 1. Tratamientos experimentales y superficie (m<sup>2</sup>)

| Carga<br>(An/Ha) | Superficie<br>(m <sup>2</sup> ) | No Potreros |
|------------------|---------------------------------|-------------|
| 4.0              | 814.0                           | 2           |
| 3.4              | 980.5                           | 2           |
| 2.4              | 1350.0                          | 2           |

### 3.3 DETERMINACIONES EN LA PRADERA

#### 3.3.1. Forraje ofrecido

Para conocer la cantidad de forraje en oferta y la eficiencia de utilización del mismo, se hizo la evaluación de materia seca producida al inicio de cada período de pastoreo mediante el método de rendimiento comparativo descrito por Haydock y Shaw (1975), y que consiste en utilizar cuadrados de referencia o muestras reales a las cuales se les asigna una calificación en base a peso aproximado, estas muestras pueden ser 5, 8 ó 9 ó las que se seleccionen, posteriormente se tomarán otras muestras, en este caso visuales a las que se les asignarán calificaciones tomando como referencia a las muestras reales, calculándose la cantidad de materia seca, una vez pesadas las muestras a través de una ecuación de regresión.

En este trabajo, en cada potrero se determinaron 5 muestras reales de 0.25 m<sup>2</sup> en base a la altura del pasto, del mayor al menor con la calificación de 1 a 5, determinándose luego la frecuencia de ocurrencia de cada nota en base a 50 estimaciones visuales. La determinación del forraje disponible se hizo con base en la siguiente ecuación (Avendaño et al, 1986):

$$y = y + b (x_r - x)$$

donde:

y = Forraje disponible estimado de M.S. por 0.25  
m<sup>2</sup>

y = Forraje disponible promedio cosechado en las  
muestras reales.

x = Promedio de notas de las estimaciones  
visuales.

x<sub>r</sub> = Promedio de notas correspondientes a las  
muestras reales.

b = Coeficiente de regresión entre las notas  
correspondientes a las muestras reales (x) y  
el forraje cosechado en las mismas.

El forraje presente en las muestras reales, fué cosechado a nivel del suelo y pesado en verde, separándose posteriormente por componentes (hoja, tallo, maleza y material muerto), los cuales fueron secados a 70°C durante 36 h. en una estufa de aire forzado para su posterior determinación de materia seca.

### **3.3.2 Forraje rechazado o residual**

Para determinar la cantidad de forraje reechazado, se hizo la evaluación de materia seca al final de cada período de pastoreo, utilizándose las mismas técnicas descritas para el forraje ofrecido.

### 3.3.3 Índice de área foliar

El Índice de área foliar (I.A.F.) está definido como el área de hoja presente por unidad de área de suelo (Brown y Blaser, 1968). Para estimarlo, se determinó primeramente el número de hojas presentes por muestra de 0.25 m<sup>2</sup>; se calculó la superficie de las hojas clasificándolas según su tamaño en chicas, medianas y grandes; solamente la lámina fué clasificada como hoja, los pecíolos y hojas aún no desarrolladas fueron clasificadas como tallos.

La fórmula utilizada para determinar el I.A.F. fué la siguiente:

$$IAF = (\text{Longitud de hoja} \times \text{Ancho de hoja}) \times \text{No de hojas} / 10000$$

Las mediciones se hicieron antes y después de cada pastoreo. Las muestras se tomaron de acuerdo a las calificaciones que se tenían para forraje disponible, utilizándose las que tenían las mayores frecuencias.

### 3.3.4 Grado de defoliación.

Se determinó el grado de defoliación para hoja y tallo de la pradera, empleándose la siguiente ecuación:

$$G.D. = \frac{O - R}{O} \times 100 \quad (\text{Avendaño et al 1986})$$

donde:

O = Cantidad de forraje en oferta del componente  
al inicio del pastoreo (Kg. M.S./Ha)

R = Cantidad de forraje rechazado o residual del  
componente al salir los animales (Kg.M.S./Ha)

### 3.3.5 Tasa de crecimiento absoluto (T.C.A)

Esta se determinó tanto para hojas como para tallos  
mediante la siguiente fórmula:

$$TCA = \frac{PS2 - PS1}{T2 - T1} \quad (\text{Gardner et al, 1985})$$

donde:

PS2= Peso seco del componente de la planta en el  
tiempo 2.

PS1= Peso seco del componente de la planta en el  
tiempo 1.

t2-t1= Intervalo entre muestreos (15 días)

### 3.3.6 Tasa de asimilación neta (T.A.N.)

Esta se determinó mediante la fórmula:

$$TAN = \frac{PS2 - PS1}{t2 - t1} \times \frac{\ln AF2 - \ln AF1}{AF2 - AF1}$$

(Gardner et al 1985).

### 3.3.7 Determinación del contenido de carbohidratos no estructurales totales (CNET).

Se determinaron los CNET en la base del tallo y la raíz. El muestreo se realizó al inicio y al final de cada periodo de pastoreo; se extrajeron dos bloques de suelo con varias cepas con tallo y sistema radicular; los bloques fueron transportados en hielo hasta el laboratorio con el fin de evitar el desdoblamiento de los CNET, manteniéndose por una hora a punto de congelación, posteriormente eran lavados con agua corriente para obtener el tallo y la raíz de cada cepa ; de aquí se llevaban a una estufa de aire forzado para se secados a 100°C por una hora y luego a 60°C durante 48 horas (Smith, 1973).

Las muestras secas se molieron en un molino de martillos con criba de 1 mm para su posterior análisis químico. Para la determinación de las muestras que se tomaron, se siguió el mismo procedimiento que el utilizado para el área foliar.

Para la extracción de los CNET se utilizó un método desarrollado por Mc Cready et al (1950), con modificaciones hechas por Sosa (1978). Para la determinación de los CNET se utilizó el método del Fenol-Sulfúrico desarrollado por Hodge y Hofreiter (1962).

#### 4.- RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Masa total de forraje ofrecida y rechazada

En la masa total de forraje ofrecida y rechazada no se observó efecto de la carga en términos de que se incrementara cuando las cargas eran menores. Los datos que se presentan en la Fig. 1 señalan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre cargas donde las mayores cantidades de masa total ofrecida se alcanzaron en las cargas intermedias (3.4 anim./Ha). Este comportamiento bien pudo haberse debido a que las cantidades ofrecidas al inicio del período fueron mayores para la carga media, aún cuando se hizo el corte de uniformidad adecuado, esto fué ocasionado por un probable efecto acarreado de la plaga que asoló la pradera algunos meses antes de iniciar este ensayo, y que pudo haber influido en el menor ó mayor crecimiento de algunos lotes.

Estas tendencias si bien no son las reportadas por la literatura (Chacón y Stobbs, 1976; Mayne et al, 1988) de que a mayores cargas menores producciones de forraje, este efecto pudo haberse disminuido por las cantidades presentes al inicio del experimento, donde ya existía una tendencia hacia mayores producciones de forraje en la carga media como se ha señalado, además que el período de medición fué corto (comprendido del 8 de marzo al 6 de junio) y que por haber incluido una sola época de crecimiento, la carga no

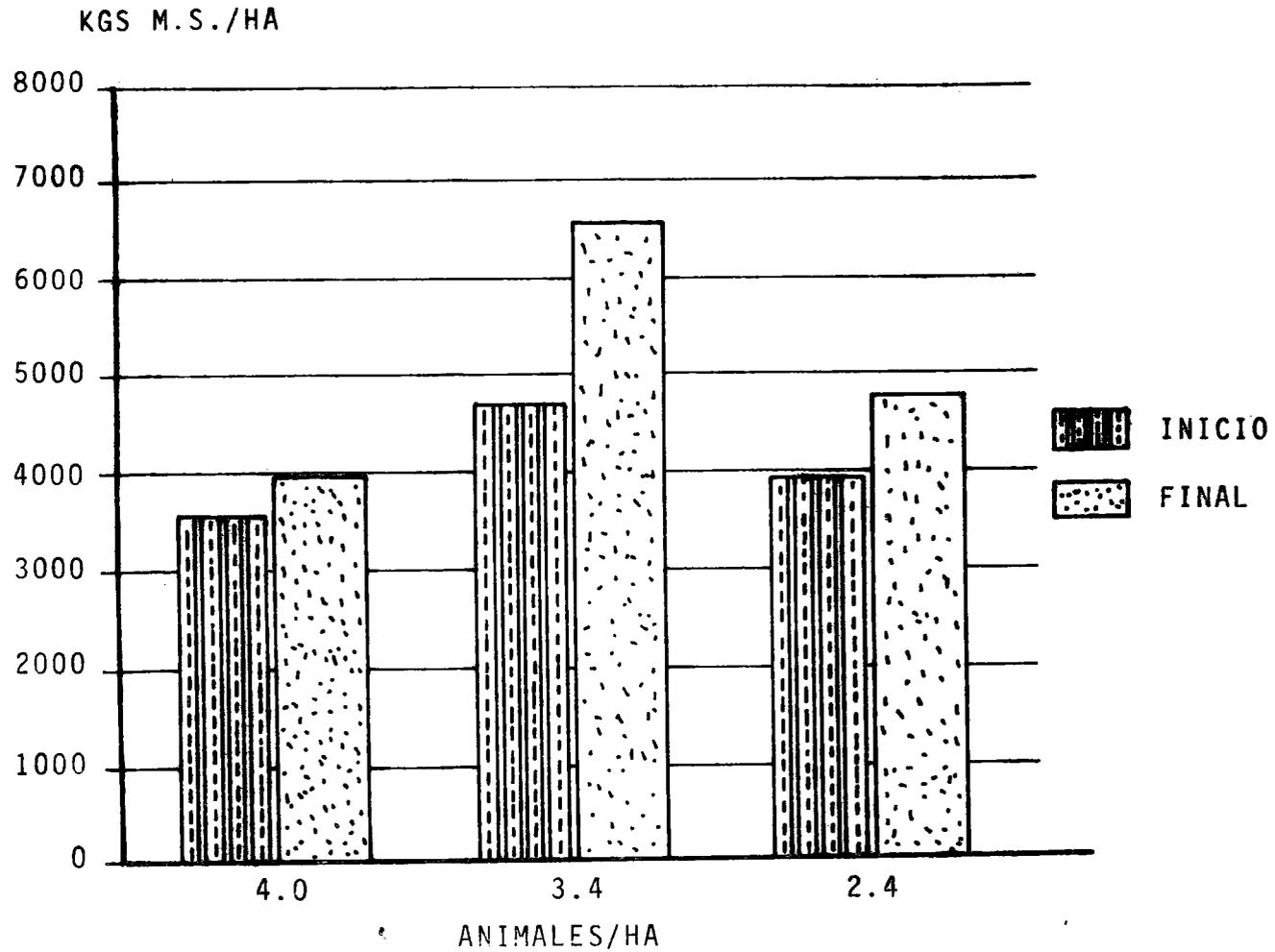


FIG. 1 MASA DE FORRAJE (KGS/HA) EN UNA PRADERA DE BRACHIARIA DECUMBENS AL INICIO Y AL FINAL DEL PERIODO DE PASTOREO

logro eliminar el efecto anterior.

