

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES  
"INDIO HATUEY"**

***Manejo del Panicum maximum cv. Likoni para la producción de leche.  
Efecto de la oferta de materia seca***

**Autor: Ing. David Hernández Torrecillas  
Tutor: Dr. Marcos Esperance Matamoros**

**Tesis presentada en opción al título de  
Master en Pastos y Forrajes**

**Matanzas  
1995**

## DEDICATORIA

- A mi familia campesina, la más lejana en el tiempo:  
A los vivos y a los que ya no están, con ellos aprendí a amar a la naturaleza y a respetar la tierra.
- A mi familia actual, la más cercana en el tiempo:  
A Mirta mi esposa, fiel y eficiente colaboradora. Autora también, por derecho propio, de este trabajo,  
A mis dos hijos queridos; como un soplo de aliento para el camino de hombres que aún les queda por hacer,
- Y... al PUEBLO CUBANO, mi pueblo, mi supremo inspirador.  
Todos son lo mejor de mí como ser humano: mi raíz

## **AGRADECIMIENTOS**

Tengo mucho que agradecer a todos mis compañeros de trabajo que, de alguna forma, me han alentado en mi trabajo; pero en este sincero sentimiento quiero destacar a los siguientes:

- Dr. Roberto García-Trujillo por su influencia involuntaria en mis iniciativas de investigador. El también es autor, por derecho propio, de este trabajo.
- Dr. Marcos Esperance Matamoros por su invaluable trabajo como tutor de esta tesis.
- Carlos Mendoza Fagundo por haberse iniciado como técnico en este trabajo con una responsabilidad y dedicación que lo distinguen.
- Ing. Carmen Fung Lay por su eficiente trabajo en los estudios de laboratorio.
- Lic. Aida Cruz Martínez por su valiosa ayuda en la valoración económica de los resultados.
- Lic. Nelson Delgado, Ing. Pedro Duquesne y Andrés Suárez por la valiosa colaboración que prestaron en la confección y dibujo de los gráficos.
- Teresa Daniel, Mercedes de Armas y Amelia Ramírez; por la ayuda que brindaron en la mecanografía.
- Lic, Alicia Ojeda y Nancy Pérez por la revisión y edición de la tesis.
- Agradezco de manera especial a la EEPF "Indio Hatuey" y a todos sus trabajadores que apoyaron y posibilitaron la realización de estas investigaciones.

## SÍNTESIS

Se realizó un experimento replicado cuatro veces en tiempo para estudiar el manejo del *Panicum maximum* cv. Likoni valorando las variaciones que ocurrieron en su estructura y calidad como alimento, así como en el comportamiento del pasto y de los animales que lo consumieron al explotar la pradera bajo tres niveles diferentes de oferta de materia seca. Los tratamientos estudiados fueron: A (15 kg MS/vaca/día; B (35 kg MS/vaca/día) y C (55 kg MS/vaca/día) que se distribuyeron en un diseño cuadrado latino 3 x 3 en el que se usaron 9 vacas mestizas de las razas Holstein y Cebú. Los estudios realizados en el pasto propiamente dicho, se hicieron mediante muestreos al azar con arreglo a un diseño totalmente aleatorizado.

Las fracciones estructurales (hoja, tallo y material muerto) no variaron significativamente entre tratamientos en sus valores promedios, Sin embargo entre estratos las variaciones fueron altamente significativas ( $P < 0,001$ ) en todos los tratamientos con predominio de las hojas en las partes superiores del pastizal y un balance estructural muy desfavorable en el estrato inferior (hoja: 91, 64 y 21 %; tallo: 4, 11 y 27 %; material muerto: 5, 20 y 51 % en los estratos superior, medio e inferior respectivamente) lo cual determinó una condición más favorable de la densidad (MS/ha/cm) por encima de 20 cm de altura desde el suelo.

La conformación de la disponibilidad de MS/ha y su calidad como alimento se comportó de acuerdo con las variaciones observadas en la estructura. Así la hoja determinó más del 40 % de disponibilidad de MS/ha en todos los tratamientos y la mayor cantidad aportada por esta fracción estructural estuvo siempre en los estratos medidos por encima de 20 cm donde varió entre el 70 y el 80 % según aumentó la oferta.

También, la hoja fue la componente estructural mejor equilibrada en su composición bromatológica, en virtud de lo cual la calidad del pasto mejoró en el estrato superior y en la mayor oferta de MS, donde predominó sobre el tallo y el material muerto.

Al promediar las cuatro réplicas el consumo de MS aumentó, con diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) según se incrementó la oferta (A: 9,8; B: 12,3 y C: 14,4 kg MS/vaca/día) al igual que la producción de leche {A: 8,1; B: 9,2 y C: 10,2 kg/vaca/día). El porcentaje de likoni no se afectó en la composición botánica al bajar la oferta de MS e intensificar, en consecuencia la explotación; pero el diámetro de las macollas fue significativamente menor (A: 22,9; B: 26,6 y C: 29,5 cm).

Se concluye que la guinea likoni estuvo mejor equilibrada estructuralmente y en sus propiedades nutritivas en los estratos superiores a 20 cm y que 55 Kg de MS/vaca/día, resultó la oferta idónea para manejar y explotar esta especie con vacas de mediano a bajo potencial alimentadas a base de pasto solamente.

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

#### CAPITULO I- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- I.1 Características estructurales y de valor nutritivo del pasto guinea likoni
  - I.1.1 La estructura
  - I.1.2 El valor nutritivo
- I.2 Producción de leche a base de pasto
  - I.2.1 Algunos factores que limitan la producción de leche a base de pastos tropicales
    - I.2.1.1 Productividad del pasto
    - I.2.1.2 Calidad nutritiva
    - I.2.1.3 Consumo voluntario

#### CAPITULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

- II.1 Características edafoclimáticas del área experimental
  - II.1.1 Clima
  - II.1.2 Suelo
- II.2 Descripción de la especie
- II.3 Tratamientos experimentales
- II.4 Procedimiento experimental
  - II.4.1 Fertilización y riego
  - II.4.2 Manejo

#### CAPITULO III. PARTE EXPERIMENTAL

- III.1 Variaciones en la estructura de la pradera
  - III.1.1 Introducción
  - III.1.2 Materiales y métodos
  - III.1.3 Resultados
  - III.1.4 Discusión
- III.2 Variaciones de algunos componentes de la calidad del pasto
  - III.2.1 Introducción
  - III.2.2 Materiales y métodos
  - III.2.3 Resultados
  - III.2.4 Discusión
- III.3 Comportamiento del pasto y la respuesta animal
  - III.3.1 Introducción
  - III.3.2 Materiales y métodos
  - III.3.3 Resultados
  - III.3.4 Discusión
- III.4 DISCUSIÓN GENERAL

#### CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

#### CONCLUSIONES

#### RECOMENDACIONES

#### BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCIÓN

La ganadería vacuna es un renglón económico que siempre ha estado en primera línea en los planes de desarrollo que se han instrumentado en el país a partir de 1959. El trabajo realizado a lo largo de más de tres décadas en ese sentido ha proporcionado la obtención de logros notables como el mejoramiento genético de la masa ganadera y la edificación de numerosas instalaciones para incrementar la producción bovina. El objetivo de este gran esfuerzo ha estado centrado en el propósito de satisfacer las necesidades de toda la población en productos tan vitales como la leche y la carne.

Desde fecha muy temprana la estrategia que se siguió en la alimentación de la masa bovina se basó en el uso de los pastos y forrajes como alimento fundamental; es por eso que la misma quedó claramente ratificada en la IV Reunión Nacional de Ganadería en 1974, cuando el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz en el discurso de clausura patentizó: "...Desarrollamos una filosofía de alimentación del ganado vacuno a base de pasto ...por lo económico que resulta la alimentación del ganado a base de pasto y por las incuestionables dificultades que surgen con respecto a la adquisición de granos para la alimentación del ganado".

En la actualidad esta política se justifica más que nunca y mantiene su vigencia, por lo que esta estrategia se ha venido confirmando a través de los Congresos del Partido Comunista de Cuba celebrados hasta la fecha.

Sin embargo, se ha afirmado que, probablemente el uso intensivo de los pastizales sea una de las formas más complejas de producir carne o leche (Milera, 1992) por la diversidad de factores en continuo cambio que influyen, además de que el pasto se cataloga como el alimento más dinámico que se puede ofrecer al ganado (Pérez-Infante, 1986). Por otro lado, las particularidades del clima cubano condicionan un comportamiento estacional bien definido de las especies pratenses que ocasiona un fuerte desbalance de alimentos forrajeros en la época poco lluviosa, además de que el predominio en las praderas de especies nativas de baja productividad no contribuyen al logro de rendimientos de materia seca como los que se necesitan.

Dentro de los factores que en gran número pueden influir en el éxito o el fracaso de un sistema para producir leche basado en el pasto se encuentra en primer orden el manejo de la pradera por el efecto que esto puede ejercer en la productividad de las vacas y en la persistencia o perennidad de la especie de pasto explotada; lo cual influye determinantemente en la estabilidad del sistema a largo plazo.

No obstante, muchos de los estudios realizados en Cuba que se refieren al manejo propiamente dicho, no han estado exento de algunas tendencias negativas que se han manifestado universalmente (Hodgson, 1985) y han dado como resultados sistemas demasiado rígidos de explotación que han impedido manejar las praderas bajo las influencias integradas de diferentes factores de orden climático, edáfico, morfológico y estructural, en estrecha vinculación con la relación obligada existente entre el suelo, las plantas y los animales.

Para estudiar esta problemática se proyectó esta investigación, tomando como pasto base del estudio al *Panicum maximum* cv. Likoni, variedad comercial de la ganadería cubana que ha mostrado destacadas propiedades productivas en diversos suelos del país.

De tal modo, los estudios que fundamentan esta tesis se hicieron con al propósito de elevar el nivel de los conocimientos actuales a fin de mejorar las técnica de manejo de los pastos en general y de la guinea likoni en particular en las condiciones ambientales de Cuba. Los objetivos que se persiguieron fueron los siguientes:

1. Conocer los efectos que se manifiestan en el comportamiento del pasto y de los animales al ofrecer tres niveles de materia seca en el pastoreo de una pradera de guinea likoni.
2. Encontrar los principios científicos para manejar, flexiblemente la guinea likoni, posibilitando adecuados niveles de producción de leche y un alto grado de persistencia del pasto.

## CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y DE VALOR NUTRITIVO DEL PASTO GUINEA LIKONI

#### 1.1.1 La estructura

La estructura ha cobrado especial atención en el trabajo de los investigadores que en las últimas tres décadas se han dedicado al establecimiento, cultivo y explotación de los pastos y forrajes como base alimentaria para la producción ganadera.

La relación hoja tallo de las especies prateses tiene marcada importancia para el empleo correcto del pasto y es considerada tan importante como su calidad nutritiva para la producción animal (Stobbs, 1978). De hecho ambas fracciones estructurales guardan una relación directa con el valor nutritivo del pastizal, en función de lo cual poseen diferencias evidentes en el consumo que los animales hacen de las mismas (Laredo y Minson, 1973).

Se mencionan como elementos más importantes dentro de la estructura: la densidad que se expresa en kg de MS y hoja/ha/cm, la cantidad de hojas y la disposición y accesibilidad de esta para el animal (García-Trujillo, 1980).

Estudios realizados en Australia evidencian la estrecha relación que guardan la densidad y los contenidos de las distintas fracciones estructurales (hojas y tallos) con el tamaño del bocado que hacen las vacas cuando pastan directamente (Stobbs, 1975), lo que provoca diferencias y notables en el tiempo que los animales emplean en consumir los nutrimentos que requieren.

La especie *Panicum maximum* se cuenta entre los pastos tropicales que poseen una estructura más ventajosa puesto que tiene alrededor del 80% de hojas según Hernández y García-Trujillo (1978), aunque hay informes de investigadores que han encontrado más del 90% de hojas en guinea común de Cuba (Gerardo y Oliva, 1979; Hernández, Machado y Gómez, 1981).

No se dispone de suficiente información sobre la estructura de la guinea likoni, En Cuba, dado lo reciente de su introducción, se han dado resultados de sus evaluaciones primarias y de los trabajos que se han hecho para estudiar su adaptabilidad en diferentes regiones de la isla donde ha dado pruebas de sus positivas cualidades para comercializarla a la ganadería del país. Los autores antes mencionados han encontrado en este cultivar un menor porcentaje de hojas que en la variedad común y otros de la misma especie, con valores que fluctúan en un rango de 63 a 95 %. Sin embargo, estos valores son superiores a los de otras especies de pastos rastreros existentes en escala de producción.

En otros trabajos en los que se ha usado el pastoreo rotacional el % de hojas en *P. maximum* ha estado por encima del 60, mientras que gramíneas rastreras como Bermuda cruzada-1 y Bermuda callie no sobrepasan, como regla general, el 55%, predominando valores por debajo de 50 (Hernández, Rosete y Robles, 1985).

El factor densidad, es uno de los elementos que marca una mayor diferencia entre los pastos tropicales y los de áreas templadas, ya que se ha encontrado que la misma varía entre 14 y 200 kg MS/ha/cm para los primeros, mientras que los segundos presentan un rango de 160 a 410 kg MS/ha/cm (Stobbs, 1975). Esto cobra mayor importancia si se tiene en cuenta que este elemento juega un papel muy connotado en el tamaño del mordisco, lo que a la postre determina en la conducta de los animales en el pastoreo y en el consumo que los mismos hacen del pasto disponible.

En la especie *P. maximum*, este factor ha sido poco estudiado y la diversidad de condiciones de manejo en que se ha obtenido gran parte de la información, hace difícil poder llegar a definiciones claras al respecto.

García-Trujillo (1980) encontró en guinea común una densidad de 119 kg MS/ha/cm cuando la estudió en condiciones de pastoreo.

Seguí y Machado (1986) hallaron densidades similares en guinea likoni y guinea común bajo condiciones de corte y medida en g/macolla/cm. Estos autores observaron mayor densidad en la época lluviosa, la cual se incrementó cuando no regaron en la época poco lluviosa.

Por otro lado observaron que sin regadío se producía un fuerte desbalance estacional que se redujo sustancialmente bajo el efecto de la aplicación de riego. Por su parte, Hernández (1984) halló valores muy inferiores a los encontrados por García-Trujillo (1980) para la g. común, siendo algo mayores los de la guinea likoni pero también muy bajos (29,4 y 23,8 kg MS/ha/cm para likoni y g. común respectivamente). Es muy probable que estos valores medios estén altamente influenciados por las condiciones desfavorables, provocadas por la falta de humedad en el suelo. Este autor observó una mayor densidad en los pastos rastreros en general que en los erectos y macollosos. En la tabla I.1.1.1 se exponen a modo de resumen los principales resultados encontrados en diferentes experimentos realizados en Cuba, relacionados con la estructura de la guinea likoni.

### 1.1.2 El valor nutritivo

Según Cáceres (1985) el valor nutritivo de los pastos y forrajes está dado por la composición química que presentan, así como por la digestibilidad de las sustancias nutritivas, a lo que se debe añadir la ingestión que puedan realizar los animales cuando se ofrecen a voluntad. La manifestación más clara del verdadero valor nutritivo de estos alimentos, es la respuesta productiva de los animales que lo consumen, especialmente cuando lo hacen en condiciones de pastoreo directo (García-Trujillo, 1977),

La especie *Panicum maximum*, en algunos de sus cultivares y variedades, presenta valores de 8,9-11,6 % de proteína bruta (PB), de 34,2 a 40,7 % de fibra bruta (FB), de 47,1 a 52,1 % de digestibilidad de la materia seca (DMS) y de 54 a 60,6 % de digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y el consumo oscila entre 43,6 y 57,2 g de MS/kg  $P^{0,75}$  (Minson, 1972 y Arroyo Aguilú, Tessema, McDowell, Van Soest, Ramírez y Randel, 1975). Las variaciones en estos valores están dados, en lo fundamental, por la diferencia en el estado de madurez del pasto en los distintos experimentos.

En Guadalupe, la guinea likoni A-15 mostró valores similares según los resultados obtenidos por Xandé (1978 y 1979). Este autor encontró las mayores variaciones en los contenidos de PB, FB, digestibilidad de la MS y MO, así como en el consumo de MS cuando la edad de rebrote varió desde 28 a 56 días. El mayor valor nutritivo lo encontró a la edad de 28 días con porcentajes de 12,7; 34,8 y 67,3 para la PB, FB y digestibilidad de la materia orgánica respectivamente, con un consumo de 55,4 g de MS/kg  $P^{0,75}$ . El efecto de la madurez provocó que a los 56 días estos valores variaran considerablemente presentando una reducción del 47,2 % de la PB incrementándose la FB en 13,9 % y disminuyendo en 12,3 y en 29,8 % la digestibilidad de la MO y el consumo de MS respectivamente.

En Cuba, debido a las cualidades que la guinea likoni ha mostrado desde su introducción, los parámetros más representativos del valor nutritivo tales como la composición química, su digestibilidad, su concentración energética y el consumo que los animales hacen de esta especie, han sido estudiado con amplitud.

Este pasto presenta contenidos de materia seca de 20,1 % en la época lluviosa cortado a una edad de rebrote de 28-32 días con un nivel de fertilización de medio a alto, y se incrementa en la época poco lluviosa a 25,4 % cuando no se cuenta con regadío.

En condiciones de riego este parámetro alcanza valores de 23,5 % en lluvia, incrementándose a 26,7 % cuando disminuyen las precipitaciones con frecuencias de corte muy parecidas. En ambas condiciones se mantiene al nivel de otras variedades de *P. maximum* como Uganda, Makueni K-6462, guinea común y SIH-127 pero inferior a otros pastos cespitosos como Coastcroos-1, estrella jamaicano y estrella tocumen (Gerardo y Oliva, 1979 y 1979a).

Similares resultados fueron encontrados por Cáceres (1985). Este autor observó variaciones para este parámetro desde 21,9 % hasta 25,3 cuando varió la edad de rebrote desde 35 a 56 días.

Los resultados obtenidos por Hernández (1984) son parecidos cuando la estudió en condiciones de fertilización media sin regadío pero la diferencia entre verano e invierno fue menor (23,7 % en lluvia contra 24,8 % en la época poco lluviosa). García-Trujillo (1982) encontró iguales variaciones en este parámetro, aunque informó hasta 28% con 56 días de rebrote y 60 kg N/ha/corte.

La guinea likoni con fertilizaciones de 250-100-150 kg/ha/año de NPK y frecuencias de corte de 32 días en el verano y 42 días en el invierno sin la utilización del regadío, ha presentado tenores



proteicos de 11,5 % en verano, incrementándose a 13,5 % en el invierno, en un suelo Ferralítico de Ciego de Ávila (Oliva, Machado, Lorenzo y Ortiz, 1979) y otro Ferralítico Cuarcítico de San Cristóbal, Pinar del Río (Gerardo, Rodríguez y Solano, 1982),

Sin embargo, en la mayoría de los trabajos revisados hay valores más bajos para este parámetro. Así, Gerardo y Oliva (1979), con frecuencias de corte y fertilización similares a la anterior pero usando regadío, encontraron el 7,67 % y 8,77 % de PB para verano e invierno respectivamente, igual que Makueni K-6462, Uganda y guinea común en la época lluviosa pero inferior a Uganda y a guinea común en el período poco lluvioso, en un suelo Ferralítico Rojo.

Esto mismos autores, en condiciones similares a las anteriores en lo que concierne a frecuencia de corte y suelo pero con una fertilización de fósforo y potasio el 50 % más baja y en ausencia de regadío encontraron un valor menor de PB para el verano (6,78%) por debajo de Makueni K-6462, Uganda, SIH-127, Pangola, Tocumen y B. cruzada-1 (8,2 %) que se incrementó considerablemente en el invierno hasta 11,48 % superando a los demás pastos (Gerardo y Oliva, 1979 a).

Por otro lado, Simo y de la Paz (1978) informaron el 7,95 % y el 8,89% para verano e invierno respectivamente, algo inferior a Uganda y, Makueni, cuando la estudiaron a una edad de 5 y 7 semanas de rebrote en las lluvias y la época de pocas precipitaciones; iguales resultados hallaron Gerardo y Oliva (1981) cuando lo estudiaron en condiciones de pastoreo simulado con una frecuencia de pastoreo de 5 y 6 semanas en lluvia y seca respectivamente.

Estos resultados no se diferencian mucho de los encontrados por Machado y Muñoz (1982) en suelos ganaderos de Camagüey y los de Machado y Seguí (1986) en las condiciones edafoclimáticas de la EEPF "Indio Hatuey".