La masa total de forraje rechazada presentó la misma tendencia para la señalada en la Fig. 1, con mayores valores para la carga intermedia (3218 Kg. M.S./Ha) y baja (2819 Kg. M.S./Ha) y las menores para la carga alta (2171 Kg. M.S./Ha). Se presentaron diferencias significativas entre cargas ( $P < 0.05$ ) conservando las mismas tendencias, de mayor forraje en la carga media, ya que aunque se dió una diferencia entre cargas, esta diferencia en la masa ofrecida fué mucho mayor, lo que no permitió la manifestación de la carga en términos del remanente. Estas tendencias contrarias a lo reportado (Clark et al, 1984; De Leeuw y Baker, 1986), tienen su explicación en lo anteriormente señalado.

#### 4.1.1 Masa de forraje ofrecida y rechazada por componentes.

##### 4.1.1.1 Hojas.

El total de hojas ofrecido para cada una de las cargas presente una diferencia estadísticamente significativa entre cargas ( $P < 0.05$ ), siendo mayor la producción para la carga media (3246 Kg. M.S./Ha) que para el resto de las cargas (Fig. 2). La tendencia que se ha venido mostrando hacia la carga media (3.4 Anim./Ha) estuvo fuertemente reflejada en las hojas, ya que hubo una acumulación de

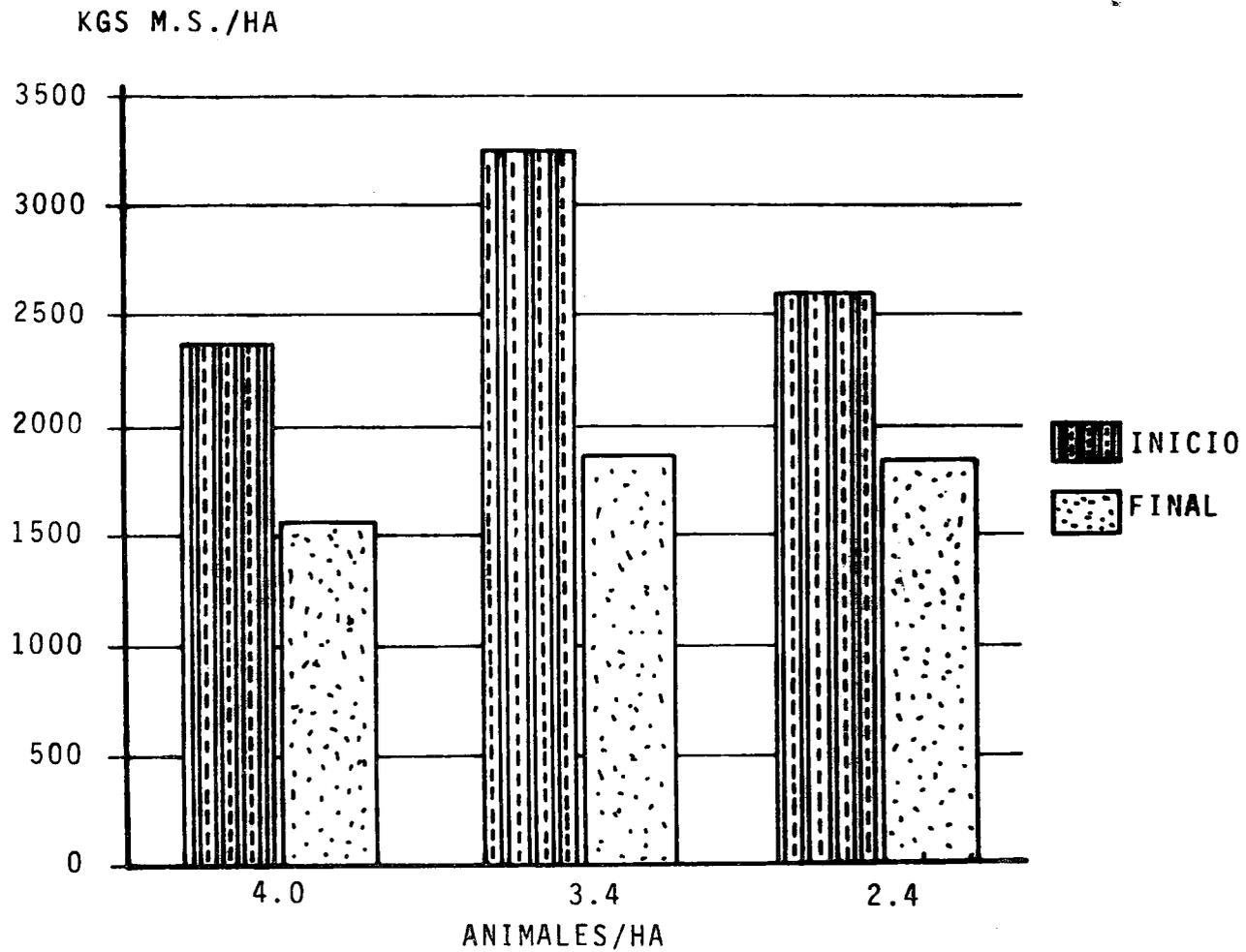


FIG. 2 MASA DE HOJA OFRECIDA Y RECHAZADA (KG/HA)  
EN UNA PRADERA DE BRACHIARIA DECUMBENS  
BAJO TRES CARGAS ANIMAL.

estas probablemente ocasionada por el efecto que se ha presentado para esta carga, en la que existía una gran cantidad de material disponible al inicio del experimento, y muy seguramente este material presentaba una gran cantidad de hojas jóvenes fotosintéticamente activas lo que permitió que alcanzara una mayor producción por hectárea; al respecto Parsons et al., (1988b) han mostrado que después de un pastoreo, existe una gran cantidad de hojas jóvenes que empiezan a expandirse y a tener una alta capacidad fotosintética que les permite una vez que alcanzan su máximo I.A.F. presentar altas producciones de M.S./Ha.

Para el caso de las cargas altas, donde existieron las menores producciones (2368 Kg. M.S./Ha), este es un efecto directamente relacionado con la carga, en la que el material aun está en estado de desarrollo y los rebrotes de las hojas son muy pequeños y no han alcanzado su completo desarrollo (Hodgson, 1966; Morris, 1969; Boatman et al., 1984; Parsons et al., 1988a)

En lo que se refiere a rechazo del material, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) aunque las tendencias siguieron exactamente la misma relación que para el caso de material en oferta; el mayor rechazo fue para la carga media, esto es en esta carga quedo la mayor cantidad de remanente de hojas (1859 Kg. M.S./Ha) (Fig. 2), Bircham et al. (1984) han señalado que al quedar un mayor remanente de lámina de hoja, aumenta la

tasa de desarrollo debido a que pueden interceptar una mayor cantidad de luz, a diferencia de cuando la defoliación es más intensa; el tiempo para alcanzar este total de intercepción de luz aumenta, en ocasiones como ha señalado Brougham (1956) hasta 24 días ya que la lámina remanente no es lo suficientemente grande ni eficiente; Grant et al. (1981a) por su parte señalan que la cantidad de lámina verde remanente después de una defoliación, está positivamente relacionada con la cantidad de luz interceptada. Este efecto se notó claramente en la cantidad de hoja ofrecida que fué mayor que en el resto de las cargas estudiadas.

Para el resto de las cargas alta y baja, el menor forraje remanente fué para la carga alta (1556 Kg. M.S./Ha) siendo éste el reflejo de la cantidad de hoja en oferta, y probablemente de la mayor accesibilidad que se tuvo a las hojas en esta carga; Ungar y Noy-Meir (1988) y Parsons et al. (1988b) coinciden en señalar al respecto que en cargas altas, existe menos material senescente y mayor cantidad de rebrotes, lo que ocasiona que se haga un uso más eficiente de la pradera, al tener los animales una mayor accesibilidad a estos materiales; King et al. (1984ab) por su parte también sugieren que el manejo que involucra defoliaciones severas puede ser más deseable ya que hace un uso más eficiente del área de hoja en fotosíntesis por unidad de área foliar.

#### 4.1.1.2 Tallos.

La cantidad de tallos en la masa de forraje ofrecido no presentó diferencias ( $P > 0.05$ ), sin embargo las tendencias planteadas anteriormente se observaron muy marcadamente para la carga media (4405 Kg. M.S./Ha); para las cargas alta y baja, se presentaron diferencias de aproximadamente 800 Kg. M.S./Ha a favor de la carga baja (Fig. 3); en este caso la tendencia encontrada en este estudio concuerda con la literatura (Barthram y Grant, 1984; Parsons y Penning, 1988) en la que se señala que cuando la carga es ligera, existe acumulación de material y por tanto se presenta un incremento en energía luminosa que es captada y los productos de este incremento son invertidos en tallos reproductivos. Los tallos no se desarrollan tan rápidamente como las hojas, esto aunado a que cuando existe oportunidad de selección por los animales en pastoreo, solo al final son removidos los tallos (Chacón y Stobbs, 1976), por lo que pudo haber existido una acumulación de tallos conforme fueron pasando los ciclos de pastoreo.

En lo que se refiere al forraje remanente o rechazo, en la carga alta quedó la menor cantidad de tallo (819 Kg. M.S./Ha); al respecto Barthram y Grant (1984) también señalan que conforme aumenta la presión de pastoreo, los animales tienden a pastorear los tallos, esto concuerda

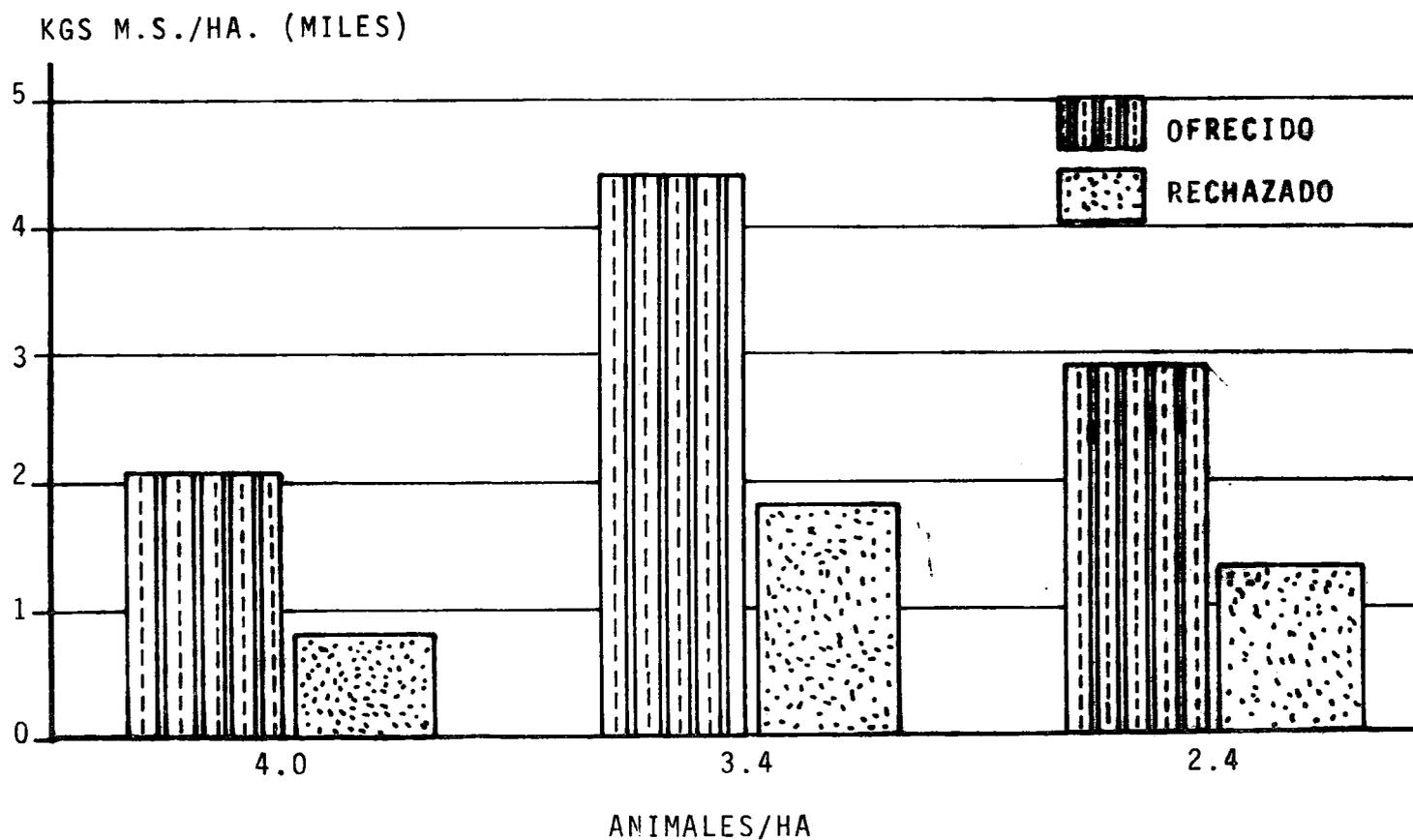


FIG. 3 MASA DE TALLO OFRECIDA Y RECHAZADA (KGS/HA) EN UNA PRADERA DE BRACHIARIA DECUMBENS BAJO TRES CARGAS ANIMAL

con los reportes de otros autores (Chacón y Stobbs, 1976; Clark *et al.*, 1984). La mayor cantidad de forraje remanente se observo en la carga media (1820 Kg. M.S./Ha) lo cual se reflejó en la cantidad de forraje en oferta, ya que éste tendió a recuperarse más rápidamente que el resto de las cargas, concordando con lo reportado por Carlson (1966) en que la remoción de material vivo retarda la emergencia del mismo, y los asimilatos de los tallos sin pastorear son trasladados a los pastoreados para acelerar el desarrollo.

## **4.2 Grado de Defoliación**

### **4.2.1 Masa Total**

El grado de defoliación de la masa total no presentó diferencias entre cargas, sin embargo el menor grado correspondio a la carga baja (37.75%) como se muestra en el Cuadro 2, lo cual concuerda con los datos presentados por Chacón y Stobbs (1976); quienes reportaron que a bajas presiones de pastoreo, los animales tiene mayor oportunidad de seleccionar las partes más nutritivas de la planta. Avendaño *et al.* (1986) observaron un mayor grado de defoliación en los estratos superiores de la pastura, tendiendo siempre a ser menor en la masa total debido a la presencia de material muerto. Parsons *et al.* (1988b) reporta un efecto similar al encontrar que en cargas pesadas es cosechado el 25% del material presente en una pradera, mientras que en cargas ligeras solo el 13% es

CUADRO: 2 GRADO DE DEFOLIACION PARA LA MASA TOTAL Y SUS COMPONENTES BAJO TRES CARGAS ANIMAL.

| CARGA       | MASA TOTAL (%) | TALLO (%) | HOJA (%) |
|-------------|----------------|-----------|----------|
| ALTA (4.0)  | 45.25 a        | 35.27 a   | 29.05 a  |
| MEDIA (3.4) | 47.25 a        | 49.23 a   | 50.77 a  |
| BAJA (2.4)  | 37.75 a        | 38.44 a   | 30.19 a  |

VALORES CON DISTINTA LITERAL EN UNA MISMA COLUMNA SON DIFERENTES (P 0.05).

cosechado, quedando en estas cargas incluso una gran cantidad de rebrote sin cosechar, aunque esto es variable para cada pasto, existiendo también un efecto del estado fenológico en que se encuentre la pastura.

#### 4.2.2 Hojas

Para las hojas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), sin embargo los resultados del Cuadro 2 muestran que el mayor grado de defoliación estuvo en la carga media, esto no concuerda con los reportes de la literatura en los que se menciona que los animales tienden a aumentar la defoliación bajo cargas severas (Chacon y Stobbs 1976; Stuth *et al.*, 1981; Kristensen, 1988) sin embargo, esto podría atribuirse a que en la carga media se ofertaba una mayor cantidad de hoja (Fig. 2) y bien pudo ser que al existir una mayor cantidad de material, éste no hubiese sido consumido sino que haya sido objeto de una intensa destrucción por los animales. Stuth *et al.* (1981) ha señalado al respecto que conforme aumenta la cantidad de forraje disponible, aumenta la ineficiencia de utilización de la pradera debido a que mucho material es perdido a través de senescencia y descomposición.

En lo que respecta a la carga alta, en los potreros se detectaron partes que estaban siendo afectadas por heces y orina, lo que provocó que los animales ejercieran

selección de algunas partes de la planta, y esto muy probablemente afecte el grado de defoliación detectado en esta carga que fue el menor de las tres. Este efecto importante de heces y orina ya ha sido reportado por algunos investigadores (De Leeuw y Bakker, 1986; Kristensen, 1988) y se ve fuertemente desarrollado cuando se utilizan parcelas pequeñas como en el caso de este ensayo, ya que por su tamaño los potreros se saturan pronto de excremento cuyas tasas de descomposición varían de acuerdo al clima y al consumo de cada animal, además de que en el caso de este trabajo el periodo de descanso era muy corto para esa descomposición y por tanto las heces tendían a acumularse y los animales evitaban pastorear esas áreas, reduciendo su superficie de pastoreo. Este efecto fue mayor como se mencionó anteriormente en la carga alta ya que era la que contaba con la menor superficie. Otro factor que quizá pudo haber influido en el bajo grado de defoliación en esta carga alta fue la "experiencia" que los animales fueron adquiriendo a través de los periodos de pastoreo; en este ensayo el periodo de pastoreo era muy corto ya que la finalidad era medir el rebrote, y los animales pasaban rápidamente de una carga alta con poco forraje a una carga media donde podían ejercer una mayor selección, lo que provocó que después de cierto tiempo, estuvieran condicionados a esto, y muy probablemente se abstuvieran de ejercer una mayor defoliación en la carga alta, ya que por "experiencia"

sabían que pasarían muy pronto hacia otra carga con mayor cantidad de forraje; al respecto Hafez (1967) señala que una vez que los animales conocen el área en que pastorean adquieren "experiencia" para seleccionar entre plantas las de su preferencia y son capaces de caminar grandes distancias para encontrar pasturas nuevas y jóvenes a cambio de las maduras y viejas. Los factores que se han mencionado anteriormente bien pudieron haber alterado la presión a través de las cargas. Por otra parte para la carga baja, probablemente existió un efecto de inaccesibilidad a las hojas provocado por los pseudotallos, ya que conforme existe una mayor cantidad de forraje para seleccionar, los animales buscan materiales de mayor digestibilidad como las hojas, y en estos casos la altura de los pseudotallos parece restringir la profundidad del bocado (Barthram y Grant, 1984).