Por su parte Lamela y García-Trujillo (1978) al analizar la PB de la guinea likoni concluyeron que el tallo contiene un 50 % menos de este nutrimento que las hojas, lo que puede determinar considerablemente en las variaciones de su contenido en este pasto según varíen las magnitudes relativas de sus fracciones estructurales.

Cáceres (1985) en un estudio más profundo sobre el valor nutritivo de la guinea likoni encontró un promedio de 8,08 % de PB que fue más alto que los hallados en estrella jamaicano y buffel biloela y similar al de la B- cruzada-1 en las mismas condiciones de estudio.

Este autor no encontró tan alta variación del contenido de este nutrimento con la edad de rebrote 49,46 % con 35 días y 7,12 % con 56) como Xandé (1979) en Guadalupe. En este trabajo se constató también una tendencia aunque no tan marcada, de incremento de la PB en la época poco lluviosa con respecto a la lluviosa, así como también con el incremento del nivel de fertilizante nitrogenado aplicando desde 300 hasta 400 kg/ha/año; además el contenido proteico del forraje que consumieron los animales varió considerablemente con el incremento de la cantidad de MS que se ofertó, alcanzando un porcentaje de 10,80% de PB en el nivel más alto de alimento disponible (83 % más que en el nivel de oferta más bajo).

Los resultados obtenidos por García-Trujillo (1982) indican qué niveles de fertilizante equivalentes a 180 kg N/ha/año mantienen el contenido proteico en valores inferiores al 6 % y cuando el nivel de aplicación de este fertilizante sube por encima de 300 kg/ha/año pueden lograrse aumentos hasta niveles de 10 u 11 % de PB; lo que se afecta considerablemente con el incremento de la madurez.

El contenido de FB de este cultivar varía alrededor del 33 % como promedio dependiendo en gran medida de las variaciones de la edad a que se corte, aunque también varía según la época del año y muestra los porcentajes más bajos en la poca lluviosa (Gerardo y Oliva, 1979 y 1979a; Oliva y col., 1979; Gerardo y col., 1982; García-Trujillo, 1982 y Cáceres, 1985). No obstante, hay investigadores que han encontrado una variación contraria de este parámetro, sobre todo en condiciones desfavorables de poca humedad (Simo y de la Paz, 1978 y Gerardo y Oliva, 1981), pero siempre con valores menores que los hallados en los trabajos de Guadalupe en las Antillas Menores (Xandé, 1979).

El calcio y el fósforo han sido los minerales que más frecuentemente se han tenido en cuenta en el estudio de la composición química de la guinea likoni. Ambos han presentado variaciones al ser analizados en diferentes zonas ganaderas de Cuba. Así el Ca ha dado valores desde 0,26 hasta 0,49 % en lluvias y de 0,21 a 0,31 en el período de pocas precipitaciones mientras que el P ha variado

desde 0,15 hasta 0,30% en la época lluviosa y de 0,15 a 0,33 % en el período poco lluvioso. En este período climático es donde se han mantenido los tenores más bajos de ambos elementos (Oliva y col., 1979; Gerardo y Oliva, 1979; 1979a y 1981; Gerardo y col., 1982).

Por su parte Lamela y García-Trujillo (1978) encontraron un tenor de 0,45 % de Ca y 0,14 % de P en muestras tomadas de la hoja y el tallo en su conjunto, mientras que cuando analizaron las fracciones estructurales por separado hallaron los mayores contenidos en la hoja (0,52 % y 0,30 % de Ca y 0,18 % y 0,13 % de P para hoja y tallo respectivamente).

Los mayores porcentajes obtenidos para estos componentes han sido informados por García-Trujillo (1982) quien encontró 0,71 % de Ca que aumentó a 0,85% en la época seca, así como 0,24 % - 0,25 % de P como media y no tuvo grandes variaciones entre las estaciones climáticas.

Estos resultados están dentro de los rangos establecidos para el cultivar Likoni A-15 en la zona del Caribe, según lo informado por Xandé, García-Trujillo y Cáceres en 1985 (Calcio = 0,60 % en lluvia y 0,98 en seca. Fósforo = 0,20% en lluvia y 0,18 % en seca. En ambos elementos son medias de todas las observaciones).

El estudio de la digestibilidad, el contenido energético y el consumo de este cultivar no ha sido abordado por muchos investigadores, no obstante, en el área del Caribe se han realizado serios trabajos en Cuba y Guadalupe.

La digestibilidad de la MS estudiada en Cuba (51,6 % determinada con carneros y 55 % con vacas) presenta la mayor variación de acuerdo con la edad de rebrote, desde 55,7 % a los 35 días hasta 47,7 % a los 56. Con vacas esta variación fue de 66,9 % hasta 50,5 % con las mismas edades. Este parámetro no fue muy afectado por las épocas climáticas ni por el aumento del nivel de fertilización a partir de 200 kg N/ha/año. Sin embargo, los cambios de la oferta de MS/animal/día lo hicieron variar desde 49,5 % en el nivel inferior hasta 56 % en el nivel superior (Cáceres, 1985).

La materia orgánica digestible oscila entre 59,6 y 57,6 % en lluvia y seca respectivamente para las condiciones ambientales cubanas. El mayor valor en esta parámetro se ha informado a las edades de 28-35 días (63,5-61,9%) bajando considerablemente cuando se incrementa la madurez del pasto (entre 10-11 unidades porcentuales) .

La fertilización nitrogenada por encima de 200 kg N/ha/año no parece ejercer gran influencia en sus variaciones (García-Trujillo, 1982 y Cáceres, 1985).

Este último autor, al cambiar las ofertas de MS encontró un incremento en la digestibilidad de la MO del pasto consumido de un 18 % en el nivel mayor con respecto al menor ofertado. En el ambiente de la isla Guadalupe en las Antillas Menores se mantienen estas tendencias, aunque Xandé (1979) encontró niveles de digestibilidad de la MO de hasta 67,3 % con 28 días de edad del rebrote, la que disminuyó hasta 59% con 56 días.

Estos autores, en un trabajo de conjunto, han propuesto valores medios para este parámetro de 58,6 % en lluvia y 58,9 % en seca y 53,3% en lluvia y 57,2 % en seca para las zonas de marcada época seca y húmeda respectivamente en el área del Caribe. (Xandé, et al. 1985).

La digestibilidad de la proteína bruta se mantiene dentro de la media de 59,8 % para Cuba variando considerablemente con la edad de rebrote (66,4 % con 35 días a 55,6 % con 56) según lo obtenido por Cáceres (1985); en Guadalupe, Xandé (1978) informó un valor de 56,7 %.

Por su parte García-Trujillo (1982) encontró un rango de variación del contenido de PB digestible de 23,7 a 17,0 g/kg MS cuando la edad del rebrote fue de 28 y 49 días respectivamente con un nivel de nitrógeno aplicado al suelo de 30 kg/ha/corte en la época lluviosa, mientras que aumentando el nivel de fertilizante hasta 60 kg en la misma época los contenidos de este nutrimento se incrementaron a valores de 82,3 y 22,9 g/kg MS para las edades mencionadas anteriormente.

En la época poco lluviosa, aplicando el nivel de fertilizante mas alto, este autor logró mantener los contenidos de PBD en 70,1 g/kg MS como máximo a los 35 días de edad que varió a 45,0; 45,3 y 38,8 g/kg MS con 42, 49 y 56 días de rebrote.

Un gran efecto del aumento de la fertilización nitrogenada por encima de 200 kg/ha/año fue encontrado por Cáceres (1985) quien informó un incremento de 12 unidades porcentuales con aplicaciones de 400 kg de N/ha/año en relación con el valor encontrado con el nivel de fertilización de 200 kg de N/ha/año. Este autor encontró también un notable efecto a favor del incremento de la oferta

de la MS alcanzando un aumento de 38% en la PBD en la mayor oferta de MS con respecto a la menor.

En el área del Caribe, en las zonas con épocas climáticas marcadamente poco lluviosas, la digestibilidad de la PB presenta una media de 53,4 % para la época lluviosa y 61,1 % para la época más seca. En las zonas más húmedas los valores oscilan entre 63,56% en las lluvias y 56,4 % en la seca (Xandé, et al. 1985).

Resumiendo lo que hasta aquí se ha expuesto, se puede apreciar que la guinea likoni presenta una estructura favorable, que está a la altura de los mejores cultivares y variedades de *Panicum maximum*, sin ser la más destacada. Es probable que en edades más tempranas aumente considerablemente su porcentaje de hojas, lo que sería muy beneficioso para su manejo en pastoreo.

En cuanto al valor nutritivo, al compararla con un grupo de especies que se cuentan entre las promisorias para nuestra ganadería, Cáceres (1985) la coloca en segundo lugar, sólo superada por la Bermuda cruzada-1 (tabla I.1.2.1)

## 1.2 Producción de leche a base de pasto

Debido a las ventajas que aporta desde el punto de vista económico el uso de los pastos para la producción de leche, cada vez se hace mayor la presencia de los mismos en los sistemas para su producción. En los países templados, desde la década del 50, se viene insistiendo en las posibilidades de los sistemas a base de pastos (Barker, 1957), así como en la forma de aumentar su productividad para hacer, a su vez, más eficiente su utilización partiendo de las posibilidades fisiológicas de los rumiantes para aprovechar este tipo de alimento (Swain, 1971).

Mott (1960) y McMeekan y Walshe (1963) aportaron líneas para incrementar la utilización de los pastos y la intensificación de los sistemas de producción de leche en las áreas templadas. De esta forma se han establecido desde estas áreas principios que, en algunos casos, también se aplican a los sistemas de producción de leche en el trópico, tales como:

- La necesidad de intensificar el porcentaje de utilización de los pastos bajo condiciones climáticas que favorecen el crecimiento y rápido desarrollo de los mismos (Campbell, 1966).
- El manejo adecuado de las cargas como la técnica más efectiva para incrementar la eficiencia de utilización de un pastizal (McMeekan, 1960).
- La introducción de conceptos tales como "presión de pastoreo" e "intensidad de pastoreo" que posibilita el mejor uso del concepto carga (Mott, 1960 y Voisin, 1963).
- La sincronización de los mayores requerimientos de los animales con los períodos de mayor productividad de los pastos (Hutton, 1964).

En los países tropicales, donde los factores climáticos dificultan considerablemente la producción de cereales y granos, el uso masivo de los pastos y sus formas conservadas para alimentar el ganado, se hace prácticamente una opción obligatoria.

Sin embargo, un problema fundamental que se ha venido debatiendo hasta hoy día, es la capacidad real de los pastos tropicales para producir leche y las dificultades que presentan para llegar a los niveles alcanzados en las áreas de clima templado.

Según datos revisados por García-Trujillo (1977), los niveles de producción de leche más altos que se han alcanzado con pastos templados sin suplementar con concentrados varían en un rango de 4 000 a 5 000 kg/vaca/lactancia. La tendencia actual es mantener esos niveles, según muchos de los resultados discutidos en el XVII Congreso Internacional de Pastos de 1993 (Funes, comunicación personal).

Por su parte, el potencial de producción de leche de los pastos tropicales, que ha sido objeto de estudio bajo disímiles condiciones de ambiente, manejo y potencialidad de animales y especies vegetales, presenta de modo general, niveles de producción más bajos.

Glover y Dougall (1961), haciendo inferencias a partir del contenido proteico y energético de los pastos tropicales llegaron a la conclusión de que los mismos no podían producir por encima de 7 kg de leche/vaca/día. Sin embargo, ya Appelman y Dirven, (citado por Stobbs, 1971) habían informado producciones que variaron en un rango de 7-9 kg/vaca/día con animales mestizos de la raza Holstein pastando sobre pangola. Durante la década del 60 se realizaron un número de trabajos que fueron

revisados por Stobbs (1971) quien concluyó que con pastos tropicales es posible llegar a producciones máximas de 8-9 kg diarios de leche/vaca. No obstante, hay que tener en cuenta, que estos trabajos en su inmensa mayoría han sido realizados con animales de bajo a mediano potencial productivo.

Cuando las investigaciones se han realizado con animales de mayor calidad (vacas Holstein u otras razas, europeas) se ha podido llegar hasta 14 kg diarios por vaca (García-Trujillo, 1983). Este autor pudo llegar a conclusiones más claras porque revisó trabajos a largo plazo y partió de una agrupación para diferenciar bajo que condiciones pueden lograrse diferentes producciones. Sus criterios son los siguientes:

- **Pastos no fertilizados o naturales:** en estas condiciones es posible mantener animales de mediana a baja productividad (alrededor de 7 kg/vaca/día) con cargas bajas (de 1,0-1,5 vacas/ha) para producir entre 2 000-2 600 kg/lactancia.
- **Pastos fertilizados no irrigados:** esta condición posibilita niveles de producción similares, pero permite incrementar la carga en 1,6 vacas/ha como promedio con apreciable incremento en la producción por área con animales de mediano potencial. Tal situación se puede mejorar considerablemente cuando se usan vacas de más alto potencial y fuertes fertilizaciones nitrogenadas en las épocas húmedas que posibilita el empleo de altas cargas.
- **Pastos fertilizados e irrigados usando vacas de mediano potencial:** utilizando este sistema con cargas de alrededor de 3 vacas/ha se produce un promedio de 8 kg/vaca/día con medias de 2 228 y 7 391 kg por lactancia y por hectárea respectivamente.
- **Pastos fertilizados e irrigados pastados por vacas de alto potencial:** con pangola fertilizada con 600 kg de N/ha/año en el trópico australiano Chopping, Deans, Sibbick, Thurbon y Stokoe (1976) usando 5,9 vacas Holstein/ha lograron producciones de 3 635 kg de leche por lactancia y de 18 267 por hectárea como media de 3 años y pudieron incrementarla a 20 346 kg por hectárea cuando se subió la carga a 7 vacas/ha. Thurbon, Chambers, Sibbick y Stokoe (1973) ya habían obtenido con pangola fertirrigada (672 kg N/ha) una producción de 13 600 kg de leche/ha con vacas Jersey y de 22 400 kg/ha con vacas Holstein sin suplementar. Estos son los resultados más altos informados para pastos tropicales, aunque otros investigadores también han obtenido entre 10 y 16 kg de leche/vaca/día y entre 8 000 y 16 000 kg/ha en dependencia de la carga usada (Martínez, Ruiz y Herrera, 1980 y Calzadilla, Vargas y Menchaca, 1985).
- **Mezclas de gramíneas y leguminosas:** en estas condiciones, aún cuando se pueden mantener producciones individuales similares a las logradas con las gramíneas fertirrigadas, generalmente la carga usada es baja para permitir la permanencia de las leguminosas y mantener una composición botánica estable. Así, se pueden lograr promedios individuales de producción desde 8,6 hasta 10,9 kg de leche diarios y medias de 3 000 y 4 000 kg por lactancia y por hectárea respectivamente. Esto depende de las cargas que se usen sin exceder 2 vacas/ha cuando se explote el pastizal con animales de mediano potencial.

Si se usan vacas de alto potencial en condiciones similares, las producciones medias de leche pueden aumentar a un rango entre 12-13 kg/vaca/día y superior a los 4 000 kg/lactancia llegando hasta más de 6 000 kg/ha con cargas cercanas a 2 vacas/ha.

Otros trabajos realizados en Cuba (Pereiro, 1985) recomiendan el empleo de gramíneas y leguminosas usadas como banco de proteína con lo que se logran beneficios económicos sobre los sistemas de gramíneas solas o suplementadas con concentrados. Este autor encontró que con pangola fertilizada con 300 kg de N/ha/año complementada con leguminosas se puede alcanzar alrededor de 16 kg de leche/vaca/día e incrementar 3,5 kg/vaca/día con relación a la producción alcanzada con pangola solamente si ésta se complementa con pastoreo restringido de 3 horas en Glycine diariamente, alterno o cada tres días con cargas de 3 vacas/ha en el sistema. Una respuesta menor pero también favorable, con promedios cercanos a 13 kg/vaca/día en la producción de leche se obtuvo por este mismo autor con la Bermuda cruzada-1 y la *Neonotonia wightii* (Glycine) integrada en un sistema parecido. Hoy en día, otros sistemas, denominados silvopastoriles potenciados surgen como alternativas de valor en Cuba para garantizar altas disponibilidades de alimentos de calidad que propician producciones de leche superiores a 10 litros/vaca/día a base de pastizales que se caracterizan por una amplia diversidad de especies de gramíneas, y leguminosas de diferentes

hábitos de crecimiento que forman comunidades vegetales asociadas de alta potencialidad sin el uso de insumos tales como los fertilizantes, los alimentos complementarios o concentrados y el regadío (Hernández, Reyes y Carballo, 1995).

### **1.2.1 Algunos factores que limitan la producción de leche a base de pastos tropicales.**

La producción de leche al igual que otros renglones económicos que se desarrollan mediante el uso de ganado vacuno o de otro tipo, que por regla general son mantenidos a base de pasto en condiciones naturales; choca con dificultades que se derivan de esas mismas condiciones, que determinan efectos producidos por el conjunto de influencias, estrechamente interrelacionadas, del complejo suelo-planta-animal (Cooper, 1969).

Son muchos los factores, pero en esta revisión se enfocan sólo aquellos que pueden considerarse esenciales.

#### **1.2.1.1 Productividad del pasto**

El potencial de producción de las gramíneas forrajeras y pratenses tropicales mejoradas, cuando se manejan en óptimas condiciones, sobrepasa significativamente al de las especies de climas templados (Iturbide, 1984). Este comportamiento obedece, básicamente, a su insignificante fotorespiración, alta tasa de fijación de  $\text{CO}_2$ , gran eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar y consecuentemente, a su alta tasa fotosintética. Esto es característico de la vía  $\text{C}_4$  que siguen las gramíneas tropicales en la fotosíntesis y que las distingue de los pastos templados y las leguminosas tropicales que se rigen por la vía  $\text{C}_3$  con una menor eficiencia fotosintética (Whiteman, 1975).

En la tabla I.2.1.1.1 se muestran resultados de diferentes áreas tropicales de África, Australia y América comparadas con rendimientos de especies templadas con adecuadas prácticas de manejo y fertilización nitrogenada.

La media de producción de los pastos en Cuba en algunas especies es más baja que la informada en otras zonas tropicales, lo que puede ser debido a las características específicas del clima que presenta un promedio anual de 1 368 mm en las precipitaciones, diferenciadas en dos épocas de 6 meses cada una, la lluviosa, donde caen el 80% del total anual con temperaturas que oscilan entre 26,3° y 27°C y la poco lluviosa, donde cae el 20 % de las precipitaciones anuales como promedio con temperaturas medias que varían en un rango de 22,5 a 25,5°C. En esta época las temperaturas más bajas se producen en los meses de diciembre, enero y febrero, cuando se puede afectar con más intensidad el crecimiento de las plantas (García-Trujillo, 1978).

Dada esta circunstancia, la distribución anual en Cuba de la producción de los pastos esta supeditada, fundamentalmente, a la curva anual que siguen las precipitaciones, lográndose los picos de mayor producción entre los meses de mayo, junio y julio.

Se ha planteado que el máximo potencial de producción de los pastos en Cuba varía entre 27 y 34 t MS/ha/año; sin embargo, cuando se ha aplicado niveles de fertilizante nitrogenado entre 350-400 kg N/ha/año el nivel de producción ha oscilado entre 17 y 23 t MS/ha/año. El rendimiento de las leguminosas es más bajo y se sitúa entre 3 y 13 t MS/ha/año en dependencia de la especie o variedad (García-Trujillo, 1977).

De esta manera, según datos informados por este mismo autor para las condiciones de Cuba, tomando como base, una necesidad anual de 5 t MS/vaca; cuando no se aplica ni riego ni fertilizante en la época de lluvias la cantidad posible de animales a alimentar es menor de 2,5 vacas/ha y en la época de seca no es mayor de 1 vaca/ha, encontrándose por lo general alrededor de 0,5 vacas/ha. Cuando se aplica riego en seca, pero no se fertiliza con nitrógeno, la producción de pasto se eleva ligeramente pero la carga no puede sobrepasar a 2,5 vacas/ha, aunque se garantiza un mínimo de pasto durante toda la seca. En la época lluviosa con fertilización nitrogenada se pueden lograr producciones de pasto suficientes para alimentar entre 3 y 5 vacas/ha; mientras que en la época poco lluviosa aplicando la fertirrigación se puede elevar la carga en 2 ó 3 vacas/ha.