#### 4.2.3 Tallos

El grado de defoliación para los tallos siguió una tendencia similar a la de las hojas, aunque las tendencias fueron menos marcadas. No se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ). La carga media (3.4 Anim./Ha) fué la que presentó el mayor grado de defoliación, lo cual puede ser atribuido al mismo efecto ocurrido en las hojas: al existir una gran cantidad

de material, este fue objeto de destrucción por pisoteo, pérdidas por senescencia, etc., más que por una eficiente utilización (Stuth et al, 1981). Sin embargo, Clark et al, (1984) ha mencionado que en áreas bajo pastoreo rotacional la defoliación es proporcional a la tasa de desarrollo; en algunos estudios de este tipo se ha visto que en ocasiones, los tallos reproductivos que están fuertemente ligados a las hojas, son pastoreados en un alto porcentaje (Chapman et al, 1984; Arnold, 1984), por lo que no se descarta la posibilidad de que en este estudio haya existido también un buen consumo de estos materiales.

Los porcentajes de defoliación para las cargas alta y baja fueron muy similares (35.27% y 38.44% respectivamente); para la carga alta bien podría atribuirse al poco tiempo que los animales permanecieron en la pradera y al igual que como se mencionó para las hojas a la "experiencia" de pastoreo que fueron adquiriendo (Hafez, 1967) que se pudo ver aumentada en el caso de los tallos, que no son de las partes preferidas por los animales en pastoreo (Chacon y Stobbs, 1976; Mayne et al, 1988).

Para la carga baja, probablemente existió un efecto acumulativo y los tallos que existían se encontraban ya en periodos avanzados de crecimiento, lo que provocó que la defoliación fuera menor; Ungar y Noy-Meir (1988) han señalado que la altura de los tallos limita la profundidad del bocado, y un incremento en altura a expensas de

densidad o cobertura bien puede reducir el consumo.

### **4.3 Tasa de Crecimiento**

#### **4.3.1 Tasa de Crecimiento Absoluto**

##### **4.3.1.1 Hojas**

Para la tasa de crecimiento absoluto en hojas (TCA) no se presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre cargas; sin embargo el mayor crecimiento se presentó en la carga media (Fig. 4); esta carga también presentó el mayor grado de defoliación, por lo que se podría asumir que la mayor defoliación provocó un mayor crecimiento, Boatman y Haggar (1984) han reportado al respecto que el efecto de la defoliación sobre el crecimiento se eleva al aumentarse la primera; el mismo efecto ha sido observado por Hodgson (1966) y Morris (1969); Johnsons y Parsons (1985) por su parte concluyeron que el área de hoja está fuertemente influenciada por la defoliación y la producción puede ser significativamente afectada por la senescencia.

Para las cargas alta y baja se siguió teniendo el efecto que se ha estado manejando a lo largo de este trabajo, en el que las producciones iniciales siempre fueron menores para estas cargas; además el tiempo de duración de este ensayo (90 días) que comprendió solamente

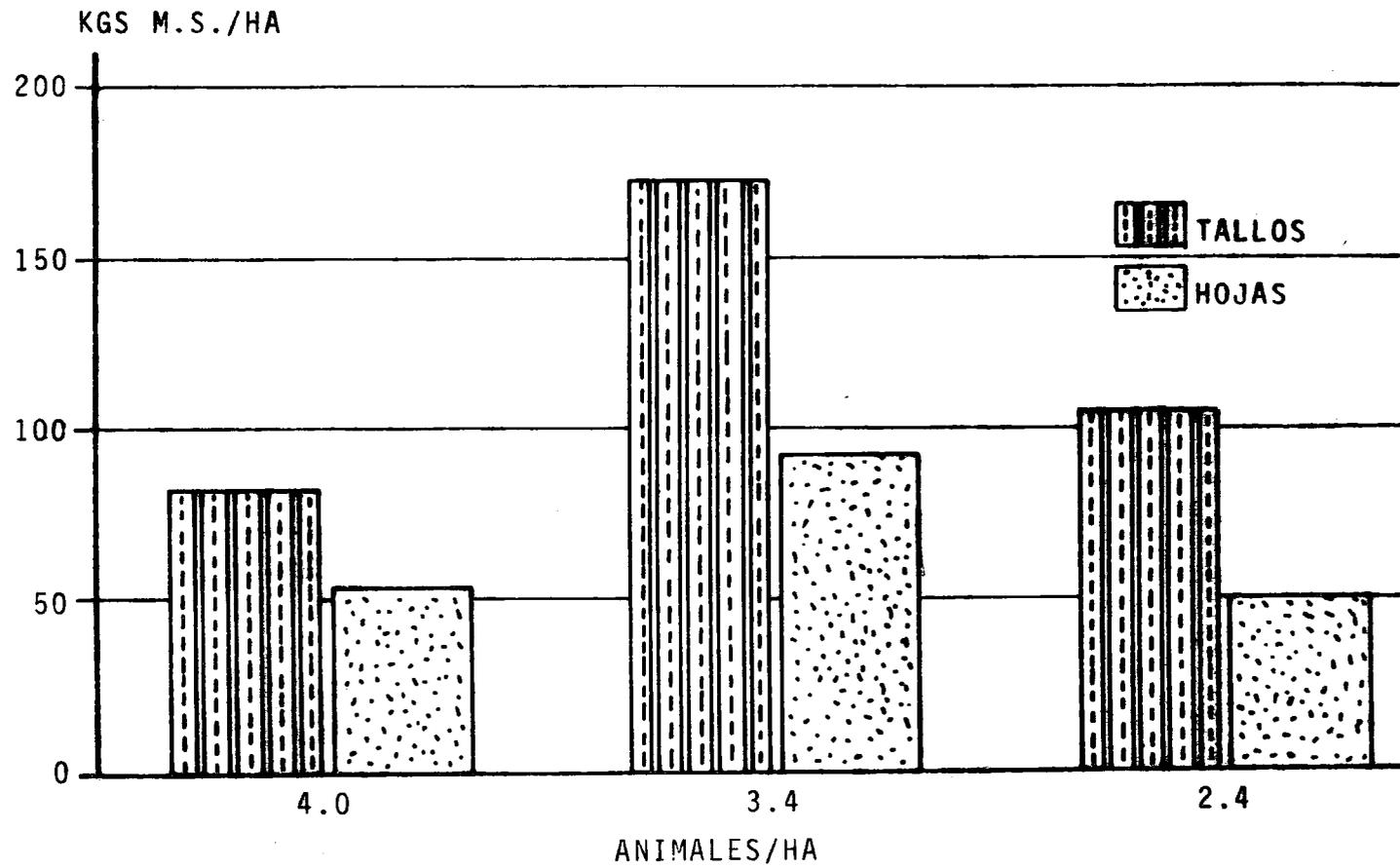


FIG. 4 TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO PARA HOJAS Y TALLOS (KGS/HA/DIA)

una época del año (seca) no permitió la manifestación clara del efecto de las cargas sobre la TCA.

La baja TCA que presento en la carga baja (50.55 Kg. M.S./Ha/día) puede ser muy probablemente atribuido a que existían hojas en un avanzado estado de madurez que no eran pastoreadas por los animales (Chacón y Stobbs, 1976), estas hojas al no ser pastoreadas tendían a aumentar su lámina, quizá incrementando la intercepción de luz en los estratos superiores pero sombreando a las hojas de los estratos inferiores, lo que provocaba que pudiese incrementarse la cantidad de material muerto (Parsons et al., 1988a) y esto evitaba que se presentara un incremento en la tasa de crecimiento, ya que los rebrotes eran muy pocos debido precisamente a la cantidad de hojas viejas. Parsons et al. (1988b) observaron que después del rebrote existe una predominancia de hojas jóvenes y éstas son las únicas capaces de tener expansión; Boatman y Haggar (1984) también observaron un gran crecimiento en plantas defoliadas en comparación a las no defoliadas; Bircham y Hodgson (1983) también detectaron un bajo crecimiento en rebrotes de Poa pratensis, atribuyéndolo a una reducida capacidad fotosintética producto del sombreado por rebrotes mas altos.

Para la carga alta, la TCA fue pequeña debido a que la recuperación fue más lenta ya que el remanente fue el menor (1556.5 Kg/M.S./Ha), además que el porcentaje de defoliación fue también muy bajo (Cuadro 2) atribuido a manchones en el potrero fuertemente infestado con heces.

lo que pudo haber propiciado partes con plantas ya senescentes y con baja tasa de crecimiento, y otras que eran fuertemente pastoreadas ya que estaban libres de excremento, pudiendo esto haber influido para que el crecimiento fuera más lento debido al corto periodo de descanso que no propiciaba una recuperación rápida; al respecto, Carlson (1966) ha reportado que la remoción de hojas bajo cargas severas, retarda la emergencia de las mismas, y por lo tanto el crecimiento. Probablemente también pudo existir pastoreo de algunos pseudotallos asociados con hojas en expansión, lo cual también contribuye a reducir la tasa de desarrollo (Davidson, 1968). Parsons et al. (1983) observó que el desarrollo del pasto es maximizado en pasturas relativamente altas y ligeramente pastoreadas, lo cual puede concordar con lo ocurrido en esta carga alta, donde el pasto remanente era muy corto y severamente pastoreado, por lo que el desarrollo fue mas lento.