Estos rendimientos todavía no han sido superados en el país aún cuando se ha trabajado con otras especies mejoradas (Hernández, 1984). En las condiciones actuales esto se ha agravado por la falta

de recursos para mejorar la productividad y la calidad de los pastizales, que no parece ser posible por los métodos tradicionalmente usados, al menos a corto y mediano plazo. Es por ello que ahora alcanzan mayor importancia los estudios para aplicar los principios de los sistemas silvopastoriles y la agricultura orgánica que tal vez puedan resolver estos problemas con un uso mas racional y equilibrado de los recursos naturales que se integran íntimamente en la relación obligada que existe entre el suelo las plantas y los animales (García-Trujillo, 1992 y Hernández y Simón, 1994).

#### **1.2.1.2 Calidad nutritiva**

Los pastos tropicales a pesar de tener un potencial productivo mayor que los de áreas templadas, no cubren los requerimientos totales de las vacas para producir altos volúmenes de leche. Se puede concluir, según criterio de Minson (1975), que esta diferencia es debida en gran medida a la desventaja que tienen los pastos tropicales en cuanto a la digestibilidad de la MS, la cual es 13 % menor que la que presentan los pastos templados y puede afectarse aún más cuando alcanzan estadios de madurez avanzada (Minson y McLeod, 1970). Esto se corroboró en la revisión hecha por Stobbs y Thompson (1975) de las investigaciones realizadas en ambos grupos de pastos (tabla 1.2.1.2.1).

Considerando sus propias conclusiones que mostraron una alta correlación entre la digestibilidad de la materia seca y la temperatura y tomando en cuenta las de Deinum (1966) que afirma la existencia de una interacción entre el contenido de fibra cruda y las tasas de transpiración de las plantas, Minson y McLeod (1970) sostienen que las diferencias entre los pastos templados y los tropicales podrían deberse en cierta forma, a la influencia de algunos factores climáticos. Para esta afirmación se apoyan en los resultados encontrados cuando ambos grupos de especies crecen en las mismas condiciones ambientales, donde han mostrado iguales valores de digestibilidad. Para estos autores es evidente que las diferencias climáticas son la causante fundamental de las individualidades nutritivas de cada grupo, por encima de cualquier efecto del nivel de fertilización, del estado de desarrollo y hasta de las diferencias genéticas entre los pastos tropicales y templados.

Por su parte Van Soest, Mertens y Deinum (1978) afirmaron que la temperatura, dentro de los factores climáticos en las condiciones ambientales en que crecen los pastos, es determinante en la composición química de las plantas, lo que provoca variaciones del valor nutritivo. Esto puede estar dado por la pérdida de hojas y el incremento de la lignificación que se produce al aumentar la intensidad calórica ambiental.

Existen algunas evidencias del efecto (aunque de carácter secundario) de la intensidad de la luz en la digestibilidad de los pastos. Se ha podido observar que el incremento de la intensidad lumínica tiende a aumentar el contenido de carbohidratos solubles y la digestibilidad de las gramíneas a través de la acumulación de productos de la fotosíntesis, los cuales, al incrementarse la temperatura se convierten en carbohidratos estructurales (Deinum, Van Es, y Van Soest, 1968) disminuyendo la digestibilidad considerablemente.

Por estas circunstancias, Whiteman (1975) especula sobre la posibilidad de que las diferencias de la digestibilidad en pastos templados y tropicales esté vinculada a las diferencias bioquímicas en las vías C3 y C4 que siguen los mismos en la fotosíntesis, criterio que se apoya en las evidencias de que tales diferencias están estrechamente ligadas con su fisiología (Canudas, 1985). Estos autores plantean que los pastos tropicales poseen una anatomía especializada en las hojas denominada "anatomía de Kranz" que se caracteriza por un arreglo radial de células de parénquima especializadas, formando una estructura (vaina del haz) que rodean a cada haz vascular.

Esta estructura no se encuentra en las gramíneas templadas ni en las leguminosas templadas y tropicales.

En otros trabajos se ha podido observar que las células de la vaina del haz varían en tamaño dependiendo de la especie, no tienen espacios de aire entre las células y la pared celular exterior está fuertemente suberizada, lo que hace que las hojas sean resistentes al rompimiento mecánico (Norton, 1982). Además, las células del mesófilo, que tienen una pared celular más delgada y por tanto tienen mayor digestibilidad, están en menos proporción en los pastos tropicales que en los templados; estas células presentan la característica de estar más densamente compactadas en los

pastos tropicales que en los templados y los espacios de aire entre células representan solamente de 3-12 % del volumen de la hoja, contra 10-35 % en los pastos templados, lo que pone en desventaja también la parte más digestible (mesófilo) de los pastos tropicales en relación con los pastos templados (Wilson, Brown y Windhám, 1983).

Estos autores, comparando 18 especies de *Panicum* con anatomía de Kranz contra 7 especies que no tenían esta estructura celular en las hojas, concluyeron que la diferencia en proporción de tejido entre estos dos tipos de plantas es, probablemente, un factor muy importante que determina la digestibilidad entre los dos grupos.

En consecuencia, las células de las plantas tropicales son menos accesibles a la degradación microbial en el rumen, lo que puede explicar, en parte, por qué con los pastos tropicales se observan un mayor tiempo de rumiación y retención (Thornton y Minson, 1973) que provoca un menor consumo voluntario de MS que en los de zonas templadas. Se ha demostrado por varios investigadores que la limitación fundamental que tienen los pastos tropicales para la producción de leche es el bajo consumo de energía que logran hacer las vacas que los pastan (Hamilton, Lambourne, Roe y Minson, 1970) lo cual es producido por la baja digestibilidad que presentan.

No obstante, no se puede descartar el efecto de otros nutrientes. A pesar de que el consumo voluntario se afecta cuando la PB está por debajo del 7 %, hay evidencias de que la eficiencia en la producción de leche a base de pasto disminuye cuando el nivel de este componente baja del 11 % (Glover y Dougall, 1961). Otros autores (Dijkstra y Dirven, citado por De Geus, 1977) han afirmado que el contenido de PB en el pasto deberá ser por lo menos de 18,5 % en base seca con 26 % de FC como máximo, a fin de cubrir los requerimientos de una vaca de 400 kg de peso vivo y una producción de 10 kg de leche diariamente.

Otros elementos minerales como el azufre, el calcio, el fósforo, el zinc, sodio, molibdeno, cobre y cobalto que frecuentemente son deficitarios en los pastos tropicales (García-Trujillo, 1983) pueden influenciar en el consumo, aunque estos se garantizan con pastos jóvenes y bien manejados para que los animales seleccionen las partes más nutritivas.

### **1.2.1.3 Consumo voluntario**

El consumo voluntario, como parte expresiva del valor nutritivo de los pastos y forrajes, tiene una estrecha relación con los temas tratados anteriormente. Sin embargo, hasta ahora se ha tendido a absolutizar en cuanto a las desventajas que tienen los pastos tropicales para lograr altas producciones al compararlos con los pastos templados. Esta conclusión, sin dejar de ser del todo cierta, está afectada, en buena parte, por la generalización que se hace al analizar los pastos tropicales en su gran diversidad de especies y variedades. Por otro lado, el potencial de los animales que se han usado al evaluar uno y otro grupo de pastos, generalmente no es comparable, considerando, no solo las posibilidades productivas de la raza en sí, sino su adaptabilidad al medio tropical. Los resultados discutidos antes, así lo afirman.

Es del criterio de la mayoría de los autores que han investigado el tema, que la producción animal es proporcional al consumo diario de materia seca digestible (Stobbs, 1975); por lo tanto podemos considerar que para lograr las altas producciones que se han informado en las condiciones antes mencionadas las vacas deben haber tenido amplias tasas de consumo. En el trópico, la carencia de datos sobre el consumo de los animales en pastoreo es considerable y casi total si nos remitimos a vacas lactantes. Vicente Chandler (1976) estimó consumos de MS equivalentes al 3 % del peso vivo para lactancias de 4 800 kg logradas con pastos tropicales en Puerto Rico. En Cuba, Ruiz, Cairo, Martínez y Herrera (1981) consiguieron un consumo de 3,13 % de PV con vacas Holstein y producciones promedio de 17,3 kg de leche/vaca/día, cuando pastaron Bermuda cruzada-I, comparables a las obtenidas por Martínez y col (1980) durante tres lactancias en el mismo pasto.

Estos resultados son muy parecidos a los que se han obtenido en los últimos 30 años en zonas templadas como Gran Bretaña, Nueva Zelanda y Holanda (Tabla 1.2.1.3.1).

Por su parte, Cáceres (1985), cuando estudió el valor nutritivo de un grupo de pastos tropicales comprobó que el factor que más influyó en la producción de leche de las vacas fue el consumo que realizaron de proteína digestible, más acentuado en PDIN, que no cubría para un potencial de más de

8 kg, mientras que el consumo de energía neta para la producción láctea fue menos limitante cubriendo los requerimientos para 12 kg diarios promedio con B. cruzada-I. Estos resultados, obtenidos bajo condiciones de corte y suministrando el forraje en comederos con edades superiores a 28 días en el rebrote, fueron contrarios a los encontrados por Ruiz y col (1981) quienes informaron que, bajo condiciones de pastoreo con una carga de 3,6 vacas/ha y rebrote de 24 días altamente fertirrigados, este mismo pasto admitió consumos de proteína bruta para una producción potencial de 27,2 kg diarios por vaca mientras que el de energía metabolizable se limitó a un potencial de producción de leche de 17,3 kg/vaca/día. Sin embargo, actualmente este tema se sigue discutiendo y hay evidencias de que la limitante fundamental es el consumo de proteína pasante al intestino (Leng, 1995 comunicación personal).

Los resultados hasta aquí discutidos nos demuestran que el potencial productivo de los pastos tropicales no pueden enjuiciarse de un modo tan general y que es posible, mediante el uso de métodos de manejo que proporcionen el incremento de la calidad y productividad de los mismos y de las posibilidades selectivas de los animales que lo consumen, lograr altas tasas de ingestión de nutrimentos y altos niveles de producción. Queda aún por lograr un uso más racional de las leguminosas para alcanzar estas altas producciones con menores insumos y más bajos costos en la producción, así como, la obtención de razas que puedan hacer un uso más eficiente de nuestros pastos, cuestión ésta que en Cuba se ve con amplias posibilidades si se tienen en cuenta los resultados logrados con Ubre Blanca, recordista mundial, en la producción de leche y grasa consumiendo pangola como dieta básica, que si bien son excepcionales hasta el momento, marcan una posibilidad en el futuro (Martínez, 1982). Hay que tener en cuenta, además, que se han encontrado diferencias notables en la tasa de digestión y de retención de la digesta entre los genotipos *Bos taurus* y *Bos indicus* (Hunter y Siebert, 1985 y 1985 a) que se atribuyen a una mayor habilidad del *Bos indicus* (Cebú) para digerir forrajes de baja calidad, fundamentalmente bajos en PB, lo que se asocia con el mantenimiento de una más alta concentración de amoníaco en el rumen del cebú. De acuerdo con estas circunstancias es tentador espectacular sobre las posibilidades de una mejoría de la habilidad de ingestión en los animales de las nuevas razas cubanas por efecto de la sangre cebú.



## **CAPITULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **2.1 Características edafoclimáticas del área experimental**

El experimento se realizó sobre un suelo Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979) que posee buena fertilidad y adecuado drenaje superficial e interno en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".

Este centro de investigación está situado en la zona aledaña al central azucarero España Republicana, en el municipio Perico, provincia de Matanzas, en el punto geográfico determinado por los 22° 48' 7" de latitud norte y los 81° 2' de longitud oeste a 19.01 m sobre el nivel del mar.

#### **2.1.1 Clima**

En la tabla II.1.1 se muestra como se comportó el clima del área en los últimos 12 años, que se caracterizó por una media anual superior a 1 300 mm en las lluvias. Estas precipitaciones fueron más abundantes en mayo, mientras que febrero y marzo fueron meses más secos. La mayor cantidad de lluvias sucedieron en la etapa de mayo a octubre lo que representó un valor relativo mayor del 80 %.

También en esta etapa se registraron las mayores temperaturas que fueron máximas durante julio y agosto, pero se mantuvo un promedio mensual superior a 20°C e inferior a 27°C. Enero se destacó como el mes más frío.

La tendencia manifestada por la humedad relativa fue la de mantenerse alta (79–85% en lluvias y 74-84 % en el período menos lluvioso).

La evaporación comenzó a subir a partir de enero y se hizo máxima en el mes de abril, a partir de este momento descendió paulatinamente hasta hacerse mínima en diciembre.

Tal comportamiento se corresponde con un clima clasificado como de sabana tropical (Aw) característico de Cuba, en el que predominan las condiciones tropicales marítimas con marcada estacionalidad de las lluvias, donde las masas de aire árticas y polares continentales hacen sentir su influencia en la época invernal poco lluviosa que se extiende desde noviembre hasta abril (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

Durante el período experimental, el tiempo varió de acuerdo con la etapa del año en que se realizó cada réplica y de modo general, las precipitaciones fueron un 5 % menores que la media histórica del país según el promedio de las lluvias. No obstante, la replicación I se desarrolló en medio de una época poco lluviosa atípica debido a las altas precipitaciones registradas en los meses de enero y febrero.

Los valores que tuvieron los índices fundamentales se muestran en la tabla II.1.2.

#### **2.1.2 Suelo**

El suelo sobre el que se realizó el estudio experimental es característico del 15 %, aproximadamente, del área del país y se encuentra en mayor frecuencia en los territorios de las provincias de La Habana, Matanzas, Ciego de Ávila y algunas zonas de Camagüey, Villa Clara y Cienfuegos. Además de sus buenas condiciones de fertilidad, lo caracteriza un perfil muy homogéneo que presenta poca diferenciación entre los horizontes, lo que es propio de los suelos donde tiene lugar una avanzada meteorización con disminución del carbonato de calcio y aumento de los compuestos de hierro y aluminio.

Es típicamente arcilloso y en los horizontes superiores el componente arcilla llega a presentar una magnitud relativa superior a 80 %. Sin embargo, posee buenas condiciones de aireación y excelentes propiedades físicas que lo hace adecuado para una amplia gama de cultivos.

En la tabla II.1.3. se exponen algunas de las características agroquímicas del área experimental.

## 2.2. Descripción de la especie

Conocido como guinea likoni, este pasto es un cultivar de la especie *Panicum maximum* que fue introducido en Cuba en 1971. Entre las propiedades que lo destacan se encuentran: sus altos rendimientos, su calidad, el potencial de producción animal, su plasticidad edafoclimática y su alta producción de semilla.

Este cultivar posee macollas que tienen una gran cantidad de hijos (220-300) y un alto porcentaje de hojas. Su porte es mediano y se adapta a diversos tipos de suelo como los arcillosos, pesados, ligeros, alcalinos y arenosos; aunque en estos últimos no manifiesta su máximo potencial siendo catalogado como un pasto propio para condiciones favorables (Anón, 1987).

Produce semilla durante todo el año con períodos de máxima producción en marzo-abril, junio-julio y septiembre-octubre con rendimientos de más de 900 kg/ha/año de semilla total (Matías, 1987) y mantiene niveles entre 600 y 800 kg de semilla total por hectáreas anualmente después de 4 años de explotación cuando el campo es sometido a un proceso de rejuvenecimiento con labores agrotécnicas apropiadas (Pérez, Matías y Reyes, 1989).

Ha llegado a producir 12 toneladas por hectárea de materia seca en un año cuando no se ha fertilizado ni regado (Cáceres, 1985), incrementando este rendimiento a 19 toneladas cuando se ha fertilizado con niveles de 240-300 kg N/ha/año sin riego, como comportamiento medio en diversos tipo B de suelo (Gerardo y Oliva, 1979 y 1979a y Gerardo, et al. 1982).

En respuesta al regadío y a niveles de fertilizante nitrogenado de hasta 400 kg/ha/año ha producido 26 toneladas en esta área anualmente. Su contenido de proteína bruta oscila entre 7,6 y 13 % y se han logrado niveles de producción de leche entre 9 y 10 kg/vaca/día cuando se ha suministrado este pasto sin suplementar con concentrados (Anón, 1989).

Es resistente a plagas y enfermedades y sobre todo a la invasión de malezas y ha mostrado buenos resultados en su conservación como ensilaje y heno (Cáceres, 1985).

## 2.3. Tratamientos experimentales

El trabajo se proyectó para investigar el efecto sobre el pasto y el comportamiento animal al variar la asignación u oferta diaria de materia seca por cabeza en una pradera de guinea likoni explotada en pastoreo rotacional.

El propósito fue probar la hipótesis de que en la medida en que se conozca con más profundidad el comportamiento de elementos como la estructura del pasto, su calidad nutritiva, el nivel productivo tanto de los animales como del pastizal así como su resistencia al pastoreo, se podría dominar cabalmente un factor que, controlado adecuadamente por el hombre, sería un eficiente instrumento para flexibilizar el manejo del sistema según el comportamiento productivo del pasto al transcurrir el tiempo evitando un agotamiento excesivo o prematuro de la pradera, además de poder lograr un nivel óptimo de producción animal.

Tal factor puede ser la oferta o asignación diaria de pasto a cada animal que lo apacenta.

El estudio se proyectó mediante un experimento que, replicado en cuatro ocasiones, diera elementos para valorar los aspectos citados anteriormente, condicionados por las variaciones climáticas, bajo tres niveles de oferta diaria de materia seca que constituyeron los siguientes tratamientos experimentales:

A: 15 kg MS/vaca/día

B: 35 kg MS/vaca/día

C: 55 kg MS/vaca/día

## 2.4. Procedimiento experimental

El estudio se realizó en un área de cuatro hectáreas que se sembró con ese fin 18 meses antes. Se hizo una preparación de suelo convencional para este cultivo en la que se roturó y se cruzó la tierra con pases de grada mediana intercalados.

La guinea likoni se sembró en mayo usando un método semimecanizado, en surcos separados a 75 cm con una densidad de 0,5 kg de SPG/ha.-

Al comenzar la primera replicación dicha pradera tenía el 88 % de pureza y presentaba una adecuada homogeneidad.

Los estudios sobre las variaciones del comportamiento animal se hicieron en períodos cortos representativos de las dos épocas que distinguen el clima cubano. En estas ocasiones, también fue caracterizado el comportamiento del pasto. Sin embargo, los efectos medidos fueron el resultado de la explotación continuada de la pradera durante 29 meses.

Con los datos obtenidos, se elaboraron los criterios acerca de las variaciones en la estructura de la pradera, en la calidad nutritiva del pastizal, el comportamiento del pasto y la respuesta animal que sirvieron para enunciar principios científicos y alternativas para manejar óptimamente a la guinea likoni.

#### **2.4.1. Fertilización y riego**

Durante la fase de establecimiento de la pradera, el pasto fue fertilizado con 50 kg de nitrógeno por hectárea cuando transcurrieron 12 semanas después de la siembra.

En la fase experimental se hizo una fertilización de fondo con 50 kg por hectárea de P<sup>2</sup>5 Y K<sup>20</sup> respectivamente, al iniciar la primera replicación.

El nitrógeno se suministró en un nivel equivalente a 350 kg/ha/año, fraccionado en dosis de 50 kg/ha en cada aplicación.

En la época poco lluviosa se regó con una dosis promedio de agua de 250 N/ha cada 25 ó 30 días en dependencia de la humedad residual en el suelo en la primera, segunda y tercera replicación, pero con un mayor intervalo (-35 días) en la cuarta.

#### **2.4.2. Manejo**

El área experimental se cercó con una cerca fija perimetral, se le construyó una manga central para facilitar el acceso de los animales y se dividió en tres partes, una para cada tratamiento, que fueron distribuidas al azar (fig. 2.4.2.1).

Se usó una cerca eléctrica para hacer las divisiones en franjas y cuartones. Estos fueron variables en sus dimensiones porque la oferta de materia seca de cada tratamiento se reguló dándole menor o mayor tamaño de acuerdo con las variaciones de la disponibilidad que presentaba el pastizal y según las exigencias de cada tratamiento experimental.

Las vacas se rotaron diariamente con ciclos de 21 días y además del pasto consumido en el pastoreo sólo tuvieron acceso a agua potable y sales minerales en las naves de sombra durante el horario de mayor radiación solar.

## **CAPITULO III. PARTE EXPERIMENTAL**

### **3.1 VARIACIONES EN LA ESTRUCTURA DE LA PRADERA**

#### **3.1.1 INTRODUCCIÓN**

La estructura del pastizal es un atributo que junto a otros no menos importante tales como la capacidad de producir biomasa en cantidad y calidad y la composición botánica, determinan en el mayor o menor mérito que pueda tener una pradera al ser explotada para la producción animal en condiciones de pastoreo.

El concepto amplio de estructura comprende todos los órganos que morfológicamente constituyen cada planta en su papel de unidad funcional de la pradera (Holechek, Pieper y Herbel, 1989 y Hodgson, 1990).

No obstante, en los estudios que se han hecho sobre el comportamiento y hábito de consumo de animales en pastoreo el énfasis fundamental ha estado en la influencia ejercida por las magnitudes relativas de la hoja, el tallo y el material muerto originado en la evolución natural o provocada de ambas.

Generalmente, en estos estudios también se ha incluido la densidad de la pradera (kg MS/ha/cm) como parte de la estructura asumiéndola como una manifestación de la concentración de la biomasa producida (Jordán, 1984).

Se ha planteado, como resultado de varias investigaciones, el efecto positivo de las hojas en el contenido proteico y la digestibilidad de los pastizales (Dirven, citado por Herrera en 1983). Esta fracción estructural es también la preferida cuando los animales tienen amplia posibilidad de seleccionar (Ruiz y Vázquez, 1983).

Tal vez, uno de los efectos más importantes de la estructura del pasto sobre los animales que lo están consumiendo en pastoreo es el tamaño del bocado que logran aprehender en un momento dado, lo que está influenciado por factores tales como; el grado de madurez, el nivel de hojiosidad, la posibilidad real de selección y la disponibilidad de alimento que tenga la pradera, entre otros.

Tales factores, interactuando entre ellos, hacen que el tamaño del bocado se incrementen cuando los animales pastan en praderas más hojosas y densas y logran altos consumos de materia seca en menor tiempo de pastoreo (Hodgson, 1983).

Partiendo de tales concepciones, se puede afirmar que para manejar adecuadamente un pasto y lograr la máxima eficiencia en su explotación es imprescindible conocer los detalles de su comportamiento estructural y aplicar estos conocimientos a la práctica de producción.

El experimento, en esta parte de su estudio, tiene el objetivo de conocer las posibles variaciones que puedan ocurrir en las magnitudes relativas de los distintos componentes estructurales de una pradera de guinea likoni al ser manejada bajo tres niveles de explotación, derivados de las diferencias de tres niveles de oferta de MS.

#### **3.1.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **3.1.2.1 Técnica de muestreo**

Para tomar las muestras de estructura se utilizó un marco de 0,5 m<sup>3</sup> que se colocó en sitios al azar en el área de cada tratamiento cortando las muestras con una tijera de podar plantas ornamentales en estratos medidos a más de 30 cm, entre 20 y 30 cm y entre 10 y 20 cm de altura desde la superficie del suelo.

##### **3.1.2.2 Diseño experimental y análisis biométrico**

El estudio bioestadístico se hizo mediante un análisis de varianza ajustado a un diseño totalmente aleatorizado y las diferencias entre medias se precisaron empleando la décima de comparación múltiples de Duncan (1955).

También se usaron análisis de regresiones cúbicas y cuadráticas para estudiar la evolución estructural de la pradera.

### 3.1.2.3 Procedimiento experimental

En todas las réplicas, antes de entrar los animales al cuartón e inmediatamente después de salir se tomaron seis muestras en cada tratamiento según la técnica de muestreo descrita anteriormente.

Estas muestras se separaron manualmente en sus componentes estructurales (hoja, tallo y material muerto) y se sometieron a un proceso de secado a 70-80 °C en una estufa de circulación forzada de aire. De cada una de estas partes se tomó el peso seco en una balanza de precisión y con estos datos se determinó el porcentaje en que se encontraba cada componente en la muestra y se calcularon las variaciones de la densidad de la pradera.

### 3.1.3. RESULTADOS

En la figura 3.1.3.1 se presentan, en cifras promediadas, los resultados obtenidos en el estudio de la estructura del follaje, dados por las variaciones registradas entre tratamientos y estratos.

Se destacó la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos en todas las fracciones estructurales y el predominio de la hoja ( $P < 0,01$ ) sobre el tallo y el material muerto en todos los casos. Por otra parte, fueron notables las diferencias ( $P < 0,001$ ) entre estratos, vistas en las fracciones individualmente y en el balance que presentaron en los diferentes niveles estudiados.

Fue evidente la superioridad de la hoja por encima de 20 cm de altura, mientras que el tallo y el material muerto dominaron en el estrato inferior.

A continuación se detallan los resultados que se obtuvieron en las diferentes réplicas y se especifica el comportamiento individual de cada componente estructural estudiado

La hoja está representada en la figura 3.1.3.2. Sólo en dos réplicas hubo diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre tratamientos en los estratos situado entre 20 y 30 cm y entre 10 y 20 cm. Sin embargo, las diferencias entre estratos fueron ostensibles; en todos los tratamientos se presentó la misma tendencia, con un incremento en el porcentaje de hojas en la medida en que la muestra se tomó a mayor altura de la superficie del suelo.

La cuarta réplica fue la que presentó el menor contenido de hojas en los tres tratamientos y en todos los estratos.

El tallo (fig. 3.1.3.3) mostró un comportamiento contrario al de la hoja; predominó en el estrato más cercano al nivel del suelo e incrementó su porcentaje ( $P < 0,01$ ) en la medida en que el muestreo fue hecho en los niveles de altura más bajos.

Existió una tendencia ( $P < 0,01$ ) a una mayor presencia de tallos en el tratamiento A en los estratos superiores a 20 cm de altura, lo que produjo cierto incremento del porcentaje promedio de esta fracción estructural en dicho tratamiento. También tendió a porcentajes menores en todos los tratamientos y estratos a medida que avanzó el tiempo de explotación y mostró los valores máximos en la primera réplica y los mínimos en las dos últimas.

La figura 3.1.3.4 presenta los resultados logrados al estudiar el comportamiento del material muerto, que tendió a incrementarse al bajar la presión de pastoreo cuando se subió el nivel de oferta de materia seca aunque las diferencias entre tratamientos ( $P < 0,01$ ) se presentaron con cierta inestabilidad y no en todas las réplicas, pero fueron suficientes para producir un débil incremento del porcentaje promedio de esa fracción estructural presente en los tratamientos B y C, con respecto al A. También se observó su predominio en el estrato de 10 a 20 cm en todos los tratamientos y hubo notables diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre estratos. Los valores mínimos se registraron en el superior y los máximos en el inferior.

Esta fracción estructural tendió a incrementarse en función del tiempo de explotación; su contenido fue menor en las primeras réplicas y mayor en la última.

Los datos que caracterizan las variaciones de la densidad de la pradera, se muestran en la tabla III.1.3.1. Esta fluctuó entre 84 y 98 kg MS/ha/cm al promediar las cuatro replicaciones efectuadas en

el tiempo y manifestó tendencias de incremento al aumentar la oferta diaria de materia seca, con la consecuente disminución de la intensidad y presión de pastoreo.

En estos resultados resaltó el aumento de la densidad en los estratos inferiores del pastizal en todos los tratamientos y réplicas. Sin embargo al analizar el comportamiento de dicho parámetro en las fracciones estructurales individualmente se constató que este incremento se logró basado, fundamentalmente, en el material muerto y el tallo ante los cuales la hoja: declinó en los niveles más bajos de la altura del pasto.

También se observó el efecto de los tratamientos experimentales en las variaciones de estos parámetros. Así, aunque en los estratos superiores a 20 cm de altura la influencia de la hoja en la densidad total promedio de todas las réplicas en todos los tratamientos no fue muy diferente (sólo varió entre el 69 y el 71 %), fue evidente la superioridad de la densidad de hojas en este nivel del pastizal contra el estrato inferior a medida que se incrementó la oferta de MS y disminuyó la intensidad y presión de pastoreo (10% menos en A, 14 % mayor en B y 42 % mayor en C).

De los muestreos realizados después de pasar los animales por los cuartones, se pudieron obtener datos que permitieron estudiar la evolución de la estructura en sus componentes hoja, tallo y material muerto, lo que se muestra en la tabla III.1.3.2.

En el tratamiento de menor oferta de materia seca no hubo correlación entre las diferentes fracciones estructurales y en las demás se presentaron solamente en los estratos por debajo de 30 cm de altura entre el tallo y el material muerto. La hoja se correlacionó con el material muerto únicamente en el tratamiento de mayor oferta de materia seca en el estrato de 10 a 20 cm.

### 3.1.4 DISCUSIÓN

Se esperaba encontrar diferencias manifiestas entre tratamientos por efecto del manejo en la estructura del pastizal; sin embargo, no siempre fue así. La hoja fue la fracción menos influenciada si se considera que los valores promedios de las cuatro réplicas fueron 58, 59 y 58 % en A, B y C respectivamente y que las diferencias entre tratamientos sólo se manifestaron en algunas réplicas aisladas en los estratos inferiores a 30 cm de altura. Estos valores, aunque menores, se acercan a los informados por Machado, et al. (1986) cuando incluyeron al cultivar likoni en un estudio de la interacción genotipo x ambiente en *P. maximum* y a los encontrados por Seguí, (1987); no obstante, hubo un mayor porcentaje de esta fracción estructural en la primera, segunda y tercera réplicas cuando los efectos del regadío, el tiempo y la fertilización fueron mejor aprovechados para la producción de materia seca. La hoja alcanzó su valor mínimo en la cuarta replicación, cuando las precipitaciones fueron escasas y el regadío no garantizó el agua suficiente después de un período más intenso de actividad reproductiva.

Es posible que este comportamiento de la estructura varíe más por los efectos estacionales que por el manejo en pastoreo, lo que también fue observado en este cultivar por Serrano y Vázquez, (1980).

El tallo, por su parte, tendió hacia un mayor valor promedio en el tratamiento A, que fue el de menor oferta de materia seca y mayor intensidad y presión de pastoreo, esto indica cierta influencia de los factores de manejo en la variación de esta fracción estructural.

El material muerto aumentó desde 24% como promedio en A hasta 29% en B y C. Es posible que la variación de esta fracción estructural haya sido influenciada por la diferenciación que ejercieron la intensidad y presión de pastoreo de los tratamientos sobre el aprovechamiento de la materia seca ofrecida, lo que provocó la acumulación progresiva del material muerto; un efecto similar al observado por Campbell (1966).

La guinea likoni presentó una estructura vertical típica de los pastos tropicales en todos los tratamientos y manifestó un mejor equilibrio estructural en los estratos medidos por encima de 20 cm de altura donde predominaron las hojas y los tallos más tiernos fácilmente alcanzables por los animales. Por debajo de 20 cm de altura, la relación estructural se desplazó muy desfavorablemente hacia el tallo y el material muerto. Resultados parecidos encontró Stobbs (1977) cuando trabajó con el cultivar Gatton de la misma especie.

El análisis de regresión aplicado a los datos obtenidos de la estructura del pasto residual permite dar criterios importantes sobre la evolución de las diferentes fracciones estructurales en función del manejo.

Así, no se pudo obtener ninguna correlación entre el tallo y el material muerto y la hoja y el material muerto en el tratamiento A de mayor presión de pastoreo y menor oferta de materia seca lo que pudo ser una manifestación del alto aprovechamiento del material verde que hicieron los animales. En este caso se puede asumir que el material muerto se produjo por efectos mecánicos de los animales en pastoreo como cosa fundamental mientras que la evolución del tallo y la hoja residual hacia la fracción estructural terminal (material muerto) desempeñaron un papel muy secundario y prácticamente despreciable.

Las correlaciones significativas aparecieron en el tratamiento B (con presión de pastoreo media); la más alta de ellas ( $r = 0.83$ ), entre el tallo y el material muerto en el estrato 20 a 30 cm, lo que es un índice del alto aprovechamiento de la hoja y el rechazo del tallo que evolucionó hacia el material muerto.

En este mismo tratamiento, el coeficiente de correlación fue más bajo en el estrato de 10 a 20 cm, lo cual induce a pensar que ya en este nivel del pastizal los animales no pueden hacer un aprovechamiento tan alto de la hoja, ello hace que parte de ella evolucione junto al tallo hacia el material muerto, pero no en una magnitud tal que produzca una correlación significativa y positiva entre ambas fracciones estructurales.

En el tratamiento C (de mayor oferta de materia seca y menor presión de pastoreo) se obtuvo la correlación más baja entre tallo y material muerto y la hoja se correlacionó con esta fracción estructural pero sólo en el estrato de 10 a 20 cm. Esto puede tomarse como un importante indicio de desaprovechamiento de este valioso material bajo esta condición de manejo.

Los valores que se encontraron al estudiar el comportamiento de la densidad (kg MS/ha/cm) se incluyen en el amplio rango dentro del cual varían los pastos tropicales en dicho aspecto según el criterio de Stobbs (1975), pero son inferiores a los informados por García-Trujillo, et al. (1980) para la guinea común en Cuba, aunque también son notablemente superiores a los encontrados por Hernández (1984) al estudiar, entre otras especies, a la guinea likoni en las condiciones ambientales cubanas.

La poca uniformidad estructural de este pasto en las macollas, vistas como una unidad, provocó el predominio de fracciones estructurales distintas en estratos muestreados a diferentes alturas desde el nivel del suelo. A esta característica, que es típica de los pastos tropicales, se debe el incremento de la densidad total por debajo de 20 cm de altura.

Sin embargo, de tal incremento no puede esperarse un efecto positivo en el consumo que los animales hagan del pasto ofrecido ya que está fundamentado en los componentes estructurales tallo y material muerto que son ampliamente rechazados cuando las vacas tienen la posibilidad de seleccionar (Stobbs, 1975).

Del análisis de estos resultados surgen algunos principios que se deben tener en cuenta para manejar eficientemente este pasto.

Considerando la hoja como la fracción estructural del pasto más importante en la nutrición de los animales en pastoreo, por ser la preferida en sus hábitos de consumo y selección (Stobbs, 1975, 1977; Vázquez, 1980; García-Trujillo, 1980), es importante tener en cuenta que aunque la misma no varía a diferentes presiones de pastoreo, su mayor selección se facilita cuando se hacen ofertas de materia seca medias y altas.

No obstante, esto está limitado por el momento en que la hoja deja de ser aprovechada por los animales y evoluciona a material muerto. En esta investigación este límite se encontró cuando se ofrecieron 55 kg de materia seca a cada vaca diariamente.

Por otro lado, el mejor balance estructural que se logró por encima de 20 cm en las tres condiciones de manejo, sugiere usar métodos de explotación que no obliguen a los animales a buscar su alimento en el estrato más bajo, donde, a pesar de tener el nivel más alto de densidad total, las hojas son casi inaccesibles.

## **3.2. VARIACIONES DE ALGUNOS COMPONENTES DE LA CALIDAD DEL PASTO**

### **3.2.1 INTRODUCCIÓN**

Cuando se investiga sobre los efectos que ejerce un determinado alimento sobre la productividad de los animales en un sistema de producción específico, se tiende con frecuencia a mencionar indistintamente el valor nutritivo o la calidad del pasto como la piedra angular de tales efectos.

Sin embargo, en el análisis de los resultados que se exponen más adelante se tiene en cuenta la calidad, considerándola como un complemento o componente de primera línea del valor nutritivo, basado en los conceptos enunciados por García-Trujillo (1985) en su revisión sobre el tema en los que asume como valor nutritivo al consumo de nutrimentos y su utilización por los animales y por calidad a los valores de una u otra fracción de los componentes químicos del pasto.

Se incluye también la digestibilidad (en este caso de la materia seca y la materia orgánica) y los contenidos de energía metabolizable atendiendo a los criterios expresados por Herrera (1983) cuando revisó este asunto.

Este último autor atribuye las variaciones de la calidad del pasto a múltiples factores tales como; la especie y variedad, el clima, la fertilización, las características morfológicas y dentro de los factores de manejo en pastoreo, a la carga en primer orden.

El valor nutritivo y la calidad de la guinea likoni ha sido estudiado con amplitud en el área del Caribe (García-Trujillo, 1982; Cáceres, 1985; Xandé, et al., 1985) y se ha destacado como un forraje de buenas condiciones nutritivas para la producción animal.

Sin embargo, su uso en pastoreo para la producción de leche requiere de estudios particulares que posibiliten manejarla con máxima eficiencia.

En el acápite 3.1 se evidencia la importancia de las variaciones estructurales para tales propósitos. En este otro se busca el objetivo de conocer el nivel de influencia que puedan tener estas variaciones estructurales en la calidad de la pradera/ en estrecha relación con la menor o mayor intensificación de su explotación, que se deriva de ofrecer a las vacas un nivel mas alto o más bajo de alimento proveniente del pasto.

### **3.2.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.2.2.1 Técnica de muestreo**

Para hacer el muestreo de calidad de la pradera se seleccionaron 2, 3 y 4 macollas al asar en los tratamientos A, B y C respectivamente que se cortaron con cuchillo a una altura de 10 cm desde el nivel del suelo. También se utilizaron las muestras que se tomaron para estudiar la estructura de la pradera cuya técnica se describe en el acápite 3.1.2.1.

#### **3.2.2.2 Diseño experimental y análisis biométrico**

En función del muestreo aleatorio que se realizó en cada tratamiento, el estudio biométrico se hizo mediante un solo análisis de varianza apropiada al diseño totalmente aleatorizado. La comparación entre las medias, para precisar sus diferencias, se hizo mediante la década de Duncan (1955).

#### **3.2.2.3 Procedimiento experimental**

El muestreo experimental se realizó durante la segunda, tercera y cuarta réplicas al iniciarse, a mediados y antes de finalizar cada una. Se separaron manual mente en sus componentes estructurales (hoja, tallo y material muerto) con el propósito de analizar en cada fracción la composición química y otros índices de la calidad del pasto.

En las muestras tomadas en los estratos medidos por encima de 30 cm, entre 20 y 30 cm y entre 10 y 20 cm desde la superficie del suelo, después que se estudiaron según el procedimiento descrito



en el acápite 3.1.2.3 se analizaron para obtener datos sobre las variaciones de algunos componentes de la calidad de la pradera, tanto en el pasto disponible como en el residual.

#### **3.2.2.3.1 Análisis realizados**

En cada fracción estructural, así como en las muestras tomadas en los diferentes estratos, se hicieron los análisis siguientes: tenores en por ciento de materia seca (% MS), proteína bruta (% PB), fibra bruta (% FB) y fósforo (% P). También se determinaron el porcentaje de materia orgánica digestible (% DMO), materia seca digestible, (% DMS), que sólo se estudió en la tercera y cuarta réplicas y la energía metabolizable (EM, en MJ/kg MS).

#### **3.2.2.3.2 Técnicas usadas en al laboratorio**

Las técnicas usadas para hacer los análisis de PB, FB y P contenidos en el pasto, fueron las publicadas por AOAC (1965) mientras que DMS y DMO fueron determinadas según la técnica de digestión in vitro en KOH propuesta por Kesting (citado por González, 1983),

La EM se determinó por la siguiente ecuación, propia para los forrajes cubanos (García-Trujillo, 1982):

$$EM \text{ (kcal/kg MS)} = 37,28 \text{ DMO \%} - 148,9$$

$$r = -0,943^{***}$$

$$Esb = \pm 1,74$$

$$n = 101$$

### **3.2.3. RESULTADOS**

Los resultados obtenidos al estudiar las variaciones de algunos componentes de la calidad del pasto relacionados con la estructura de su follaje y la menor o mayor intensificación de su explotación se resumen en la tabla III.2.3.1. En ella se observa que el % de MS fue significativamente más alto en el material muerto ( $P < 0,001$ ); mientras que en los contenidos del tallo y de la hoja las diferencias fueron imperceptibles en los tratamientos de menor oferta (A y B) y más notables en el de oferta más amplia ( $P < 0,01$ ). Sin embargo, entre tratamientos no se presentaron diferencias en todas las réplicas, aunque se pudo notar una tendencia de crecimiento de la MS en todas las fracciones estructurales al aumentar la oferta.

Por su parte, la PB fue siempre significativamente más alta en las hojas ( $P < 0,001$ ) que en los tallos y el material muerto en todas las ofertas y la cuarta réplica se destacó con los valores más bajos. En este período climático fue donde únicamente se manifestaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) en los contenidos proteicos de las hojas de A y B, que se equipararon entre sí, en comparación con C que bajó hasta 5 %.

El por ciento de FB fue significativamente menor ( $P < 0,001$ ) en la hoja, medio en el tallo y máximo en el material muerto y se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos de manera esporádica.