#### 4.3.1.2 Tallos

En la TCA de los tallos, la tendencia siguió siendo la misma, aunque no se presentaron diferencias significativas, el promedio fué mayor para la carga media (173 Kg. M.S./Ha/día) (Figura 4). El total remanente después de la defoliación fué mayor para la carga media, lo cual se podría explicar porque al existir una mayor

cantidad de tallo remanente, este tuviera una mayor TCA, significando que conforme los tallos tengan una mayor altura, un máximo crecimiento se alcanza en un lapso corto de rotación (en este caso 15 días); al respecto Berenton y Carton (1986) encontraron que conforme existe un incremento en la altura de los tallos, las máximas producciones de forraje son alcanzadas en intervalos cortos de pastoreo. También Jones (1974) mostró que existe una gran dependencia del tallo remanente sobre el posterior crecimiento, ya que aunque en un porcentaje muy bajo en comparación con las hojas, el tallo también realiza fotosíntesis; Riveros y Wilson (1970) observaron que en leguminosas el crecimiento posterior a una defoliación está más distribuido en los tallos residuales altos. Algunos autores (Parsons y Penning, 1988; Mayne et al., 1988) mencionan que el desarrollo de los tallos no es tan acelerado como el de las hojas, por lo que el crecimiento de los tallos en esta carga bien podría ser atribuido a un efecto acumulativo conforme se fueron sumando los períodos de desarrollo a través de los ciclos de pastoreo.

La carga baja presentó también un crecimiento menor (105 Kg. M.S./Ha/día) lo que pudo ser ocasionado por la gran cantidad de tallos en avanzado estado de madurez que sombreaban a los estratos inferiores ocasionando una disminución en su crecimiento. A cargas bajas existe una mayor oportunidad de selección; Barthram y Grant (1984)

han mostrado que bajo estas condiciones los animales se muestran reacios al pastoreo debido al gran número de pseudotallos que existen, impidiendo entonces al no defoliarlos la pérdida de la dominancia apical que como han señalado algunos autores (Laidlaw y Berrie, 1974; Jewiss, 1981) impide que haya un crecimiento más acelerado de estos tallos y se limite el potencial de rebrote de los mismos.

Para la carga alta en la que quedó la cantidad más pequeña de remanente (819 Kg. M.S./Ha), también presenta la mas baja tasa de crecimiento (83 Kg. M.S./Ha/día), lo cual puede representar la lentitud de la recuperación de los tallos que ha sido descrita por Parsons y Penning (1988). Además el corto intervalo entre pastoreos también pudo influir en que la recuperación no fuera la esperada; Jones (1973, 1974) concuerda con esto al señalar que defoliaciones muy frecuentes además de remover las hojas disminuyen el desarrollo de los estolones, el vigor y pueden llegar incluso a ocasionar la muerte.

#### **4.4 Tasa de Asimilación Neta**

##### **4.4.1 Hojas**

Los promedios mostrados en el Cuadro 3 señalan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, siendo la mayor tasa de asimilación neta (TAN) para la carga media (39 Kg. M.S./Ha/día), que

CUADRO: 3 EFECTO DE LA CARGA ANIMAL SOBRE LA T.C.A. Y  
T.A.N. EN UNA PRADERA DE BRACHIARIA DECUMBENS

| CARGA ANIMAL<br>(CAB/HA) | T.A.N.<br>(KG M.S./HA/DIA) | T.C.A.  |          |
|--------------------------|----------------------------|---------|----------|
|                          |                            | HOJAS   | TALLOS   |
| ALTA (4.0)               | 24.63 ab                   | 54.14 a | 82.98 a  |
| MEDIA (3.4)              | 38.78 a                    | 92.46 a | 172.91 a |
| BAJA (2.4)               | 17.61 b                    | 50.55 a | 105.31 a |

VALORES CON DISTINTA LITERAL EN UNA MISMA COLUMNA SON  
DIFERENTES (P 0.05).

además tuvo la mayor tasa de crecimiento absoluto (TCA), lo que seguramente influyó para estos resultados, después de la defoliación, que en esta carga tuvo los mayores porcentajes tanto para tallos como para hojas, la TAN fue la más alta y esto podría sugerir que aunque la defoliación remueve muchas de las hojas, las hojas remanentes son mucho más eficientes para efectuar la fotosíntesis ya que son hojas jóvenes en pleno crecimiento que tienen una alta eficiencia fotosintética y por ende un desarrollo más acelerado que concuerda con los resultados de este trabajo donde las tasas de crecimiento fueron mayores que para las otras cargas; al respecto Fisher (1973) mostró que partes defoliadas muy frecuentemente produjeron nuevo tejido y se desarrollaron más rápidamente que pastos menos frecuentemente defoliados. Grant y King (1983) encontraron en pasto Bermuda (Cynodon dactylon) que a valores iguales de I.A.F. las hojas jóvenes son fotosintéticamente más activas y más eficientes en la utilización de luz que hojas viejas que se acumulan por abajo de la altura de pastoreo. King et al. (1984a) también mencionan el efecto de una alta eficiencia fotosintética debido a la gran incidencia de luz brillante en pastos "cortos" y densos.

En la Figura 5 se observa como los I.A.F. de las diferentes cargas fueron variando a través de los días de pastoreo y descanso, lo cual estuvo influenciando la TAN; para la carga alta, la tendencia se presentó como se reporta en la literatura (Brougham 1956, 1958; Galaviz

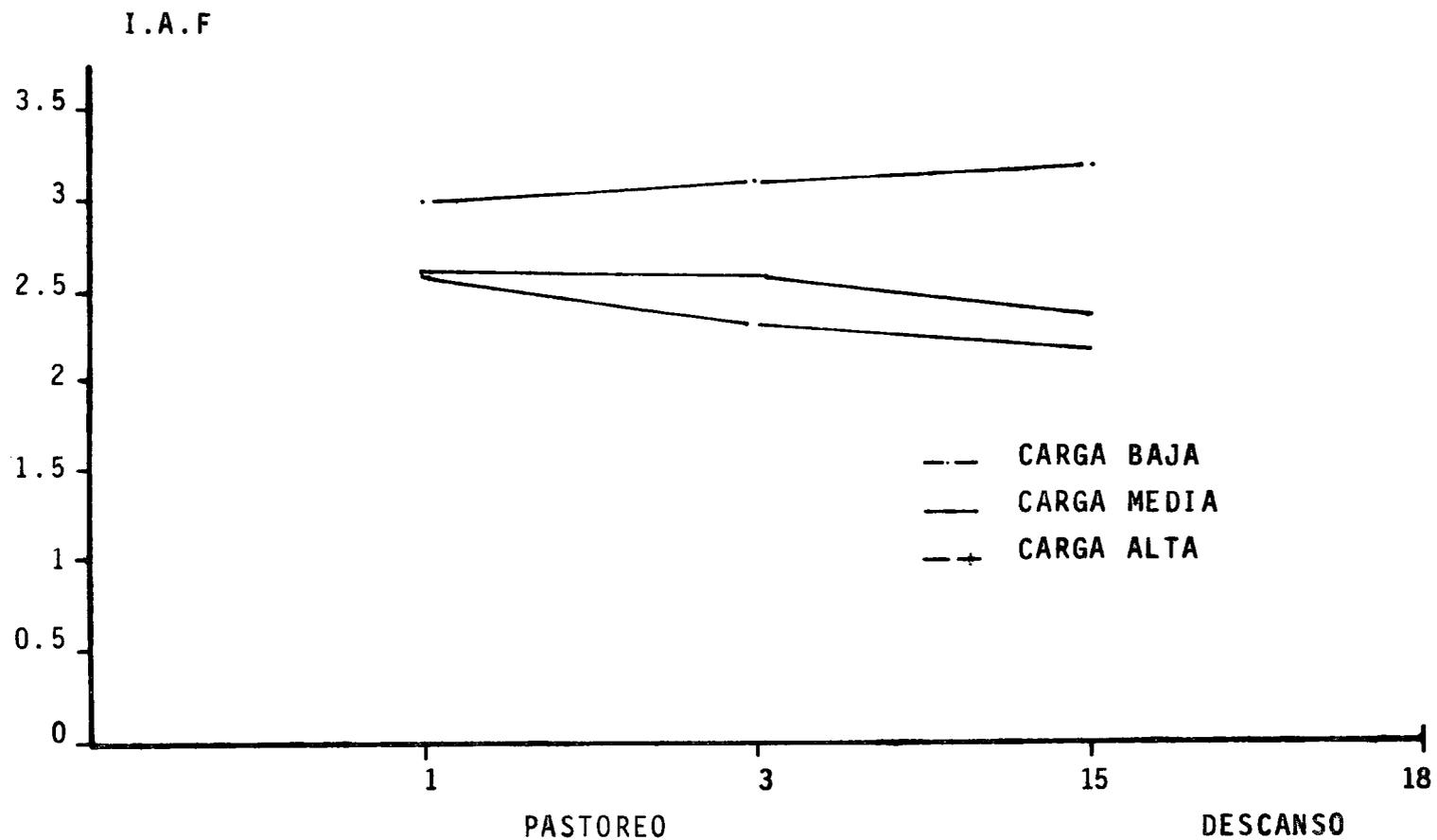


FIG. 5 EFECTO DE LA CARGA ANIMAL EN EL INDICE DE AREA FOLIAR DURANTE EL PERIODO DE PASTOREO Y DESCANSO

1981), tuvo los menores I.A.F. durante los días de pastoreo (3 días) con cierta tendencia a la baja durante los siguientes 15 días que fué el período de descanso, observándose claramente que este período no era lo suficientemente largo para la recuperación de la planta, a diferencia de la carga baja donde, tal y como se ha reportado (Parsons et al.,1988ab), las hojas presentan una lámina bastante grande, lo que le permitiría una mayor intercepción de luz, sin embargo en esta carga la TAN fue menor que para el resto de las cargas (17 Kg. M.S./Ha/día), igualmente las tasa de crecimiento que se presentaron para hojas y tallos fueron pequeñas en comparación a los otros tratamientos. Desde el punto de vista de remoción de material, este fue de 38.44% para tallos y 30.19% para hojas, lo cual da una idea de la baja utilización que se hizo de la pradera, debido a que como se ha mencionado en capítulos anteriores, los animales tenían oportunidad de seleccionar partes de su preferencia, y el material remanente tendía a acumularse a través de los ciclos de pastoreo, ocasionando que existiera material en avanzado estado de madurez que no es muy activo para efectuar la fotosíntesis, por lo que su crecimiento también se vio disminuido, concordando con lo señalado por Woledge (1973) y Parsons et al.(1983a) sobre la baja eficiencia fotosintética de hojas y tejido senescente, además probablemente hubo un fuerte efecto de sombreado debido precisamente a la gran cantidad de material acumulado que existía, al respecto Woledge (1977, 1978, 1979) ha señalado

que las hojas creciendo bajo sombreado son fotosinteticamente menos activas y de crecimiento mas lento que las desarrolladas bajo altas intensidades de luz. Varios autores (Tow, 1967; Tainton y Cooper, 1968; Rajan et al., 1973) han señalado al respecto que la TAN de gramíneas C4 parece ser más sensible al sombreado que las leguminosas tropicales y los pastos templados, esta gran sensibilidad surge según observaciones de Ludlow y Wilson (1971) y Tainton y Cooper (1968) a partir de una gran dependencia de la iluminación sobre la tasa fotosintética.