Por otro lado, el por ciento de P (que fue estudiado sólo en la segunda y tercera réplicas), fue mayor en la hoja que en el tallo y el material muerto en todos los tratamientos en la segunda réplica. Sin embargo, este comportamiento cambió en la tercera réplica donde sólo se mantuvo por encima en el tratamiento A y presentó el mismo nivel que el tallo en B y C. No obstante, en todos los casos el tenor más bajo se obtuvo en el material muerto ( $P < 0,01$ ).

Al determinar la DMO y la DMS se encontraron valores más altos en las hojas, medios en los tallos y menores en el material muerto ( $P < 0,001$ ). La diferencia entre tratamientos fue más evidente en la cuarta réplica, con tendencia a mayores digestibilidades que determinaron un comportamiento similar en la concentración energética en los tratamientos A y B.

Las variaciones de la calidad del pasto que se registraron en los estratos, tanto en el pasto disponible antes de entrar los animales a los cuartos como en el residuo dejado al salir, se representan en las figuras siguientes.

El mayor porcentaje de MS (fig. 3.2.3.1) se obtuvo en el nivel más cercano a la superficie el suelo diferente significativamente ( $P<0,01$ ) de los valores obtenidos en los estratos superiores en todos los tratamientos con la salvedad de que en el de: mayor oferta de MS (C) no se manifestaron durante la segunda y tercera réplicas. Entre tratamientos las diferencias ( $P<0,01$ ) se presentaron en tres o menos réplicas, pero se observó una tendencia de incremento en B y C que fueron los de la oferta más amplia.

La fibra bruta (fig. 3.2.3.2) también mantuvo la a diferencias significativas ( $P<0,01$ ) más evidentemente entre estratos y presentó los porcentajes más elevados según se bajo la altura del muestreo en todos los niveles de oferta de MS.

Entre tratamientos, a pesar de que las diferencias estadísticas ( $P<0,01$ ) se presentaron en la mitad de las réplicas, se pudo constatar cierta tendencia de aumento del contenido fibroso cuando se disminuyó el nivel de MS ofrecido.

Por su parte, la PB (fig. 3.2.3.3) manifestó sus diferencias ( $P<0,01$ ) entre estratos manteniendo los valores tan altos en los estratos superiores a 20 cm, pero siempre el estrato más favorecido fue el mayor de 30 cm que mantuvo el valor promedio de todas las réplicas por encima de 10 % en todos los tratamientos. Entre los niveles de oferta no se detectaron diferencias evidentes ya que se presentaron en una sola réplica y de manera irregular (no en todos los estratos). No obstante, el valor promedio por tratamiento, tendió a incrementarse en el nivel intermedio de oferta y a disminuir en los niveles extremos (A=7.8 %, B=9 % y C=7.3 %).

El fósforo fue un componente que varió con cierta irregularidad, pero siempre mantuvo sus tenores más altos en los estratos superiores a los 20 cm de altura ( $P<0,01$ ). Además se manifestaron diferencias entre tratamientos ( $P<0,01$ ) que fueron mas evidentes en estos estratos también y se observó una tendencia de incremento el tratamiento A (de menor oferta de MS).

En la figura 3.2.3.5 está representado el comportamiento seguido por la materia orgánica digestible. Este componente cualitativo presentó sus mejores valores ( $P<0,05$ ) en el estrato superior y aunque las diferencias entre tratamientos ( $P<0,05$ ) no se hicieron notar mucho, hubo una leve tendencia a una mejor situación en los tratamientos B y C, donde se ofrecieron mayores cantidades de materia seca.

La materia seca digestible (fig. 3.2.3.6) que se estudio sólo en la tercera y cuarta réplicas manifestó tendencias similares.

También la energía metabolizable (fig. 3.2.3.7) alcanzó sus más altas concentraciones ( $P<0,05$ ) en el estrato superior, siendo el estrato inferior el que con más frecuencia presentó los niveles más bajos; no obstante hubo réplicas en los tres tratamientos en que los valores de este estrato BC equipararon con los del estrato intermedio. La diferencia entre tratamientos ( $P<0,05$ ) fue poco notable y se presentó de manera irregular.

Los parámetros cualitativos medidos en el pasto residual se utilizaron para estudiar el efecto del pastoreo sobre componentes importantes de la calidad de la pradera y se notó en el pasto rechazado una tendencia de disminución en algunos de ellos. Los valores máximos de pérdida registrados fueron: PB=23 %, P=37 %, EM=13 %, DMO=6 % y DMS=6 %. A su vez, la fibra bruta tendió al incremento y se registró un valor máximo del mismo del 41 %. Tal efecto fue desapareciendo según aumentó la oferta de MS con la disminución consecuente de la intensidad de explotación de la pradera.

### 3.2.4 DISCUSIÓN

Los valores encontrados en los contenidos de MS están dentro de los rangos informados para la guinea likoni en otros estudios realizados en Cuba bajo condiciones de regadío y altos niveles de fertilización (Gerardo y Oliva. 1979 y 1979 a y Cáceres, 1985).

Por otro lado, la tendencia manifiesta de presentar el más alto porcentaje en el material muerto, fue similar a la informada por Campbell (1966) y era un resultado esperado dada la naturaleza de esta fracción estructural, que es el producto de la evolución natural de las hojas y los tallos residuales que mueren por vejez o daños mecánicos provocados por los animales que pastan.

Este mismo proceso de senescencia puede también ser el responsable de los incrementos que se observaron en este parámetro al aumentar el nivel de oferta de pasto, que trajo consigo una menor intensificación en la explotación de la pradera y la aparición de una mayor cantidad de biomasa residual.

En cuanto a la PB los valores hallados fueron muy parecidos a los informados por Lamela y García-Trujillo (1978) para este pasto, aunque un poco más altos en la proteína bruta foliar, con excepción de los obtenidos en la cuarta réplica.

La diferencia significativa que se detectó en esta réplica para el contenido proteico de la hoja hace desventajoso al tratamiento C. Es posible que las condiciones climáticas desfavorables que primaron en esta etapa experimental hayan provocado un aceleramiento del proceso evolutivo de la hoja hacia el material muerto con pérdidas de calidad implícitas.

En la FB, los valores hallados son similares a los de Lamela y García-Trujillo (1978), pero la variación irregular presentada entre los tratamientos no permitió analizar su comportamiento claramente. No obstante, hubo cierta tendencia a presentar una mejor razón FB: PB en el tratamiento del nivel de oferta intermedio respecto a los niveles extremos (A=4,2; B=3,4 y C=4,2). Tal comportamiento incluye un efecto depresivo en la calidad del pasto al explotarlo muy intensamente o muy suavemente, lo que puede ser causado por el sobrepastoreo o el subpastoreo, elementos muy comunes cuando el pasto es mal manejado y que acarrearán muchos perjuicios a la pradera cuando persiste por un período de tiempo relativamente largo (Herrera, 1983).

Las tendencias que se manifestaron en los tenores de P concuerdan con los resultados encontrados por Lamela y García-Trujillo (1978) al estudiar este pasto aunque en el caso específico de los contenidos hallados en las hojas los valores fueron más altos.

De igual forma en la DM0 y DMS los resultados encontrados fueron similares a los informados por estos mismos autores y Serrano y Vázquez (1980), pero con valores absolutos más altos.

También en estos indicadores de la calidad del pasto, incluyendo la concentración energética, el tratamiento de mayor oferta se vio perjudicado en la cuarta réplica, lo que puede estar relacionado con las manifestaciones evolutivas de los diferentes componentes estructurales a los que ya se ha hecho referencia.

De modo general, los valores obtenidos en la composición química y la digestibilidad de los componentes de la estructura, concuerdan con los hallados por Stobbs (1977) en un trabajo parecido realizado en *P. maximum* cv. Gatton y siguen tendencias iguales a las encontradas por Chacón, Stobbs y Dale (1978) con otros géneros de gramíneas.

Estas particularidades de la estructura influyeron notablemente en las variaciones que se encontraron en algunos componentes de la calidad del pasto estudiado por estratos considerando la distribución de sus fracciones a diferentes alturas del pastizal. Así, el mayor porcentaje de MS se obtuvo en el estrato donde predominó el material muerto y tendió al incremento cuando se bajó la oferta de MS en los tratamientos B y C los cuales tendieron también al mayor porcentaje de esta fracción estructural.

Mientras, el resto de los componentes de la calidad de la pradera que se estudiaron estuvieron mejor equilibrados en los niveles por encima de 20 cm de altura del pasto, donde la hoja predominó sobre el resto de las fracciones estructurales. El componente foliar del follaje herbáceo siempre se ha destacado por su más alta calidad, por lo que ha sido estimado como un aspecto de suma importancia para mejorar el potencial productivo de las praderas (Dirven, citado por Herrera, 1983).

Los efectos observados concuerdan con los encontrados por Wilkinson, Adams y Jackson (1970) cuando estudiaron la bermuda de costa en seis estratos verticales y corrobora los resultados informados por Avendaño, Borel y Cubillos (1986) cuando investigaron la distribución estructural vertical de pastos de porte alto y bajo sometidos a tres tratamientos de ofertas de MS.

La influencia que ejerció el pastoreo sobre la calidad del pastizal, estudiada en el pasto residual, fue similar a la encontrada por Stobbs (1977) trabajando con guinea Gatton y a la informada por Hernández y Rosete (1985) hallada en *C. dactylon* cv. Coastcross-1. Tal vez, el hecho de que el efecto tienda a disminuir en los tratamientos B y C, pueden relacionarse con el incremento de la capacidad de selección de los animales que ocurre cuando se sube el nivel de oferta diaria de MS/animal (Cáceres, 1985).

El análisis de los resultados permite reflexionar sobre cuestiones importantes del manejo de este pasto en las condiciones de Cuba.

Considerando el criterio de algunos investigadores que afirman que las limitaciones más importantes para producir leche en el trópico empleando el pasto como base alimentaria son: la baja digestibilidad (Minson, 1975; Stobbs y Thompson, 1975) y el bajo consumo de energía que logran hacer las vacas que lo pastan (Hamilton, et al. 1970), además de que la proteína bruta puede ser un limitante del consumo y la producción de leche (Glover y Dougall, 1961), se hace necesario que la MS que se ofrezca a los animales sea predominantemente de hojas, lo cual conlleva que las técnicas de manejo que se usen propicien el consumo de los estratos superiores (sobre 20 cm de altura), donde existan las mejores condiciones para salvar estas limitantes. Así mismo, debe tenerse en cuenta ofrecer cantidades suficientes de MS que faciliten la actividad selectiva de los animales.

### **3.3 COMPORTAMIENTO DEL PASTO Y LA RESPUESTA ANIMAL**

#### **3.3.1 INTRODUCCIÓN**

El comportamiento del pasto, visto desde el ángulo en el que se manifiesta su productividad, así como su calidad y perennidad; junto a la respuesta productiva de los animales que lo pastan son aspectos cuyo análisis puede propiciar elementos importantes para evaluar en un momento dado si los métodos de explotación que se usan en un sistema productivo bajo pastoreo son correctos o no y también para buscar o precisar el más adecuado.

Las técnicas de manejo que se utilicen deben asegurar, al menos dos respuestas fundamentales:

- La perennidad mediante la persistencia a largo plazo de la pradera.
- Un nivel adecuado de producción individual en correspondencia con el potencial productivo de los animales y también por área en consonancia con el potencial productivo de la pradera.

Si esto se logra con resultados positivos, se garantiza un sistema de producción estable al transcurrir el tiempo de explotación.

Sin embargo, los métodos propuestos hasta hace aproximadamente una década han estado basado, fundamentalmente en resultados obtenidos al estudiar la carga en pastoreo continuo y rotacional y han adolecido de una rigidez extrema al no tener en cuenta en toda su importancia otras cualidades de la pradera como su estructura, su composición botánica y su nivel de producción de alimentos en cantidad y calidad en estrecha interacción con los cambios climáticos, entre otros.

Por ello las tendencias actuales de los sistemas de producción en pastoreo se dirigen hacia la búsqueda de tecnologías flexibles de explotación que permitan, con el uso de principios integrados, acoplar adecuadamente las potencialidades productivas de pastos y animales para lograr la manifestación cabal y equilibrada de la interrelación obligada del suelo, el pasto y los animales.

En el XV Congreso Mundial de Pastos se hizo un llamado de atención al respecto (Hodgson, 1985).

Esta parte del estudio experimental se hace con el objetivo de determinar, como se comporta una pradera de guinea likoni para flexibilizar su manejo a través de la oferta de MS.

#### **3.3.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

Se evaluó el comportamiento del pasto y la respuesta animal. El alimento disponible fue solamente pasto y no se suplementó.

##### **3.3.2.1 Diseño experimental y procesamiento estadístico**

El procesamiento estadístico y el muestreo de la pradera se realizó de acuerdo con un diseño totalmente aleatorizado desbalanceado.

Las vacas se distribuyeron en los tratamientos experimentales descritos en el segundo capítulo según un diseño cuadrado latino 3 x 3 y se cambiaron en cada réplica.

La comparación entre medias se hizo, en todos los casos mediante la décima de comparaciones múltiples de Duncan (1955).

### **3.3.2.2 MEDICIONES REALIZADAS EL PASTO Y TÉCNICAS DE MUESTREO USADAS**

#### **Disponibilidad de materia seca**

Se determinó antes y después del pastoreo mediante un marco de 0,25 m<sup>2</sup> que fue tirado al azar entre 3 y 6 veces de acuerdo con el tamaño de la franja muestreada. El material fue cortado con un cuchillo y secado en una estufa a 60°C.

#### **Estructura del follaje**

Se estudió usando el método descrito en el acápite 3.1.2.1.

#### **Composición botánica**

Se realizó mediante el método de los pasos (Anón, 1980) al iniciar el experimento y 29 meses después cuando concluyó el mismo.

#### **Diámetro de las macollas**

Se midió en 60-80 macollas, de acuerdo con el tamaño de los cuartones en cada tratamiento cuando terminó el experimento.

### **3.3.2.3 Características de los animales**

Se utilizaron 9 vacas mestizas de las razas Holstein y Cebú (3/4 x 1/4) que tenían 2 y 3 lactancias, entre 70 y 90 días de paridas y un peso promedio de 439 kg. El nivel de producción de estos animales, antes de comenzar el experimento, en todas las réplicas, varió en un rango de 11-13 kg/vaca/día.

### **3.3.2.4 MEDICIONES REALIZADAS EN LAS VACAS Y TÉCNICAS DE MUESTREO USADAS**

#### **Producción de leche y su composición química**

Los pesajes de leche y sus muestreos se hicieron en períodos experimentales de 5 días antecendidos por un período de adaptación de 14 días.

La producción individual se midió en un equipo de ordeño mecanizado durante la mañana y la tarde en los horarios de 6 a.m. y 4 p.m. El muestreo para el laboratorio se hizo en días alternos y se prepararon muestras alícuotas en las que se determinaron: por ciento de grasa, por ciento de sólidos totales y por ciento de sólidos no grasos según las técnicas de la AOAC (1965).

#### **Cambios en los lípidos del plasma sanguíneo**

Al terminar cada período experimental de la primera réplica, se tomaron muestras de plasmas de cada animal en las que se analizaron los ácidos grasos presentes mediante la técnica de cromatografía gaseosa descrita por Sáez (1983).

#### **Consumo de pasto**

Se determinó suministrando a cada animal una dosis diaria de 30 g de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contenido en un bolo de harina de trigo.

Las excretas se muestrearon durante cada período experimental de 5 días y el material se secó en una estufa con circulación forzada de aire a 60°C. Simultáneamente se tomaron muestras de pasto en cada cuartón en 20 puntos situados al azar, simulando la forma en que comen las vacas.

El  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  y la ceniza ácido insoluble (CAI) fueron los indicadores utilizados para determinar la producción fecal y la digestibilidad del pasto; al cual se le determinó además PB y FB.

Finalmente el consumo de MS en pastoreo se calculó mediante la siguiente relación:

$$C = \frac{PF \times 100}{100 - D}$$

donde:

C = Consumo (kg MS/día)

PF = Producción fecal (kg MS)

D = Digestibilidad de MS (%)

## **Técnicas de laboratorio**

Para el análisis del  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  contenido en las excretas se utilizó la técnica analítica de Kimura y Miller (1957), mientras que para las determinaciones de CAI en el pasto se usó la sugerida por Van Keulen y Young (1977).

Para determinar ambos indicadores en las excretas se siguió la marcha analítica simultánea propuesta por González (1983).

## **Balance alimentario**

Adicionalmente, basados en el contenido de nutrimentos que presentó el pastizal y en los requerimientos de los animales para la producción de leche de cada tratamiento según las tablas cubanas de valor nutritivo (García-Trujillo y Pedroso, 1989), se realizó el balance alimentario de cada grupo en su tratamiento experimental, usando para ello el paquete de programas ANALIT (García-Trujillo, Monzote y Menchaca, 1989).

## **Curva de lactancia**

Se calculó para cada tratamiento experimental la curva de lactancia mediante el método propuesto por García-Trujillo y Pérez, (1988) y García-Trujillo, Monzote y Menchaca. (1989a) y se empleó para determinar el potencial teórico de producción de leche en la guinea likoni en cada tratamiento experimental.

### **3.3.3. RESULTADOS**

En la figura 3.3.3.1 está representada la conformación de la disponibilidad de materia seca por área según la estructura y la densidad.

Se notó el dominio de la hoja en la disponibilidad de MS total salvo en la cuarta réplica de todos los tratamientos, lo que no impidió que, al promediar, esta fracción estructural constituyera entre el 40 y el 50 % de la MS disponible. Sin embargo, este parámetro fue 6 y 16 % menor en el tratamiento A (de mayor intensidad y presión de pastoreo) comparado con B y C respectivamente.

Por otro lado, se constató que en el tratamiento C fue donde se logró el máximo nivel de incremento de MS disponible por área. Esto estuvo dado por un aumento del 17 % registrado en la MS aportada por las hojas y de un 83 l en la que aportó el material muerto.

La disposición de la disponibilidad de MS en cada estrato estudiado del pastizal se muestra en las figuras 3.3.3.2 (antes de entrar los animales al cuartón) y 3.3.3.3 (después que los animales salieron del cuartón).

En todos los tratamientos hubo una tendencia evidente de crecimiento de la disponibilidad según la medida fue tomada más cercana a la superficie del suelo; "en esta misma dirección se manifestó la aparición de materia seca proveniente de tallos y material muerto que fueron casi imperceptibles en el estrato superior.

También se constató que el 45, 46 y 48 % de la disponibilidad total media de las cuatro réplicas se situó en los estratos superiores a 20 cm en los tratamientos A, B y C respectivamente, mientras que

en este nivel de altura también fueron registrados el 69 % en A, el 75 % en B y el 80 % en C de las disponibilidades de MS originaria de las hojas.

Por su parte, la disponibilidad de MS residual (fig. 3.3.3.3.), que se midió sólo en las réplicas II, III y IV, pudo ser registrada en los dos estratos inferiores ya que el superior se consumió totalmente. Fue evidente la disminución de la MS disponible aportada por las hojas y los cambios que se apreciaron en la proveniente de los tallos y del material muerto respecto a la que se obtuvo antes del paso de los animales fueron muy ligeros.

En la figura 3.3.3.4 está representado el aprovechamiento del pasto que se caracterizó por un total aprovechamiento del estrato mayor a 30 cm en todos los tratamientos experimentales. Sin embargo, se registraron cambios en los dos restantes.

Así, la magnitud del parámetro fue mayor en el estrato intermedio comparado con el inferior en los tres niveles de oferta con cierta tendencia hacia la disminución en la medida en que se aumentó la oferta de materia seca.

Los datos obtenidos al medir la altura de la pradera antes de entrar y después de salir las vacas de los cuartones, conforman la figura 3.3.3.5. A pesar de que se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos en las réplicas II, III y IV, tanto en el pasto disponible como en el residual al promediarlos desaparecieron. Sin embargo hubo una tendencia ligera hacia el incremento de la altura de pastoreo cuando se suministró la mayor oferta de MS.

No obstante, los animales no llegaron a un nivel inferior a 20 cm como promedio ni aún en el tratamiento A, donde estuvo más restringida su alimentación.

Los indicadores que caracterizan el consumo de MS se muestran en la tabla III.3.3.1. La ingestión de MS total se incrementó con diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ) en todas las réplicas al aumentar la oferta diaria, aunque disminuyó en la réplica IV de todos los tratamientos pero manteniendo la misma tendencia. Esto hizo que el consumo estuviera muy cercano o superara el 3 % del peso vivo de los animales en los tratamientos de las más amplias ofertas donde también fue superior el consumo de hojas que alcanzó valores mayores a 90 %, en algunas réplicas de B y C. Sin embargo esto ocurrió en detrimento del aprovechamiento del pasto que se redujo al mínimo cuando aumentó al máximo la oferta diaria de MS.