Para la carga alta, la TAN tuvo un valor menor que para la carga media (24.43 Kg./Ha/día) y la TCA para hojas fué menor así como el porcentaje de defoliación (29.05%); esto podría atribuirse; por una parte a que existen plantas en avanzado estado de madurez que no son pastoreadas debido a la gran cantidad de heces acumuladas y que se encuentran en diferentes estados de descomposición; de ser así, el efecto sería muy similar al presentado para la carga baja donde el sombreado por acumulación de material ejerce un importante efecto sobre la TAN. Por otra parte y de acuerdo a los I.A.F. presentados en la Figura 5, las plantas que si eran defoliadas lo eran muy severa y frecuentemente, ya que el periodo de descanso era muy corto (15 días) como se mencionó líneas arriba, para su recuperación, impidiendo que se hiciera un uso eficiente de la energía radiante, ya que los rebrotes tenían muy poca lámina que los hacia muy

ineficientes en la intercepción de luz, existen evidencias en la literatura de este efecto, así Parsons et al. (1983a) señalan que bajo una fuerte presión de pastoreo, la fotosíntesis tiende a disminuir ya que mucha de la luz es interceptada por hojas ineficientes, esto es que su lámina es muy pequeña para hacer un mejor uso de la energía luminosa, de aquí las bajas TAN reportadas en este trabajo para la carga alta. Respecto a la frecuencia de defoliación, Brougham (1956, 1958) ha hecho hincapié a través de sus ensayos que una alta producción fotosintética sólo puede ser alcanzada cuando los cortes o el pastoreo son con poca frecuencia, permitiendo a la planta desarrollarse hasta alcanzar una adecuada lámina de hoja para una mayor intercepción de luz, pero hasta un punto máximo de desarrollo después del cual la hoja es senescente y su capacidad fotosintética desciende (Parsons et al, 1988b)

#### **4.5 Carbohidratos no estructurales**

##### **4.5.1 Carbohidratos no estructurales en raíz**

Para el caso de los carbohidratos no estructurales (CNE) en la raíz, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) y las tendencias fueron casi las mismas, lo cual concuerda con lo reportado por algunos autores (Davidson y Milthorpe, 1965; Marshall y Sagar 1965; Milthorpe y Davidson, 1966), de que al ser

tan corto el periodo de pastoreo (3 días) y haber alcanzado el animal un efecto condicionado a las cargas, las reservas de CNE de las raíces no son movilizadas, ya que la capacidad de fotosíntesis de las hojas bien puede estar jugando un papel importante, y la carga a la que es sometido el pasto no es lo suficientemente alta para alcanzar a detectar estas diferencias. Sin embargo en varios trabajos presentados por Davidson y Milthorpe (1966), Dewald y Sims (1981) y Richards y Caldwell (1985) se ha podido observar que existen otros componentes probablemente utilizados en el rebrote además de los CNE tales como ácidos orgánicos, hemicelulosa, etc. que probablemente limiten el papel de estos CNET; de tal forma que son muy pocos los trabajos que han podido correlacionar estos elementos con la capacidad de rebrote de algunos pastos.

Para las CNET de la raíz en el rechazo tampoco se presentaron diferencias significativas, lo cual podría representar una continua acumulación de CNET en estas praderas.

#### 4.5.2 Carbohidratos no estructurales totales en el tallo

La acumulación de CNET en la base de los tallos no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), aunque la tendencia favorece a la carga baja (5.02%) (Cuadro 4), lo cual no parece consistente con la teoría de que la movilización de los CNET a la base de los tallos es para sostener el rebrote sobre todo bajo pastoreos severos (Davidson y Milthorpe, 1966b; Youngner 1972; Richards y Caldwell, 1985). No obstante Christiansen y Svejcar (1988) encontraron este mismo resultado en una pradera continuamente defoliada; sin embargo algunos autores (Smith, 1962; McIlroy, 1967; Buwai et al, 1977) atribuyen diferencias como ésta en las que existen más CNET en la base de los tallos que en las raíces a diferencias de acumulación encontradas entre especies; Becerra (1989) trabajando bajo condiciones de invernadero observó una mayor capacidad de almacenamiento de CNET en leguminosas que en gramíneas, alcanzando esta capacidad las leguminosas en los primeros 15-30 días después del corte, mientras que las gramíneas se recuperaban entre 45-60 días aproximadamente; Galaviz (1981) reportó bajo las mismas condiciones de descanso y pastoreo una mayor acumulación de CNET en la base de los tallos en Guinea (Panicum maximum) que en Jaragua (Hyparrhenia rufa, pudiendo estar entonces en el mismo caso el pasto Señal (Brachiaria decumbens) utilizado en este estudio, y los resultados presentados en

CUADRO: 4 EFECTO DE LA CARGA ANIMAL EN EL CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES TOTALES EN PLANTAS DE BRACHIARIA DECUMBENS.

| CARGA       | RAIZ (%) |         | TALLO (%) |         |
|-------------|----------|---------|-----------|---------|
|             | OFERTAS  | RECHAZO | OFERTA    | RECHAZO |
| ALTA (4.0)  | 4.43 a   | 4.21 a  | 4.72 a    | 3.66 b  |
| MEDIA (3.4) | 4.35 a   | 5.12 a  | 4.71 a    | 5.68 a  |
| BAJA (2.4)  | 4.62 a   | 5.17 a  | 5.02 a    | 4.28 b  |

VALORES CON DISTINTA LITERAL EN UNA MISMA COLUMNA SON DIFERENTES (P 0.05).

el Cuadro 3 muestran esta tendencia, en la que los CNET de la base de los tallos son mayores que los de las raíces, aunque también se ha observado que en épocas adversas para la planta, las mayores concentraciones de CNET han sido reportadas por algunos autores (Sheard, 1973; Smith, 1973) en la base de los tallos, y esta diferencia con los CNET de las raíces se ha atribuido a una mayor utilización de las reservas localizadas en la raíz.

Para el rechazo se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) que favorecen a la carga media, lo cual bien pudo haberse debido a que esta carga fue la más defoliada y tuvo una mayor TCA, lo que seguramente favoreció la acumulación de CNET al existir una buena cantidad de forraje remanente con una buena capacidad fotosintética, por lo que se pudo haber provocado una traslocación de la raíz a los tallos; sin embargo varios estudios han mostrado una gran fluctuación en los CNET mantenidos en el tallo, lo cual no proporciona una respuesta consistente en las especies en pastoreo.

## CONCLUSIONES

- 1.- La TCA y la TAN tanto para hojas como para tallos fué mayor para la carga media.
- 2.- Los CNET no presentaron variación por el efecto de las cargas.
- 3.- Con los resultados obtenidos es recomendable aumentar las cargas para detectar alguna movilización en los CNET en el pasto Brachiaria decumbens, ya que la velocidad de recuperación estuvo dependiendo de la capacidad fotosintética del material remanente.

## LITERATURA CITADA

- Adegbola A.A. 1966. Preliminary observations on the reserve carbohydrate and regrowth potential of tropical grasses. Proc. X Int. Grassl. Congr. pp 933-936
- Alberda T. 1965. The influence of temperature light intensity and nitrate concentration on dry matter production and chemical composition of *Lolium perenne*. Neth. J. Agric. Sc. 13 (3): 335-360.
- Arnold G. W. 1964. Factors within plant association affecting the behaviour and performance of grazing animals. In: Crisp., J.C. (Ed) Grazing in Terrestrial and Marine environments. 4th. Symposium of the Br. Ecol. Soc. Oxford Sc Publ. pp 133-154
- Auda H. Blaser R.E. and Brown R.H. 1966. Tillering and carbohydrate contents of Orchard grass as influenced by environmental factors. Crop. Sc. 6(2): 139-143
- Avendaño J.C., Borel R. y Cubillos G. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba 36 (2): 137-148
- Balasko J.A. and Smith D. 1973. Carbohydrates in grasses. V. Incorporation of C14 into plant parts and nonstructural carbohydrate of Timothy (*Phleum pratense*) at three development stages. Crop Sc. 13 (1): 19-22
- Barthram G.T. and Grant S.A. 1984. Defoliation of Ryegrass dominated swards by sheep. Grass and Forage Sc. 39 (3): 211-219
- Becerra B.J. 1989. Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje, peso de la raíz y carbohidratos de reserva en especies forrajeras tropicales. Tesis de Maestría en Ciencias. U.A.CH.
- Berenton A.J. and Carton D.T. 1986. Analysis of the seasonal changes in the structure of a perennial Ryegrass (*Lolium perenne*) sward under different defoliation managements. Irish J. of Agric. Res. 35 (2): 97-109
- Bircham J.S. and Hodgson J. 1983. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. Grass and Forage Sc. 38 (4): 323-331
- Bircham J.S. 1984. In: Proceedings of the N.Z. Grassland Association. Gisborne pp 177-183