En la tabla III.3.3.2 se exponen los datos obtenidos en la producción de leche. Este parámetro varió favorablemente al aumentar la oferta diaria de MS. Sin embargo, la composición química de la leche se mantuvo estable, menos en el caso del % de grasa que en la réplica II fue más alto significativamente ( $P < 0.001$ ) cuando se suministró la oferta menor de pasto.

El potencial de producción, determinado a partir del cálculo teórico de la curva de lactancia de cada tratamiento, se resume en la tabla III.3.3.3. La producción diaria y por lactancia se incrementó con el aumento de la oferta diaria de MS; no así la producción por área que se redujo a un rango del 42 al 52%, de la máxima producción calculada para el tratamiento A.

El comportamiento del pasto, basado en la variación de la composición botánica (% de Likoni), el diámetro de las macollas y la capacidad de carga, se muestran en la tabla III.3.3.4. La composición botánica no varió significativamente entre tratamientos ni tampoco el % de pasto inicial comparado con el final. Sin embargo, el diámetro de las macollas fue significativamente menor ( $P < 0.01$ ) en los tratamientos A y B. La carga instantánea y la global equivalente a que fue sometido el pasto fue notablemente superior en el tratamiento de menor oferta de MS respecto a los otros dos.

La calidad nutritiva del pasto consumido, representada en la figura 3.3.3.6 se mantuvo con una alta estabilidad en los diferentes tratamientos.

El balance alimentario fue positivo en la proteína, el calcio y el fósforo. Sin embargo, en la energía metabolizable fue negativo, tanto en la época lluviosa, como en la poco lluviosa, donde se destacó el tratamiento A. Solamente en el tratamiento C hubo un balance energético positivo (fig. 3.3.3.7).

En la fig. 3.3.3.8 está representada la tendencia seguida por los ácidos grasos localizados en el plasma sanguíneo de los animales experimentales. El esteárico y el oleico ( $C_{18} + C_{18:1}$ ) redujeron sus contenidos significativamente ( $P < 0.001$ ) al aumentar la oferta de MS. Sucedió lo contrario con el laúrico, mirístico y palmítico ( $C_{12}$  al  $C_{16}$ ) al igual que con el linoleico ( $C_{18:2}$ ) que predominaron significativamente ( $P < 0.001$ ) en los tratamientos de las mayores ofertas diarias de MS. El linolénico ( $C_{18:3}$ ) se mantuvo con estabilidad en todos los tratamientos.

### 3.3.4 DISCUSIÓN

El dominio de la hoja en la conformación de la disponibilidad de MS total es un resultado que se esperaba, ya que se ha probado que la composición estructural de la pradera determina en la génesis y naturaleza de su rendimiento (Herrera, 1983).

El hecho de que la cuarta réplica no haya tenido el mismo comportamiento puede ser la manifestación de un efecto negativo de las condiciones ambientales (que fueron desfavorables en esta etapa experimental) en la producción de hojas o en el aceleramiento del proceso evolutivo de las fracciones estructurales verdes y vivas hacia material muerto que fue descrito en el acápite 3.1.3.

Por otro lado, la reducción relativa de la disponibilidad de MS cuando disminuyó la oferta de pasto (tratamiento A) demostró el efecto negativo de la alta intensidad y presión de pastoreo sobre la pradera. Una tendencia similar encontró Stockdale (1986) al incrementar la intensidad de pastoreo en pastizales de especies anuales irrigadas, así como al subir la carga en pastos perennes explotados en condiciones de regadío (Stockdale, 1987).

Suponemos que este efecto está dado, tal vez, por la afectación que se produce en el área foliar de la pradera cuando ésta es sometida a altas presiones de pastoreo que conducen a defoliaciones desmesuradas que tienden a disminuir la acumulación de carbohidratos no estructurales que son usados por las plantas para su próximo rebrote (Rodríguez, Mott, Veiga y Ocumpaugh, 1987).

Fue evidente que cuando se disminuyó la intensidad y presión de pastoreo al incrementar la oferta diaria de MS hubo un aumento notable en la MS disponible a partir del material muerto, que es la fracción estructural menos importante desde el punto de vista nutricional; sin embargo, no es despreciable el incremento que se logra, también en este tratamiento, de la MS producida a partir de las hojas cuyo valor absoluto debe estar siempre por encima de 1 000 kg de MS/ha para no producir efectos negativos en el consumo de pasto por los animales (Chacón, 1976), considerando que en las ofertas menores se manifestó cierta afectación en este aspecto que pudiera ser más crítico a más largo plazo.

La disposición vertical de la disponibilidad de MS siguió una tendencia lógica de acuerdo con el comportamiento de la densidad lo que fue detallado en el acápite 3.1.3. El hecho de que haya una tendencia de incremento de la MS proveniente de las hojas en los estratos superiores al aumentar las ofertas de pasto, evidencia el efecto positivo de las intensidades y presiones del pastoreo más bajas en la mayor accesibilidad para el consumo de esta fracción estructural.

Esto explica, en parte, las diferencias que se produjeron en las disponibilidades de MS provenientes de las hojas medidas antes y después del paso de las vacas en todos los tratamientos experimentales.

La influencia de tal efecto también se evidenció en el aprovechamiento de la pradera. Nótese que el estrato menos aprovechado fue el inferior (10-20 cm) en todos los tratamientos y que la disminución de la oferta diaria de MS provocó un incremento del aprovechamiento del estrato intermedio (20-30 cm). El estrato superior donde la disponibilidad de MS fue predominantemente de hojas, se aprovechó totalmente. Además la fracción componente de la disponibilidad más consumida fue la hoja. Tendencias similares obtuvo Stobbs (1977) al estudiar variantes parecidas de guinea cv. Gatton.

La altura a que los animales pastorearon la pradera de guinea likoni demostró que en el nivel inferior del pasto (estratos 10-20 cm), aún cuando tiene la mayor densidad de MS total y más del 50% de la disponibilidad total de MS se dificulta considerablemente el consumo afectado, tal vez, por su desfavorable estructura.

Fue evidente el efecto positivo del incremento de la oferta de MS en el consumo de pasto que hicieron las vacas. Esta tendencia también fue observada en pastizales de leguminosas y cereales de áreas templadas hasta un límite de 20,4 kg MS/cabeza/día (Greenhalgh, Reid, Aitken y Florence, 1966) pero en gramíneas como el *Lolium perenne* se mantuvo el incremento del consumo al elevar las ofertas hasta niveles de más de 35 kg MS/cabeza/día (Le Du, Combellas, Hodgson y Baker, 1979) y se ha planteado concluyentemente que por cada kg adicional de hierba sobre 10 kg MS/cabeza/día ofertado se puede esperar un consumo 0,27 kg MS (Stockdale, 1985).



En Cuba se han informado resultados similares a los descritos en la tabla III.3.3.1 con *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1 pero no tan evidentes cuando la oferta sobrepasó los 40 kg MS/vaca/día (Milera, Martínez, Cáceres y Hernández, 1987). También, en *Chloris gayana* cv. Callide el incremento del consumo se logró hasta que la oferta de MS llegó a un nivel de 35 kg MS/vaca/día (Hernández, Pereira y Carballo, 1990; Hernández, Carballo, Mendoza y Fung, 1994). Este comportamiento del consumo que diferencia al *P. maximum* cv. Likoni pudo ser ocasionado por sus características estructurales si se tiene en cuenta el importante efecto que ejercen estos atributos sobre la ingestión de hierba en pastoreo (Stobbs, 1975), asumiendo que la cantidad y disposición vertical de las hojas pueden tener una influencia decisiva en las habilidades selectivas y hábitos de consumo de los animales en pastoreo (Chacón, 1976 y Hernández et al. 1990).

El mayor consumo de hojas al incrementar la oferta de pasto corrobora la anterior afirmación; considérese que del 45 al 48 % de la disponibilidad de MS total media de las 4 réplicas se situó en los estratos superiores a 20 cm y que a esta altura la disponibilidad de MS de hojas varió del 69 al 80 % según se incrementó la oferta de pasto. Resultados muy parecidos obtuvo Stobbs (1977) con *P. maximum* cv. Gatton.

Por lo tanto, la disminución del consumo en la réplica IV bien pudo ser causada por el deterioro notable de la estructura del pastizal a consecuencia de las condiciones climáticas desfavorables que predominaron en esa etapa experimental. Sin embargo, es preocupante el bajo aprovechamiento del pasto que se logra al aumentar la oferta de MS en pastoreo, que puede traer aparejado la pérdida de nutrimentos y energía mediante la senescencia y la descomposición de la materia orgánica del pastizal, reduciendo considerablemente la eficiencia de utilización de los elementos nutritivos disponibles (Stuth, Kirby y Chmielewski, 1981). Este es un aspecto que se debe manejar con cautela.

Se esperaban diferencias en la calidad del pasto consumido a consecuencia de los tratamientos, pero no se presentaron.

Esto, a primera vista, puede atribuirse al uso de un sistema de muestreo poco preciso, no obstante, en otros experimentos donde se han aplicado tratamientos parecidos y el pasto consumido se ha muestreado con animales fistulados en el esófago, las diferencias detectadas no han sido amplias (Stobbs, 1977; Lourenco. Escuder y Rodríguez, 1981), aunque podrían haberse detectado mayores diferencias en los contenidos de FB y en la digestibilidad de la MS.

Por su parte, la producción de leche individual siguió una tendencia de incremento al aumentar la oferta diaria de pasto, aunque no se manifestó tan evidentemente en todas las réplicas, sobre todo a partir de la oferta de 35 kg MS/vaca/día. Este comportamiento fue muy parecido a lo informado para vacas consumiendo pastos, tanto de áreas templadas (Greenhalgh, et al. 1967; Combellas y Hodgson, 1979) como tropicales (Stobbs, 1977; Milera, et al., 1987), aunque hay especies del trópico cuyos resultados son contrastantes, como el *Chloris gayana* cv. Callide que incrementa la producción láctea hasta un límite de oferta diaria de MS de 35 kg (Hernández, et al. 1990; Hernández, et al., 1994) y el *Cynodon nlemfuensis*, que tiene su mejor comportamiento con ofertas por debajo de 30 kg MS/vaca/día y altas presiones de pastoreo (Ramírez, 1979; Jerez, 1983; Hernández y Pereira, 1986).

Estas diferencias entre *P. maximum* cv. Likoni y otros pastos tropicales, bien pueden estar dadas por las características estructurales que distinguen a cada especie o el hábito de crecimiento erecto, macollosa o rastrero, que puede determinar en que un pasto tenga o no un mejor comportamiento cuando se somete a un manejo más o menos intenso (Booyesen, 1975; Hernández, et al., 1990).

La composición de la leche, al presentar diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ) en el I de grasa de la réplica II solamente, tuvo un comportamiento similar al informado por Greenhalgh et al., (1967). El mayor contenido de grasa del tratamiento A se explica por la menor producción de leche y no se manifestó de forma sistemática debido quizás a la compensación que se puede dar entre la disminución de la secreción de los ácidos grasos de cadena corta y media y el aumento de la secreción de los ácidos grasos de cadena larga, que explica las débiles variaciones de la producción de grasa cuando los animales son subalimentados fuertemente (García-Trujillo, 1976). Las características propias del diseño de cambio utilizado pudo, tal vez, ejercer también su influencia.

El comportamiento del pastizal evidencia la posibilidad real de la guinea likoni para resistir un pastoreo intensivo considerando las altas cargas que sostuvo el tratamiento A. Sólo hubo un elemento negativo: la reducción del diámetro de la macolla. Sin embargo, es posible que esto haya

sucedido por la uniformidad del tiempo de reposos en todos los tratamientos, toda vez que esto pudo reducir paulatinamente el almacenamiento de reservas. Este problema quizás pueda ser resuelto alargando el ciclo de rotación convenientemente (Voisin, 1963; Pinheiro Machado, 1971; Ramírez, 1979 y Hernández y Rosete, 1985).

Estos resultados colocan a la Likoni entre los pastos tropicales de mayor productividad de leche/ha con niveles muy cercanos a los logrados con *Digitaria decumbens* (Chopping, et al. 1976) y *Cynodon nlemfuensis* (Ramírez, 1979) en períodos de tiempo de alrededor de 3 años.

No obstante, es preciso advertir a los productores que deben manejar con mucha precaución estos resultados debido a que el balance energético fue positivo, solamente cuando se ofrecieron 55 kg MS/vaca/día y fue acercándose peligrosamente a los requerimientos de mantenimiento según se redujo la oferta de pasto, lo que puede producir severas pérdidas de peso vivo en los animales y serias afectaciones en la lactación a largo plazo (Greenhalgh, et al. 1967; King, Stockdale y Patterson, 1980) o cubrir escasamente las necesidades de los animales de más bajos requerimientos (Milera, et al. 1987).

La importancia de este aspecto se ve más claro al analizar la composición de ácidos grasos del plasma sanguíneo de los animales experimentales. Como era de esperar los de cadena carbonada corta y mediana se redujeron al subalimentar las vacas (tratamiento A y B) predominando los de cadena más larga ( $C_{18}$  y  $C_{18:1}$ ) característicos de la grasa de reserva. Esto es una clara señal de la movilización lipídica a la que se vieron obligadas las vacas en las menores ofertas de MS, que es un efecto que ha sido observado por otros investigadores (García-Trujillo, 1976; Stobbs, 1977). El linoleico ( $C_{18:2}$ ), predominando en los animales de mayor nivel de oferta, remarca el efecto que ejerció este nivel de alimentación reduciendo la movilización lipídica; téngase en cuenta que éste y el linolénico son sintetizados sólo por los vegetales, lo que demuestra el mayor efecto de la dieta consumida, con la consecuente disminución de la utilización de la reserva corporal.

Los resultados discutidos hasta aquí sugieren importantes valoraciones sobre *P. maximum* cv. Likoni; pasto que mostró una alta capacidad para ser manejado intensamente, lo que le permite presentar un notable potencial productivo.

### 3.4 DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados obtenidos de esta investigación en cuanto a la producción de leche, fueron una manifestación clara de la potencialidad productiva de la guinea likoni. Considerando su alta plasticidad edáfica y que las condiciones del tiempo que imperaron durante el estudio no fueron muy diferentes a como se presentan en el resto del país, podemos inferir de este experimento un comportamiento típico del pasto para las condiciones ambientales cubanas.

Los índices productivos mostrados corroboran ampliamente los informados en su caracterización como variedad comercial para la ganadería cubana (Anón, 1987 y Anón, 1989) y superan, incluso, a algunos de los encontrados por Lamela y Ruz (1987) al usar este pasto como patrón de comparación para evaluar la potencialidad de otras especies promisorias.

En esta investigación, la guinea likoni se destacó por su resistencia al pastoreo. Mantuvo estabilidad en la composición botánica a pesar del incremento del nivel de explotación y mostró una alta capacidad de carga.

No obstante, la tendencia de disminución de los valores registrados en la disponibilidad de MS y en el diámetro de las macollas en el tratamiento de menor oferta del pasto es un indicio importante de la degradación a largo plazo que puede ocurrir en la pradera bajo condiciones muy intensivas de explotación.

Este efecto negativo pudo ser provocado, tal vez, por la rigidez con que se concibió el manejo de la rotación en el experimento. De ser así, quizás se podría solucionar el problema mediante la flexibilización del tiempo de reposo como fue demostrado recientemente por Machado (1995) trabajando con *Andropogon gayanus* bajo las condiciones de manejo intensivo del Pastoreo Racional Voisin (PRV) en un ambiente edafoclimático similar.

Este comportamiento de la guinea likoni y la respuesta ascendente de los animales en el consumo de MS y en la producción de leche lo sitúan como un pasto de amplias posibilidades para ser manejado con niveles de explotación desde muy bajos hasta muy altos.

Hay estudios que catalogan al género *Panicum* y a otros de hábitos de crecimiento macoloso como pastos más apropiados para ser explotados con baja intensidad, reservando a los postrados o rastreros para los sistemas de más alta intensidad de utilización (Booyesen, 1975). En Cuba, los estudios que se han realizados en *C. nlemfuensis* y *Ch. gayana* corroboran en cierta medida estos criterios ya que se han obtenido mejores índices en el comportamiento productivo de las vacas en sistema de intensidad media o alta (Jerez, 1983; Hernández y Pereira, 1986 y Hernández et al., 1994). Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio y otros realizados con *C. dactylon* cv. Coastcross-1 (Milera, Martínez, Cáceres y Hernández, 1986) demuestran que no siempre esto es así.

La estructura de la pradera que ha presentado en este trabajo una alta influencia en la calidad y distribución vertical de la biomasa producida, puede que también juegue un rol más importante que el hábito de crecimiento en sí en la capacidad del pasto para ser explotado en un sistema de mayor o menor intensidad de utilización, ya que se ha demostrado que independientemente del hábito rastrero o macoloso, cuando los pastos son hojosos y el mayor porcentaje de las hojas se encuentran por encima de 20 cm de altura se puede esperar una respuesta animal productiva ascendente individualmente cuando se disminuye el nivel de explotación.

En los pastos menos hojosos o que sus hojas están muy mezcladas con el tallo y el material muerto en todos los estratos (pasto estrella y rhodes, por ejemplo), se hace necesario un manejo de alta intensidad de utilización, para inducir un mejoramiento en su estructura que se refleje en un incremento de la respuesta productiva del animal (Hernández, et al. 1990).

Sin embargo, el desbalance energético que se constató en este estudio cuando la guinea fue explotada en los tratamientos de oferta de MS menores sugieren que bajo estas condiciones de manejo, es necesario acudir a otras fuentes de alimentación para evitar el deterioro a largo plazo del rebaño y los daños irreparables que esto pueda provocar en su nivel productivo; sólo la mayor oferta de MS fue capaz de suplir los requerimientos nutricionales de las vacas para el nivel de producción de leche alcanzado.

Por otro lado, en este experimento, la oferta diaria de MS/animal, resultó un factor de utilidad para conducir el manejo de la pradera. Este parámetro guarda tan estrecha relación con la presión de pastoreo que comúnmente es tomado como su expresión.

Así el incremento de la oferta diaria de MS/vaca llevó implícito la disminución de la presión de pastoreo.

Si bien es cierto en los pastos que crecen en las zonas frías del planeta se ha logrado un mayor consumo y producción al incrementar la oferta desde 20 hasta 40 kg MS/vaca/día (Greenhalgh et al., 1966; Le Du, et al. 1979); en las praderas tropicales con dominancia de las gramíneas en la composición botánica, no parece que se sigue el mismo patrón de comportamiento y la mayor o menor respuesta en producción animal puede depender también, de la hojosidad del pasto y de la disposición vertical de las hojas en la pradera (Hernández y Pereira, 1986 y Hernández et al., 1990). En dependencia de esto el estrella, pasto poco hojoso, produce más leche/vaca cuando se maneja con presiones de pastoreo altas y ofertas de 20 kg de MS/vaca/día o menos (Ramírez, 1979; Jerez, 1983; Hernández y Pereira, 1986 y Hernández et al., 1990), mientras que el rhodes callide, que se caracteriza por ser poco hojoso y con las hojas muy mezcladas con los tallos en todos los estratos, presenta una tendencia de aumento del consumo y la producción de leche hasta un nivel medio de oferta (35 kg MS/vaca/día) a partir del cual se estabiliza (Hernández et al., 1994).

La likoni, en este estudio mantuvo su tendencia de incremento del consumo y la producción de leche hasta la máxima oferta (55 kg MS/vaca/día), siguiendo un patrón de comportamiento muy similar al encontrado por Stobbs (1977) trabajando con *P. maximum* cv. Gatton y Milera et al. (1986) cuando estudió el *C. dactylon* cv. Coastcross-1 pastos que se caracterizaron por una alta hojosidad concentrada fundamentalmente, en el estrato superior.

A pesar de no haberse encontrado una inflexión brusca en la tendencia de producción de leche prácticamente lineal que mantuvo la likoni en este experimento, no parece recomendable elevar la oferta por encima del nivel máximo que se usó.

Esto, tal vez, podría provocar una pérdida de hojas por senescencia, además de la reducción de la calidad del pasto ofrecido. También se reduciría a niveles inadecuados el aprovechamiento de la pradera.

Los resultados de esta investigación aportan conocimientos importantes, especialmente sobre la estructura, que hábilmente utilizados pueden posibilitar una alta eficiencia en la explotación de este pasto.