- Black C.C. 1971. Ecological implications of dividing plants into groups with distinct photosynthetic capacities. *Adv. Ecol. Res.* 7: 87-114
- Blaser R.E., Brown R.H. and Bryant H.T. 1966. The relationship between carbohydrate accumulation and growth of grasses under different microclimates. *Proc. 10th Int. Grassl. Congr.* pp 148-150
- Boatman N.D. and Haggard R.J. 1984. Effects of defoliation intensity on White clover seeding growth. *Grass and Forage Sc.* 39 (4): 395-399
- Booyesen P.V. and Nelson C.J. 1975. Leaf area and carbohydrate reserves in regrowth of tall fescue. *Crop Sc.* 15 (2): 262-266
- Brougham R.W. 1956. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Aust. J. of Agric. Res.* 7 (5): 377-387
- Brougham R.W. 1958. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. *Aust. J. of Agric. Res.* 9 (1): 39-52
- Brown R.H. and Blaser R.E. 1965. Relationships between reserve carbohydrate accumulation and growth rate in Orchard grass and tall fescue. *Crop Sc.* 5 (6): 577-582
- Brown R.H. and Blaser R.E. 1968. Leaf area index in pasture growth. *Herb. Abstr.* 38 (1): 1-9
- Buwai M. and Trlica M.J. 1977. Multiple defoliation effects on herbage yield vigor and total nonstructural carbohydrate of five range species. *J. of Rang. Manag.* 30 (3): 164-171
- Carlson G.E. 1966. Growth of clover leaves after complete or partial leaf removal. *Crop Sc.* 65 (5): 419-422
- Caro Costas R., Abruña F. and Figarella J. 1972. Effect of nitrogen rates, harvest intervals and cutting heights on yields and composition of star grass in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 56 (3): 267-279
- Carton D.T. and Berenton A.J. 1983. The effect of sward managements on dry matter production and sward process in a rotationally grazed perennial Ryegrass sward. In: Corrall A.J. (Ed) *Efficient Grassland Farming, Occ. Symp. of the Br. Grassl. Soc.* No 14
- Clark D.A., Chapman D.F., Land C.A. and Dymock N. 1984. Defoliation of *Lolium perenne* and *Agrostis* spp.

- tillers and *Trifolium repens* stolons in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. New Zeal. J. of Agric. Res. 27 (3): 289-301
- Chacon E. and Stobbs T.H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. Aust. J. Agric. Res. 27 (5): 709-727
- Chapman D.F., Clark D.A., Land C.A. and Dymock N. 1984. Leaf area and tiller or stolon death of *Lolium perenne*, *Agrostis* spp. and *Trifolium repens* in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. New Zeal. J. of Agric. Res. 27 (3): 303-312
- Christiansen S. and Svejcar T. 1987. Grazing effects on the total nonstructural carbohydrate pools in Caucasian bluestem. Agron. J. 79 (5): 761-764
- Christiansen S. and Svejcar T. 1988. Grazing effects on shoot and root dynamics and above and below ground nonstructural carbohydrate in Caucasian bluestem. Grass and Forage Sc. 43 (2): 111-119
- Davidson J.L. and Donald C.M. 1958. The growth of swards of subterranean clover with particular reference to leaf area. Aust. J. of Agric. Res. 9 (1): 53
- Davidson J.L. and Milthorpe F.L. 1965. Carbohydrate reserves in the regrowth of cocksfoot (*Dactylis glomerata*). J. of the Br. Grassl. Soc. 20 (1): 15-18
- Davidson J.L. and Milthorpe F. L. 1966a. Leaf growth in *Dactylis glomerata* following defoliation. Ann Bot. 30 (85): 173-184
- Davidson J. L. and Milthorpe F.L. 1966b. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. Ann of Bot 30 (85): 185-198
- Davidson J. L. 1968. Growth of grazed plants. Procc. of Aust. Grassl. Conf. Melbourne Aust.
- Deinum B. and Dirven J.G.P. 1967. Informative experiment on the influence of light intensity and temperature on dry matter production and chemical composition of *Brachiaria ruziziensis*. Surin Landb 15 (1): 5-10
- De Leeuw J. and Bakker J.P. 1986. Sheep grazing with different foraging efficiencies in a dutch mixed grassland. J. of App. Ecol. 23 (3): 781-793
- Deregibus V.A., Sanchez R.A., Casal J.J. and Trlica M.J. 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. J of App. Ecol. 22 (1): 199-206

- Dewald C.L. and Sims P.L. 1981. Seasonal vegetative establishment and shoot reserves of eastern gamagrass. J. of Rang. Manag. 34 (4): 300-304
- Engel R.K., Moser L.E., Stubbendieck J., and Lowry S.R. 1987. Yield accumulation, leaf area index, and light interception of smooth brome grass. Crop Sc. 27(2): 316-321
- Escalada R. G. and Pluncknett A. 1975. Ratton cropping of sorghum: II. Effect of daylength and temperature on tillering and plant development. Agr. J. 67 (4): 479-484
- Fisher M.J. 1973. Effect of times, height and frequency of defoliation on growth and development of Towsville stylo in pure ungrazed swards at Katherine, N. T. Aust. J. of Exp. Agric. and An. Husb. 13 (63): 389-397
- Galaviz L.C. 1981. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre el contenido de carbohidratos no estructurales en la raíz y base de tallo de los pastos Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y Guinea (*Panicum maximum*). Problema Especial. C.A.T.I.E.
- Garcia E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. U.N.A.M. Instituto de Geografía.
- Gardner P., Pearce R.B. and Mitchell R.L. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa St. Univ. Press.
- Grant S.A., Barthram G.T., and Torvell L. 1981a. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. Grass and Forage Sc. 36 (2): 155-168
- Grant S.A. and King J. 1983. Grazing management and pasture production : the importance of sward morphological adaptations and canopy photosynthesis. Hill Farming Res. Org. Biennial Report. 1982-83 pp 119-129
- Grant S. A., Barthram G.T., Torvell A., King J. and Elston D.A. 1988. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. Grass and Forage Sc. 43 (1): 29-39
- Greenfield S.B. and Smith D. 1974. Diurnal variations of nonstructural carbohydrates in the individual parts of switch grass shoots and anthesis. J. of Rang. Manag. 27 (6): 468-469
- Greub L.J. and Wedin W.F. 1971. Leaf area dry matter

- accumulation and carbohydrate reserves of alfalfa and birdsfoot trefoil under a three-cut management. *Crop Sc* 11 (3): 341-344
- Hafez E.S.E. 1967. Behaviour of Domestic Animals. Baltimore U.S.A. 647p
- Hatch D.M. 1971. Photosynthesis and the C4 pathway. C.S.I.R.O. Aust. Div. Plant Ind. Annu. Rep. pp 19-26
- Haydock K.P. and Shaw N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb.* 15 (76): 663-670
- Hodge J.E. and Hofreiter B.T. 1962. Determination of reducing sugars and carbohydrate methods. In: Whistler R.L. and Wolfron M.L. (Ed). Carbohydrate Analysis. Vol I. Academic Press N.Y.
- Hodgson J. 1966. The frequency of defoliation of individual tillers in a set-stocked sward. *J. of the Br. Grassl. Soc.* 21 (4): 258-263
- Humphreys L.R. 1966. Pasture defoliation practice: a review. *J. Aust. Inst. Agric. Sc.* 32 (1): 93-105
- Humphreys L.R. and Robinson A.R. 1966. Subtropical grass growth. I. Relationship between carbohydrate accumulation and leaf area in growth. *Queen. J. Agric. Anim. Sc.* 23 (3): 211-259
- Humphreys L. R. 1967. Grass reaction to grazing and cutting. *Trop. Grassl.* 1 (1): 65-67
- Humphreys L.R. 1978. Tropical Pastures and Fodder Crops. London U. K. Longman Group Ltd. 135p
- Jewiss O.R. 1981. Shoot development and number. In: Hodgson J., Baker R. D., Davies A. Laidlaw A.S., and Leaver J.D. (Eds) Sward Measurement Handbook, Br. Grassl Soc. pp 93-114
- Johnson I.R. and Parsons A.J. 1985. A theoretical analysis of grass growth under grazing. *J. Theor. Biol.* 112 (2): 345-367
- Jones J.G.W. and Baker R.D. 1966. An integrative approach to research in grassland production and utilization 10th Int. Grassl. Congr.
- Jones R. J. 1973. The effect of frequency and severity of cutting on yield and persistence of *Desmodium intortum* cv. Greenleaf in a subtropical environment.

- Jones R.J. 1974. Effect of previous cutting interval and of leaf area remaining after cutting on regrowth of *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb. 14 (68): 343-348
- King J., Lamb N.I.C. and McGregor M.T. 1978. Effect of partial and complete defoliation on regrowth of clover plants. J. of the Br. Grassl. Soc. 33 (1): 49-55
- King J., Sim E.M. and Grant S.A. 1984a. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed Ryegrass pastures. Grass and Forage Sc. 39 (1): 81-92
- King J., Grant S.A., Torvell L. and Sim E.M. 1984b Growth rate, senescence and photosynthesis of Ryegrass swards cut to maintain a range of values for leaf area index. Grass and Forage Sc. 36 (2): 155-168
- King J., Sim E. M., Barthram G.T., Grant S.A. and Torvell L. 1988. Photosynthetic potential of ryegrass pastures when released from continuous of stocking management. Grass and Forage Sc. 43 (1): 41-48
- Korte C.J. and Watkin B.R. 1984. Effect of timing and intensity of spring grazing on reproductive development tillering and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. New Zeal. J. of Agric. Res. 27 (2): 13-18
- Kristensen E.S. 1988. Influence of defoliation regime on herbage production and characteristics of intake by dairy cows as affected by grazing intensity. Grass and Forage Sc. 43 (3): 239-251
- Laidlaw A.S. and Berrie A.M.M. 1974. The influence of expanding leaves and the reproductive stem apex on apical dominance in *Lolium multiflorum*. Ann. of App. Biol. 78 (1): 75-82
- Lastra M.I., Silva L.M. y Granados Z.L. 1988. Tres cargas animal sobre la persistencia del zacate Brachiaria decumbens en la sabana de Huimanguillo, Tabasco. CIFAP-Tab. Memorias de Investigación Pecuaria en México. pp 72
- L t'Mannetje and Pritchard A.J. 1974. The effect of daylenght and temperature on introduced legumes and grasses for the tropics and subtropics of coastal Australia. I. Dry matter production, tillering and leaf area. Aust. J. of Exp. Agric. and Ani. Husb. 14 (67): 173-181

- Ludlow M.M. and Wilson G.L. 1971. Photosynthesis of tropical pasture plants. II. Temperature and illuminance history. Aust. J. Biol. Sc. 24 (6): 1065-1075
- Ludlow M.M. and Charles-Edwards D.A. 1980. Analysis of the regrowth of a tropical grass/legume sward subjected to different frequencies and intensities of defoliation. Aust. J. Agric. Res. 31 (4): 673-692
- Marshall C. and Sagar G.R. 1965. The influence of defoliation on the distribution of assimilates in *Lolium multiflorum*. Ann. of Bot. 29 (78): 365-372
- Mayne C.S., Newberry R.D. and Woodcock S.C.F. 1988. The effects of a flexible grazing management strategy and leader follower grazing on the milk production of grazing dairy cows and on sward characteristics. Grass and Forage Sc. 43 (2): 137-150
- Mc Cready R.M., Gugols J., Silveira V., and Owens R.A. 1950. Determination of starch and amylases in vegetables. Anal. Chem. 18:514.
- Mc Ilroy R.J. 1967. Carbohydrates of grassland herbage. Herb. Abst. 37 (2): 79-87
- Mc William J.R. 1976. Response of pasture plants to temperature. In: Wilson J.R. (Ed.) Plant Relations in Pastures. C.S.I.R.O. Australia.
- Menke J.W. and Trlica M.J. 1981. Carbohydrate reserve, phenology and growth cycles of nine Colorado range species. J. of Rang. Manag. 34 (4): 269-277
- Milthorpe F.L. and Davidson J.L. 1966. Physiological aspects of regrowth in grasses. In: Milthorpe F.L. and Ivins J.D. (Eds.). The Growth of Cereals and Grasses. Butterworths, London.
- Morgan J.A. and Brown R.H. 1983. Photosynthesis and growth of Bermuda grass swards. II. Growth patterns as estimated by harvest and gas exchange techniques. Crop Sc. 23 (2): 352-357
- Morris R.M. 1969. The pattern of grazing in "continuously" grazed swards. J. of the Br. Grassl. Soc. 24 (1): 65-71
- Paladines O. y Lazcano C. 1982. Recomendaciones para evaluar germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequenos potreros. pp 165-183. En: Paladines O. y Lazcano C. (Eds.). Germoplasma forrajero bajo Pastoreo en Pequenas Parcelas. Metodologias de

Evaluación. Cali, Colombia.

- Parsons A.J., Collett B. and Lewis J. 1983. Changes in the structure and physiology of a perennial ryegrass sward when released from continuous stocking management: implications for the use of exclusion cages in continuously stocked swards. *Grass and Forage Sc.* 39 (1) : 1-9
- Parsons A.J., Leafe E.L., Collett B. and Stiles W. 1983a. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed swards. *J. of App. Ecol.* 20 (1): 117-126
- Parsons A.J., Leafe E.L., Collett B., Penning P.D., and Lewis J. 1983b. The physiology of grass under grazing. II Photosynthesis crop growth and animal intake of continuously grazed swards. *J of App. Ecol.* 20 (1): 127-139
- Parsons A.J. and Penning P.D. 1988. The effect of duration of regrowth on photosynthesis leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Sc.* 43 (1): 15-27
- Parsons A.J., Johnson I.R. and Harvey A. 1988a. Use a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Sc.* 43 (1): 49-59
- Parsons A.J., Johnson I.R., and Williams J.H.H. 1988b. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. *Grass and Forage Sc.* 43 (1): 1-14
- Pattaro V. 1973. A study of some aspects of tillering intervals of S23 perennial ryegrass (Lolium perenne). Ph.D. Thesis Univ. of Reading, England
- Rajan A.K., Betteridge B. and Blackman G.E. 1973. Differences in the interacting effects of light and temperature on growth of four species in the vegetative phase. *Ann. Bot.* 37 (142): 287-316
- Rhodes I. 1969. The yield, canopy structure and light interception of two ryegrass varieties in mixed culture and monoculture. *J. of the Br. Grassl. Soc.* 24 (2): 123- 127
- Rhodes I. 1971a. Productivity and canopy structure of two contrasting varieties of perennial ryegrass (Lolium perenne) grown in controlled environment. *J. of the*

- Rhodes I. 1971b. The relationship between productivity and some components of canopy structure in ryegrass (*Lolium* spp). II. Yield, canopy structure and light interception. *J. Agric. Sc.* 77 (2): 283-292
- Richards J.H. and Caldwell M.M. 1985. Soluble carbohydrates concurrent photosynthesis and efficiency in regrowth following defoliation: a field study with *Agropyron* species. *J of App. Ecol.* 22 (3): 907 - 920
- Riveros F. and Wilson G.L. 1970. Responses of a *Setaria sphacelata* - *Desmodium intortum* mixture to height and frequency of cutting. *Proceedings XI Congr. Grassl. Australia.*
- Sheard R.W. 1973. Organic reserves and plant regrowth. In: *Buttler G. W. and Bailey R.W. (Eds.) Chemistry and Biochemistry of Herbage.* N.Y. Academic Press
- Smith D. 1962. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil under several management schedules. *Crop Sc.* 2 (1) : 75 - 77
- Smith D. and Jewiss O.R. 1966. Effects of temperature and nitrogen supply on the growth of timothy (*Phleum pratense*). *The Ann. of App. Biol.* 58 (1): 145- 157
- Smith D. 1973. Influence of drying and storage conditions on nonstructural carbohydrate analysis of herbage tissue. A review. *J. of the Br. Grassl. Soc.* 28 (3): 129- 134
- Sosa E. 1978. Estudio de carbohidratos y enzimas relacionadas durante la germinación del grano de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias Químicas. U.N.A.M.
- Stobbs T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II Differences in sward structure nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages. *Aust. J. Agric. Res.* 24 (6): 821- 829
- Stuth J.W., Kirby D.R., and Chmelewsky R.E. 1981. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. *Grass and Forage Sc.* (1): 9-15
- Tainton N.M. and Cooper J.P. 1968. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperature grasses. *Herb. Abst.* 38 (3): 167- 176
- Tow P.G. 1967. Controlled climate comparisons of a tropical grass and legume. *Neth. J. Agric. Sc.* 15 (2):141- 154

- Trlica M.J. 1977. Distribution and utilization of carbohydrate reserves in range plants pp. 73- 96 In: Sosebee R.E. (Ed). Rangeland Plant Physiology Soc. for Range Management. Denver, Colorado.
- Ungar E.D. and Noy-Meir I. 1988. Herbage intake in relation to availability and sward structure: grazing process and optimal foraging. J. of App. Ecol. 25 (3): 1045-1062
- U.S.D.A. 1960. Soil classification: a comprehensive system. Soil Conservation Service.
- Vazquez G.J. 1978. Efecto del nitrogeno, epoca del ano, frecuencias y altura de corte en las reservas de carbohidratos y materia seca en Estrella africana (Cynodon plectostachyus) y Par  ( Brachiaria mutica) Tesis de Maestría en Ciencias. C.S.A.T. Cárdenas, Tab.
- Vickery P.J. 1981. Pasture growth under grazing. In: Morley F.H.W. (Ed). Grazing Animals. Elsevier Ed. Australia.
- Ward C.Y. and Blaser R.E. 1961. Carbohydrate food reserves and leaf area in regrowth of Orchard grass. Crop Sc. 1 (4): 366-370
- Weinnman H. 1961. Total available carbohydrates in grasses and legumes. Herb. Abst. 31 (4): 255- 261
- White L. 1973. Carbohydrates reserves of grasses: a review. J. of Rang Manag. 26 (1): 13- 18
- Whyte R.O., Mott R.C. and Cooper S.P. 1959. Las gramineas en la agricultura. Cuaderno Est. Agrop. No 42. F.A.O.
- Wilman D., Koocheki A., Lwoga A.B., Droushiotis D. and Shim J.S. 1976. The effect of interval between harvest and nitrogen application on the numbers and weights of tillers and leaves in four ryegrass varieties. J. of Agric. Sc. Camb. 87 (1): 45 - 57
- Wilson J. R. and Ford C.W. 1971. Temperature influence on the growth digestibility and carbohydrate composition of two tropical grasses, Panicum maximum var. Trichoglume and Setaria sphacelata and two cultivars of the temperate grasses Lolium perenne. Aust. J. of Agric. Res. 22 (4): 573 - 571
- Woledge J. 1973. The photosynthesis of ryegrass leaves growth in a simulated sward. Ann. of Appl. Bio. 73 (2): 229- 237
- Woledge J. 1977. The effects of shading and cutting treatments of the photosynthetic rate of ryegrass

leaves. Ann. Bot. 41 (176): 1279 - 1286

Woledge J. 1978. The effect of shading during vegetative and reproductive growth on the photosynthetic capacity of leaves in a grass sward. Ann. of Bot. 42 (181): 1085-1089

Woledge J. 1979. Effect of flowering of the photosynthetic capacity of ryegrass leaves growth with and without natural shading. Ann. Bot. 44 (2): 197-207

Youngner V.B. and Nudge F.J. 1968. Growth and Carbohydrate storage of three *Poa pratensis* L., strains as influenced by temperature. Crop Sc. 8 (6): 455- 457

Youngner V.B. 1972. Physiology of defoliation and regrowth. In: Youngner V.B. and Mckell C.M. (Eds.) The Biology and Utilization of Grasses. N.Y. Academic Press.