También evidencia que la oferta de materia seca diaria por animal puede ser un instrumento de gran utilidad para mantener una flexibilidad adecuada en el manejo, aunque no parece ser el único y quizás se obtendrían mejores resultados si en los criterios de flexibilización se incluye también el ciclo de rotación.

A pesar de ello, podría asegurarse que estos resultados confirman la hipótesis de que, conociendo los detalles del comportamiento estructural, del potencial productivo del pasto y de las respuestas de los animales al consumirlo; controlando adecuadamente la oferta de MS/animal/día podría manejarse con una total flexibilidad la pradera, relacionando estrechamente los requerimientos nutricionales de las vacas con la potencialidad productiva del pastizal.

Sin embargo, no se puede dejar de tener en cuenta que esto, en el caso de los pastos tropicales, varía fundamentalmente en función de sus características estructurales, por lo que habría que aplicarlo en perfecta concordancia con estas particularidades.

Por otro lado, la oferta de MS como factor flexibilizador, puede resultar de gran utilidad cuando se carezca de alimentos suplementarios o el sistema de producción se proyecte en función de la utilización de bajos insumes. Una oferta de MS bien concebida puede suplir totalmente o en alto grado los requerimientos de los animales.

En el caso particular de la guinea likoni, 55 kg MS/vaca/día fue la oferta adecuada para alcanzar el máximo nivel productivo en vacas de un potencial mediano como las que se usaron en este trabajo, alimentadas con el pasto exclusivamente.

De esto se desprende que la mayor o menor intensidad con que se explote podría regularse manteniendo la oferta idónea y dependería de las variaciones de la capacidad de carga que presente la pradera en función del comportamiento de la disponibilidad de MS por área en estrecha interacción con las condiciones ambientales, principalmente la humedad y nutrición del suelo, así como el uso de un tiempo de reposo suficiente para recuperar la biomasa en cantidad y calidad; aspectos estos de vital importancia para asegurar la perennidad del pastizal.

Estos aspectos deben integrarse usando métodos de explotación y sistemas de producción que garanticen que los animales productores sean alimentados con una oferta de pasto adecuada y consuman la materia seca aportada por las hojas para asegurar un balance energético positivo de acuerdo con el nivel de producción. El pasto residual podría ser consumido por animales de menos requerimientos que se cubran con ofertas de MS de 35 kg de MS/cabeza/día o menos (proveniente del pasto de menor calidad), con lo que se lograría, además, un aprovechamiento óptimo del pastizal.

Estos métodos y sistemas podrían ser alternativas de estudios experimentales futuros.

## CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Los resultados experimentales descritos y discutidos en el capítulo III confirman que la guinea likoni es un pasto de amplias posibilidades para ser utilizado con éxito en la producción lechera del país.

Entre los aspectos más interesantes, resalta el hecho de que esta especie parece ser propicia para sistemas de producción que van desde un nivel de explotación relativamente bajo hasta un nivel que puede considerarse notablemente alto. Esto ofrece diferentes alternativas para la proyección de sistemas de producción más o menos intensivos en consideración de la buena respuesta lograda en la guinea likoni en lo que a persistencia y perennidad se refiere que, de hecho, es una garantía de su permanencia y estabilidad como base alimentaria del sistema.

Sin embargo, ante estas alternativas aparece la disyuntiva de cual es la más adecuada, es aquí donde surge la necesidad de tener en cuenta un conjunto de elementos y valoraciones que permitan conocer con precisión la viabilidad económica de las diferentes variantes con lo cual, indudablemente, la decisión que se tome podrá ser la más acertada en dependencia de las condiciones y facilidades que existan para desarrollar un sistema de producción dado.

El objetivo de estas consideraciones es la evaluación económica de las alternativas de producción que se derivan de los tres tratamientos experimentales que se estudiaron.

El estudio económico se hizo mediante la simulación de tres sistemas de explotación fundamentados en los resultados obtenidos en cada tratamiento experimental.

Las características que los distinguen se detalla en la tabla 1. Según la carga global admitida en cada tratamiento experimental se asumió la carga de los sistemas, calculando el número de vacas totales en función de 54 hectáreas, similar para todos los casos, con lo cual se igualaron los gastos incurridos en el mantenimiento del pasto.

Las vacas en ordeño se calcularon en base al 70% del rebaño completo y los terneros vivos, aplicando un 3% de mortalidad que se restó al total de nacimientos.

Para cada sistema de explotación se asumieron índices productivos (que se muestran en la tabla 2) que tienen su origen en los resultados experimentales tanto en la producción diaria de leche por vaca como en el por ciento de grasa. Además se consideró una higiene óptima del producto para asumir las horas de reductasa y un peso de los terneros al destete acorde a la categoría de segunda en el ganado macho joven en desarrollo para la ceba. Se utilizaron informaciones obtenidas en el departamento de OTS del Ministerio de la Agricultura sobre las normas que rigen actualmente la actividad laboral de la ganadería lechera en Cuba para simular la organización del trabajo en los 3 sistemas en condiciones de producción. Las cifras para designar los precios de los productos y calcular el costo de los insumos se tomaron del listado oficial de precio emitido por el MINAGRI en 1992.

Todos estos datos fueron convenientemente utilizados para facilitar el cálculo del costo de producción.

En la tabla 3 se muestran los ingresos brutos de cada sistema. Para calcularlos se consideró a la leche y a los terneros destetados como los renglones productivos determinantes. Se manifestó una clara tendencia de incremento de este indicador económico cuando se intensificó el sistema de explotación.

En la tabla 4 se relacionan los gastos de producción, que están basados en la alimentación adicional necesaria para balancear los requerimientos energéticos de las vacas para los niveles de producción logrados experimentalmente y en la fuerza laboral requerida para dar atención al rebaño. Ambos renglones incrementaron sus costos al intensificar el sistema de explotación debido a la incapacidad del pasto para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales y a la necesidad de mayores gastos en salario cuando se incrementa el tamaño del hato:

El balance económico está detallado en la tabla 5. El incremento de los ingresos brutos favorece el aumento de las ganancias, lo que induce a pensar que se puedan lograr mayores beneficios económicos al intensificar el sistema de explotación. Sin embargo, el nivel de gastos también experimenta un crecimiento de consideración que se manifiesta, de una forma negativa, en el aumento del costo del kg de leche producido y del costo por peso.

Tal situación puede verse con más claridad en la tabla 6 en la que se exponen las desviaciones relativas de los indicadores económicos evaluados.

Para intensificar la explotación al nivel 2 y 3 hay que incurrir en un incremento de los gastos que van del 100 al 700 % aproximadamente y se obtiene a cambio una pobre respuesta en la ganancia que sólo se incrementa entre el 0.4 y el 15 %. Además, se perjudican dos indicadores muy importantes para la eficiencia económica; el costo del kg de leche producido y el costo por peso que suben desde 85 hasta 315 y desde 73 hasta 273 % en uno y otro, respectivamente.

El incremento de los ingresos brutos que se registró al intensificar el sistema de explotación es una señal positiva a favor de esta forma de uso del pasto guinea likoni. No obstante, las situaciones específicas que presentaron el nivel de ganancia, el costo del kg de leche producido y el costo por peso es una señal de alerta que no se puede obviar.

Con el potencial que mostraron los animales usados en el estudio experimental no se pudieron alcanzar niveles de producción que garantizaran índices adecuados de eficiencia cuando se incrementaron los gastos en alimentos y otros renglones. Esto, quizás, pueda ser resuelto al incluir en los sistemas más intensivos, animales más productivos que justifiquen con la magnitud de los ingresos que aporten, dichos gastos.

Por otro lado, en estas consideraciones no se debe soslayar la situación económica actual del país y el entorno universal en el que se manifiesta, que dificultan y encarecen todos los sistemas de producción que se apoyan o se fundamentan en recursos importados.

En tal caso, lo más adecuado puede ser optar por la variante del sistema de baja intensidad de explotación que se deriva del uso del mayor nivel de oferta diaria de MS/vaca que se probó experimentalmente (55 kg).

En este caso la justificación de la decisión está dada por el hecho de que es un sistema que se adapta más al potencial de las vacas que predominan actualmente en el rebaño del país con las cuales parece ser posible la obtención de adecuados índices de eficiencia económica, siempre que la producción se logre con el menor gasto de insumos posibles.

## CONCLUSIONES

1. La estructura de la guinea likoni estuvo mejor equilibrada en los niveles superiores a 20 cm, por su mayor hojiosidad y las características más favorables de la densidad del pasto y aunque fue poco afectada por los tratamientos experimentales, tendió a mejorar cuando se incrementó la oferta de MS.
3. 55 kg de MS/vaca/día resultó el nivel de oferta a partir del cual la hoja comenzó a evolucionar significativamente hacia material muerto, lo que puede tomarse como un indicador del comienzo de la pérdida de esta importante fracción estructural por senescencia.
4. La calidad del pasto fue superior en las hojas y en consecuencia fue mayor en los estratos situados por encima de 20 cm con tendencia a un mejor equilibrio en las ofertas de MS más altas, por el predominio de esta fracción estructural.
5. El diámetro de la macolla fue menor cuando se redujo la oferta de MS, lo que se puede tomar como indicio del deterioro que puede producirse a más largo plazo; debido a la intensificación en la explotación de la pradera.
6. La producción individual de leche y el consumo diario de pasto se incrementaron al aumentar la oferta de MS, pero en esa misma dirección se constató una disminución notable del aprovechamiento del pastizal.
7. El comportamiento del pasto y los animales ante los tratamientos experimentales demostraron que la oferta de 55 kg MS/vaca/día es la idónea para producir leche en una pradera de guinea likoni explotada con vacas de mediano a bajo potencial de producción. La persistencia y productividad mostrada por el pasto, los niveles de producción y consumo alcanzados por las vacas y la mejora de los índices de eficiencia económica así lo confirman.

## RECOMENDACIONES

Tomando como base las conclusiones a las que se arribaron al concluir la investigación, se hacen las siguientes recomendaciones, sugiriendo que sean tomadas como principios que fundamenten el manejo y explotación de las praderas de guinea likoni.

1. En condiciones donde el pasto sea el alimento fundamental o único, se debe facilitar a los animales de más altos requerimientos por su nivel de producción o estado fisiológico, ofertas de 55 kg MS/vaca/día.
2. En función de aprovechar las mejores condiciones nutricionales de la guinea likoni, se debe propiciar que los animales de requerimientos más altos, realicen el mayor consumo por encima de 20 cm de altura, facilitando la selección del material más hojoso.
3. Propiciar la flexibilidad adecuada en el manejo. Esto se puede lograr manteniendo la oferta de MS idónea (55 kg de MS/vaca/día), con lo que se garantiza que el nivel más alto o más bajo en la intensidad de explotación que se aplique a la pradera, concuerde con las variaciones que presente su capacidad de carga en función de su productividad estacional a través del año.
4. Además, es recomendable realizar otros estudios en condiciones de producción para precisar y hacer ajustes que propicien un cabal dominio de los principios propuestos.



## BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. La Habana, Cuba
- Academia de Ciencias de Cuba. 1989. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Edit. Inst. de Geografía ACC Inst. Cub. de Geodesia y Cartografía. La Habana, p. VI.1.1
- Anón. 1980. Taller de muestreo de pastos. IV Sem. Cient. Técn. de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba
- Anón. 1987. Nuevas variedades comerciales de pastos y forrajes registradas en Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 5
- Anón. 1989. Instructivo técnico para la agrotecnia y el manejo de la hierba guinea. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 10 p.
- AOAC. 1965. Official methods of analysis. 9th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington. DC.
- Arroyo-Aguilú, J.A.; Tessema, S.; McDowell, R.E.; Van Soest, P.J.; Ramírez, A. & Randel, P.F. 1975. Chemical composition and in vitro digestibility of five heavily fertilized tropical grasses in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R. 59:186
- Avendaño, J. C.; Borel, R. & Cubillos, G. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba 36:137
- Barker, A.S. 1957. Milk production with herbage. Proceedings of the nutrition society. 16:1
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical pastures and fodder plats. Longman Ins. New York. 453 p.
- Booyesen, P. de V. 1975. Economic optimization of stocking rate and grazing management. Proc. Grassld. Soc. Sth. Afr. 10:243
- Cáceres, O. 1985. Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales en Cuba. Tesis de Candidato a Dr. en Ciencias Agrícolas. Escuela Superior de Agricultura de Praga. Checoslovaquia
- Calzadilla, D.; Vargas, A. & Menchaca, M. 1985. Efecto del nivel de suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas en pastoreo, paridas en el período seco. Evento Científico XX Aniversario ICA. Rumiantes. p. 12
- Campbell, A.G. 1966. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experimental with dairy cows. J. Agric. Sci. Camb. 67:199
- Canudas, L.E. 1985. Producción de leche bajo condiciones de pastoreo en el trópico. IV Symposium sobre ganadería tropical y forrajes tropicales. Veracruz. México. SARH. p. 61
- Chacón, E.A. 1976. The effects of sward characteristics upon grazing behaviour, intake and animal production from tropical pastures. Ph. D. thesis. Univ. of Queensland. Australia
- Chacón, E.A.; Stobbs, T.H. & Dale, M.S. 1978. Influence of Sward Characteristics on Grazing Behaviour and Growth of Hereford Streers Grazing Grass Tropical Pastures. Aust. J. Agric. Res. Australia. 29:89
- Chopping, G.D.; Deans, H.D.; Sibbick, R.; Thurbon, P.N. & Stokoe, J. 1976. Milk production from irrigated nitrogen fertilized pangola grass. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. XI:481
- Combellas, J. & Hodgson, J. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 1. The effect of variation in herbage mass and daily herbage allowance in short-term trial. Grass and Forage Science, 34:209
- Cooper, M.M. 1969. El uso del pasto para la producción de leche y carne. Rev. cubana Cienc. Agric. 3:97
- De Geus, J.G. 1977. Production Potentialities of Pastures in the Tropics and Subtropics. Centre D'Etude de J'Azote, Zurich, Suiza. 230 p.
- Deinum, B. 1966. Influence of some climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage. Proc. X Int. Grassld Congr. Helsinki, p. 415
- Deinum, B.A.; Van Es, J.N. & Van Soest, P.J. 1968. Climate nitrogen and grass. 2. The influence of light intensity, temperature and nitrogen on vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. Neth. J. Agric. Sci. 16:211
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F. test. Biometrics. 11:1

- García-Trujillo, R. 1976. Factores que hacen variar la composición de la leche. En: Nutrición y Alimentación de vacas lecheras. Primera parte. ISCAH, La Habana, Cuba, p. 14
- García-Trujillo, R. 1977. Alimentación de vacas lecheras basado en la utilización de los pastos, forrajes y sus formas preservadoras. EEPP "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 138 p.
- García-Trujillo, R. 1978. Disponibilidad de pastos en Cuba para la producción de leche. Boletín de Reseñas. Pastos y Forrajes. CIDA. MINAGRI, La Habana, Cuba. 50 p.
- García-Trujillo, R. 1980. Utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. Pastos y Forrajes. 3:503
- García-Trujillo, R. 1982. Estudios en la aplicación de sistemas de expresión del valor nutritivo de los forrajes en Cuba y método de racionamiento. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias Veterinarias ISCAH-ICA. La Habana
- García-Trujillo, R. 1983. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. En: Los Pastos en Cuba. Tomo 2. Utilización. ICA. La Habana, Cuba. p. 147
- García-Trujillo, R. 1985. Calidad y valor nutritivo de los pastos y forrajes. En: Manejo y utilización de pastos y forrajes. Edit. MES. Cuba. p. I
- García-Trujillo, R. 1992. Agricultura Orgánica. Una vía actual de producir alimentos sanos a bajo costo y preservar la naturaleza. En: Pastoreo orgánico y utilización de forraje en la alimentación de rumiantes en el trópico. Universidad de Colima, México, p. 1
- García-Trujillo, R.; Monzote, Marta & Menchaca, M.A. (eds.) 1989. Analit: Un paquete de programas para microcomputadora que le permite analizar y estudiar el estado alimentario del rebaño. En: Tecnologías para la ganadería vacuna. Principales resultados científico-técnicos. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. p.123
- García-Trujillo, R.; Monzote, Marta & Menchaca, M.A. (eds.) 1989a. Método para el cálculo de la curva de lactancia potencial de un rebaño lechero. En: Tecnologías para la ganadería vacuna. Principales resultados científico-técnicos. Ministerio de la Agricultura, La Habana. Cuba. p. 128
- García-Trujillo, R. & Pedroso, Dulce Ma. 1989. Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo. EDICA, La Habana, Cuba. p.33
- García-Trujillo, R.; Pérez Infante, F.; García, F. & Basulto, R. 1980. Velocidad de consumo de algunos pastos tropicales. Pastos y Forrajes. 3:297
- García-Trujillo, R. & Pérez, Marta. 1988. Método práctico para el cálculo de la curva de lactancia potencial en rebaños lecheros. ACPA. 7(2):38
- Gerardo, J.; Delgado, Daysi & Quicose, G. 1984. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. Isla de la Juventud. Pastos y Forrajes. 7:37
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1979. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. I. Con riego. Pastos y Forrajes. 2:47
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1979 a. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. II. Secano. Pastos y Forrajes. 2:67
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1981. Nota técnica sobre la calidad de algunos pastos. Pastos y Forrajes. 4:137
- Gerardo, J.; Rodríguez, R. & Solano, J.C. 1982. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. IX. Condiciones de secano. San Cristóbal. Pastos y Forrajes. 5:129
- Glassey, C.B.; Davey, A.W.F. & Holmes, C.W. 1980. The effect of herbage allowance on the dry matter intake and milk production of dairy cows. Proceeding of the New Zealand. Society of Animal Production. New Zealand. 40:59
- Glover, J. & Dougall, H.W. 1961. Milk production from pasture. J. Agric. Sci. 56:261
- González, R. 1983. Estudios de la ceniza ácido insoluble como marcador para la estimación del consumo de pastos en vacas lecheras. Trabajo de Diploma ISCAH. La Habana, Cuba. 35 p.
- Greenhalgh, J.F.D. & Reid, G.W. 1968. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. III. Dairy cows grazed at two intensities on clean or contaminated pasture J. Agric. Sci. Camb. England. 71:111
- Greenhalgh, J.F.D.; Reid, G.W. & Aitken, J.N. 1967. The effects of grazing intensity of herbage consumption and animal production. II. Longer-term effects in strip-grazed dairy cows. J. Agric. Sci. Camb. 69:217

- Greenhalgh, J.F.D.; Reid, G.W.; Aitken, J.N. & Florence, E. 1966. The effects of grazing intensity of herbage consumption and animal production. I. Short-term effects in strip-grazed dairy cows. J. Agric. Sci. 67:13
- Hamilton, B.I.; Lambourne, L.J.; Roe, R. & Minson, D.J. 1970. Quality of tropical grasses for milk production. Proc. XI. Int. Grassld. Congr. Qld. Australia, p. 860
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Mendoza, C. & Fung, Carmen. 1994. Estudio del manejo de *Chloris gayana* cv. Callide para la producción de leche. I. Efecto de la oferta diaria de materia seca. Pastos y Forrajes. 17:245
- Hernández, D. & Pereira, E. 1986. Consideraciones sobre algunos factores del manejo en la guinea likoni y el pasto estrella Tucumén. Resúmenes. VII. Sem. Int. Nac. y I. Int. de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". p. 137
- Hernández, D. ; Pereira, E. & Carballo, Mirta. 1990. Efecto de la presión de pastoreo en diferentes especies de pastos. Resúmenes. VIII Sem. Nac. Cient. Téc. de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 53
- Hernández, D.; Reyes, F. & Carballo, Mirta. 1995. Informe final de etapa de investigación. Etapa 15. Sistemas de establecimiento y manejo de asociaciones en pastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Hernández, D. & Rosete, A. 1985. Producción de leche con *Cynodon dactylon*. Análisis integral del ciclo de rotación y el tiempo de estancia. Pastos y Forrajes. 8:423
- Hernández, D.; Rosete, A. & Robles, F. 1985. Sistema de pastoreo rotacional para la producción de leche con *C. dactylon*. II. Efecto del tiempo de estancia. Pastos y Forrajes. 8:279
- Hernández, I. & Simón, L. 1994. Razones para emplear plantas perennes leñosas en la ganadería vacuna. Taller Internacional Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera. 13-15 de diciembre de 1994. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 44
- Hernández, R. 1984. Evaluación agronómica de gramíneas en regiones ganaderas bajo diferentes ambientes. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH-ICA. EEPF "Indio Hatuey". Cuba
- Hernández, R. & García-Trujillo, R. 1978. Hierba guinea (*Panicum maximum* Jacq.) Pastos y Forrajes. 1:1
- Hernández, R.; Machado, R. & Gómez, A. 1981. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. III. Cascajal. Secano con fertilización. Pastos y Forrajes. 4:23
- Herrera, R. 1983. La calidad de los pastos. En: Los Pastos en Cuba. Tomo 2 (Edit. Ugarte, J. y otros). Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. p. 59
- Hodgson, J. 1983. La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de plantas forrajeras tropicales. En: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación (O. Palodines y C. Lascano, edit.) Cali, Colombia. p. II
- Hodgson, J. 1985. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. Proc. XV Int. Grassld Congr. Kyoto p. 63
- Hodgson, J. 1990. Grazing Management Science into Practice. Longman Group. UK. 203 p.
- Holechek, J.L.; Pieper, R.D. & Herbel, C.H. 1989. Range management. Principles and Practices. Department of Animal and Range Sciences New México State University. Las Cruces. 501 p.
- Hunter, R.A. & Siebert, B.D. 1985. Utilisation of low-quality roughage by *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. 1. Rumen digestion. Br. J. of Nut. 53:637
- Hunter, R.A. & Siebert, B.D. 1985 a. Utilisation of low-quality roughage by *Bos taurus* and rumen characteristics Br. J. of Nut. 53:649
- Hutton, E.M. 1964. Plant. Breeding and genetics. In: Some concepts and methods in sub-tropical pasture research. Bull 47. CAB. London. 150 p.
- Iturbide, A.M. 1984. Producción de leche con pastos tropicales. En: Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. Edit. Andrés R.; Novoa B. CATIE. p. 83
- Jerez, Irma. 1983. Comportamiento de vacas lecheras con diferentes cargas en gramíneas tropicales. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana

- Jordán, H. 1984. La estructura del pastizal de Bermuda cruzada (*Cynodon dactylon*) y su influencia en la producción de leche. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ISCAH-ICA. La Habana
- Kimura, F.T. & Miller, V.L. 1957. Improved determination of chromic oxide in cow feed and faeces. J. Agric. Food. Chem. 5:216
- King, K.R.; Stockdale, C.R. & Patterson, I.F. 1980. The effect of restriction of pasture intake in late lactation on the milk production and body condition of dairy cows. Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Hubs. 20. 105:389
- Lamela, L. & García-Trujillo, R. 1978. Evaluación de *Panicum maximum* cv. Likoni en la producción de leche. Pastos y Forrajes. 3:417
- Lamela, L. & Ruz, F. 1987. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. II. Buffel formidable, guinea común de Australia y guinea Likoni. Pastos y Forrajes. 10:169
- Laredo, M.A. & Minson, D.J. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grass. Aust. J. Agric. Res. 24:875
- Le Du, Y.L.P.; Combellas, J.; Hodgson, J. & Baker, R.D. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2. The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. Grass and Forage Science. 34:249
- Lourenco, A.J.; Escuder, C.J. & Rodríguez, N.M. 1981. Efecto de la carga animal sobre pastos de *Brachiaria decumbens*. Dieta seleccionada. Archivos de la Escuela de Veterinaria de la Universidad Federal de Minas Gerais. 33:357
- Machado, Hilda & Muñoz, D. 1982. Estudio de variedades de hierba de guinea para la Empresa Pecuaria Triángulo I de Camagüey. Pastos y Forrajes. 5:297
- Machado, Hilda & Seguí, Esperanza. 1986. Estudio de ecotipos y cultivares de *Panicum maximum* en suelo Ferralítico Rojo. Pastos y Forrajes. 9:21
- Machado, Hilda; Seguí, Esperanza; Martínez, J. & Jácome, Isabel. 1986. Estudio de la interacción genotipo x ambiente en *Panicum maximum* Jacq. Pastos y Forrajes. 9:103 4
- Machado, R. 1995. Dinámica de algunos indicadores morfológicos y estructurales de *Andropogon gayanus* CIAT-621 bajo condiciones de manejo intensivo. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Cuba
- Martínez, R.O. 1982. La alimentación de vacas de altas producciones de leche. Revista ACPA. 2:56
- Martínez, R.O.; Ruíz, R. & Herrera, R.S. 1980. Producción de leche con vacas en pasto bermuda cruzada No. 1 (*Cynodon dactylon*). I. Diferentes niveles de suplementación con concentrados. Rev. cubana Cienc. Agric. 14:221
- Matías, C. 1987. Determinación de la explotación de un banco de semilla de *Panicum maximum* cv. Likoni. Pastos y Forrajes. 10:49
- McMeekan, C.P. 1960. Grazing management. Proc. 8th Int. Grassld. Cong. Reading. p. 21
- McMeekan, C.P. & Waishe, W. 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilisation by dairy cattle. J. Agric. Sci. Camb. 61:147
- Menéndez, J.; Cordoví, E. & Martínez, J.F. 1980. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. III. Bayamo. Suelo Vertisol. Pastos y Forrajes. 3:41
- Milera, Milagros. 1992. Manejo y explotación de los pastos para la producción de leche. En: Pastoreo orgánico y utilización de forrajes en la alimentación de rumiantes en el trópico. Universidad de Colima, México p. 50
- Milera, Milagros; Martínez, J.; Cáceres, O. & Hernández, J. 1986. Influencia del nivel de oferta en la producción de leche según los días de estancia en Bermuda cruzada-1. Pastos y Forrajes. 9:167
- Milera, Milagros, Martínez, J.; Cáceres, O. & Hernández, J. 1987. Efecto de diferentes ofertas del pasto *Cynodon dactylon* y el valor nutritivo de las plantas en pastoreo. Pastos y Forrajes 10:239
- Minson, D.J. 1972. The digestibility and voluntary intake by sheep of six tropical grasses. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 12:21
- Minson, D.J. 1975. Pasture management and animal nutrition. In: Management of improved tropical pastures. Refresher course. University of Queensland. St. Lucia. Australia. Edit. Australian Institute of Agricultural Science. 175 p.

- Minson, D.J. & McLeod, M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. Proc. XI Int. Grassld. Congr. p. 719
- Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proc. 8th Int. Grassland Cong., Reading. p. 606
- Norton, B.W. 1982. Differences between species in forage quality. In: Nutritional limits to Animal Production from pastures. CAB. Proc. of an Int. Symp. Haiker J.B. (ed) St. Lucia, Queensland, Australia, p. 89
- Oliva, O.; Machado, R.; Lorenzo, A. & Ortiz, G. 1979. Evaluación de pastos tropicales introducidos en Cuba en condiciones de secano. Ciego de Avila. Pastos y Forrajes. 2:193
- Pereiro, A.M. 1985. Utilización del pastoreo restringido de *Glycine (Neonotonia wightii)* como suplemento a vacas lecheras de mediano potencial alimentadas a base de pastos o forrajes conservados. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias ICA-ISCAH. La Habana. Cuba.
- Pérez, A.; Matías, C. & Reyes, Isabel. 1989. Influencia de diferentes labores agrotécnicas de rejuvenecimiento sobre la producción de semillas de hierba guinea cv. Likoni. Pastos y Forrajes. 12:227
- Pérez Infante, F. 1986. Principales factores que afectan al pasto como alimento. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. Producción (segunda edición). EDICA. La Habana p.753
- Pinheiro Machado, L.C. 1971. Pasto racional Voisin. Palestra proferida no auditorio do Banco Uniao Comercial S.A., Brasil. 28 p.
- Ramírez, A. 1979. Factores que determinan la productividad del pasto estrella. Carta ganadera. XVI:31
- Rodríguez, L.R. de A.; Mott, G.O.; Veiga, J.B. & Ocumpaugh, W.R. 1987. Effects of grazing management on leaf area and 4 total nonstructural carbohydrates of dwarf elephantgrass. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 22:195
- Ruíz, R.; Cairo, J.; Martínez, R.O. & Herrera, R.S. 1981. Producción de leche con vacas en pasto bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* Pers) II. Estructura del césped y potencial productivo. Rev. cubana de Cienc. Agric. 15:129
- Ruíz, R. & Vázquez, C.M. 1983. Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba, Tomo 2: Utilización. ICA (Edit). La Habana. Cuba. p. 117
- Saez, Caridad. 1983. Procedimiento para determinar ácidos grasos de cadena larga por cromatografía gaseosa en diferentes fracciones lipídicas de plasma de bovinos. Rev. Salud Anim. 5:763
- Seguí, Esperanza. 1987. Estudios genéticos para la selección de hierba de guinea en Cuba (*Panicum maximum* Jacq.) Tesis presentada en opción al grado científico de Candidato a Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH, La Habana. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Seguí, Esperanza & Machado, Hilda. 1986. Selección en fase II. de *Panicum maximum* en secano y con riego. Pastos y Forrajes. 9:13
- Serrano, D. & Vázquez, C.M. 1980. Distribución vertical de componentes y nutrientes del pastizal en guinea likoni y pasto estrella jamaicano. Resumen IV Sem. Cient. Téc. de Pastos y Forrajes, p. 94
- Simo, P. & de la Paz, Q. 1978. Ensayo comparativo entre 25 clones de hierba de guinea (*P. maximum* Jacq.) Pastos y Forrajes. 1:231
- Stobbs, T.H. 1971. Quality of pasture and forage crops for dairy production in the tropical regions of Australia. I. Review of the literature. Tropical Grassland. 5:159
- Stobbs, T.H. 1975. Sward structure and grazing behaviour. In: Management of improved tropical pastures, Refresher Course. University of Queensland, St. Lucia Australia. Edit. Aust. Inst. of Agric. Science. 175 p.
- Stobbs, T.H. 1977. Short-term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen fertilized tropical grass pasture. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hubs. 17:892
- Stobbs, T.H. 1978. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behaviour of dairy cows grazing two tropical grass pastures under a leader and follower system. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hubs. 18:5

- Stobbs, T.H. & Thompson, P.A.C. 1975. Milk production from tropical pastures. *World Animal Review*. 13:3
- Stockdale, C.R. 1985. Some factors affecting the consumptions of irrigated pastures grazed by lactating dairy cows. In: *The Challenge: Efficient Dairy Productions*. Proc. of the conference organized by Australian and New Zealand Societies of Animal Production. p. 71
- Stockdale, C.R. 1986. Factors affecting the productivity of irrigated annual pastures. 2. Defoliation by dairy cows. *Aust. J. Exp. Agric.* 26:305
- Stockdale, C.R. 1987. Growth and utilisation of irrigated pastures by dairy cows. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*. 53:36
- Stuth, J.W.; Kirby, D.R. & Chmielewski, R.E. 1981. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. *Grass and Forage Science*. 36:9
- Swain, F.G. 1971. Dairy production systems relevant to the tropical regions of Australia. 1. Review of the literature. *Trop. Grassld.* 5:269
- Thornton, R.F. & Minson, D.J. 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake, and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 24:889
- Thurborn, P.N.; Chambers, G.A.; Sibbick, R. & Stokoe, J. 1973. Progress report on milk production from cows grazing irrigated, fertilized *Digitaria decumbens* as influenced by stocking rate and a molasses/biuret supplement. Proc. 3 ed. World. Congr. Anim. Prod. Melbourne. 2(b):12
- Van Keulen, J. & Young, B.A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44:282
- Van Soest, P.J.; Mertens, D.R. & Deinum, B. 1978. Pre-harvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Anim. Sci.* 47:712
- Vázquez, C.M. 1980. Evaluación de 10 gramíneas en pastoreo bajo distintos ambientes. Informe del tema 11-03. Quinquenio 75-80. Cuba
- Vicente-Chandier, J. 1976. Meat and milk production from intensively managed tropical grassland in Puerto Rico. *Sem. Int. Ganad. Trop. FIRA. Acapulco. México*, p. 221
- Voisin, A. 1963. Productividad de la hierba. Ed. Tecnos S.A. Madrid, España. 499 p.
- Whiteman, P.C. 1975. Forages plants physiology. In: *Management of improved tropical pastures*. Refresher course. University of Queensland. St. Lucia. Australia. Edit. Aust. Inst. of Agric. Sci. 175 p.
- Wilkinson, S.R.; Adams, W.E. & Jackson, W.A. 1970. Chemical composition and In Vitro Digestibility of Vertical Layers of Coastal Bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.) *Agronomy Journal*. 62:39
- Wilson, J.R.; Brown, R.H. & Windham, W.R. 1983. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> and C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> intermediate types of Panicum species. *Crop. Sci.* 23:141
- Xandé, A. 1978. Valeur alimentaire des fourrages tropicaux et de fourrages pauyres. Dossier de Candidature. CRAAG INRA. Guadalupe. Francia
- Xandé, A. 1979. Valeur alimentaire des fourrages tropicaux. *Nouv. Agron. Antilles-Guyane*. 4:63
- Xandé, A.; García-Trujillo, R. & Cáceres, O. 1985. Tablas de valor alimentario de los forrajes tropicales de la zona del Caribe. Edit. INRA-EEPF "Indio Hatuey". Guadalupe Cuba

Tabla 1.1.1.1. Algunos resultados de los estudios de estructura realizados en Cuba.

Especie	Fertilización	Riego		Hojas (%)		Densidad		Observa- ciones	Autores
		Si	No	(LI)	(S)	kgMS/ha/cm (LI)	(S)		
Guinea	Media	X		77.5	77.5				Lamela y García-Trujillo(1978)
	Media	X		82.3	82.3				Gerardo y Oliva (1979)
	Media		x	85.8	85.8			En pastoreo	Gerardo y Oliva (1979a)
	Media		x	82.5	97.5				Menéndez, Cordoví Martínez (1980)
	Alta		x	89.0	77.0				Hernández, y Gómez (1981)
	Media		x	95.0	95.0				Gerardo y Oliva (1981)
	Media		x	68.0	68.0				Gerardo, Delgado y Quincose(1984)
	Media		x	90.0	80.0	27.0*	3.0*		Seguí y Machado (1986)
	Media	X		90.0	88.0	17.0*	11.0*		Seguí y Machado (1986)
	Media	X		64.9	76.3				Machado y Seguí (1986)
	Media		x	65.1	65.1				Machado, Seguí, Martínez y Jácome (1986)
	Media		x	87.0	95.0	29.4	29.4		Hernández (1984)
Guinea común	-	-		80.0	80.0				Hernández y García-Trujillo(1978)
	Media	X		88.5	88.5				Gerardo y Oliva (1979)
	Media		x	93.4	93.4				Gerardo y Oliva (1979a)
	Media		x	85.0	100.0				Menéndez et al. (1980)
	Alta	X				119.0	119.0	En pastoreo	García-Trujillo, Pérez Infante, García y sulto(1980)
	Alta		x	93.0	90.0				Hernández, y Gómez (1981)
	Media		x	93.0	93.0			En pastoreo	Gerardo y Oliva (1981)
	Media		x	69.0	69.0				Gerardo, Delgado y Quincose(1984)
	Media	X		73.1	76.9				Machado y Seguí (1986)

(Continuación tabla 1.1.1.1)

Especie	Fertilización	Riego		Hoja (%)		Densidad		Observaciones	Autores
		Si	No	(LI)	(S)	(kg/MS/ha cm)	(LI) (S)		
Guinea murumbú	Media		x	65.1	65.				Machado, Seguí, Martínez y Jácome (1986)
	Media		x	92.0	95.0	23.8	23.8		Hernández(1984)
	Media		x	84.0	80.0	27.0*	4.0*		Seguí y Machado(1986)
	Media	x		88.0	88.0	17.0*	14.0		Seguí y Machado(1986)
Bermuda cruzada-1	Media	x		62.5	62.5				Lámela y García-Trujillo (1978)
	Media	x		77.9	77.9				Gerardo y Oliva (1979)
Pasto estrella	Media		x	59.5	59.5				Gerardo y Oliva (1979a)
	Media		x	57.5	75.0				Menéndez, Cordivi y Martínez (1980)
	Alta	x		66.0	64.0				Hernández, Machado y Gómez (1981)
	Media		x	71.0	71.0			En pastoreo	Gerardo y Oliva(1981)
	Media		x	55.0	55.0				Gerardo, Delgado y Quincose(1984)

Media: 100 - 250 kg N/ha/año

Alta: 300 - 400 kg N/ha/año

\* g/macolla/cm



Tabla 1.1.2.1. Valor nutritivo de cuatro variedades de pastos, (Adaptado de Cáceres, 1985).

Parámetros	Likoni	Estrella jamaicano	Bermuda cruzada-1	Buffel biloela
<b>Comp. química (%)</b>				
Materia seca	23,8	28,7	27,0	25,7
Materia orgánica	86,3	92,2	92,4	84,1
Proteína bruta	8,08	7,71	8,71	6,91
Fibra bruta	33,2	33,4	33,9	33,3
<b>Digestib. aparente (%)</b>				
Materia orgánica	56,8	56,1	57,0	59,7
Proteína bruta	59,3	50,9	59,3	56,5
Fibra bruta	60,7	60,2	62,1	63,1
Energía bruta	58,0	57,1	58,0	60,2
<b>Contenido energético (Mj)</b>				
Energía bruta	17,075	18,163	18,305	16,648
Energía digestible	9,651	10,370	10,596	10,023
Energía metabolizable	8,102	8,516	8,667	8,161
Energía neta	4,670	4,901	5,005	4,746
leche	4,373	4,570	4,683	4,491
Energía neta engorde				
<b>Proteína digestible (g/kg MS consumida)</b>				
Prot. bruta digestib.	49,05	39,16	55,23	39,74
PDIE	62,11	59,86	79,28	60,52
PDIN	49,66	45,18	69,82	43,46
<b>Consumo en carneros (g/kg p<sup>0.75</sup>)</b>				
Materia seca	64,1	63,7	60,8	50,6
Materia orgánica	31,4	32,9	32,0	25,4
Energía metabolizable (Kj/kg p <sup>0.75</sup> )	537,4	544,3	528,2	414,0
PBD	3,190	2,564	3,004	2,015

Tabla 1.2.1.1.1 Comparación del potencial de producción de materia verde y materia seca entre algunas forrajeras tropicales mejoradas y especies de climas templados (Iturbide, 1984).

Especies	Producción (t/ha/año)	
	Mat. Verde	Mat. seca
Napier o Merker ( <i>P. purpurem</i> )	472	95
Guinea ( <i>P. maximum</i> )	279	56
Paraná ( <i>B. mutica</i> )	247	50
Guatemala ( <i>T. laxum</i> )	200	35
Paragua ( <i>H. rufa</i> )	150	30
Imperial ( <i>A. escoparios</i> )	110	20
Estrella ( <i>C. nlemfuensis</i> )	110	22
Pangola ( <i>D. decumbes</i> )	80	20
Caña de azúcar ( <i>S. officinarum</i> )	300	90
<b>Especies forrajeras templadas</b>		
Rye grass ( <i>Lolium perene</i> )	100	20
Ovillo ( <i>Dactylia glomerata</i> )	90	18
Oloroso ( <i>Anthoxanthoy odoratum</i> )	15	3
Avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> )	40	10

Tabla 1.2.1.2.1 Resumen de investigaciones con pastos tropicales y de zonas templadas que muestran la relación entre la digestibilidad y productividad animal (Stobbs y Thompson, 1975)

Dieta	Digestib MS (%)	Prod.leche/lact. (kg)	Ganancia(kg/d)
Pastos tropicales*			
1. Inmaduros	60-65	1 800-2 200	0,7-0,9
2. Semimaduros	50-55	1 000-1 400	0,4-0,5
3. Maduros	45-50	500-900	0,1-0,2
Pastos templados**	70-80	3 300-3 800	0,9-1,2
Concentrado	80-85	4 000-6 000	1,2-1,5

\*Pangola, Estrella, Alicia, Merker. Guinea, Alemán

\*\*Kikuyo, Ovillo, Pasto lolium

Tabla 1.2.1.3.1. Comparación de consumo en pastos tropicales y templados en pastoreo

Tipos de pastos	kg MS/vaca/día	% PV (MS)	Producción de leche (kg/vaca/día)	Autores
Pastos tropicales				
Bermuda cruzada-1	16.86	3.13	17.3	Ruiz, Cairo, Martínez y Herrera (1981)
Pastos altamente fertilizados		3.00	15.7	Vicente-Chandler (1976)
Pastos templados	16.30	3.4	16.7	Glassey, Davey y Holmes(1980)
Lolium perenne	16.58	3.4	17.1	Le-Du, Combellas, Hodgson y Baker (1979)
Lolium perenne	14.70	2.9	14.7	Le-Du, Combellas, Hodgson y Baker (1979)
Lolium perenne	13.41	2.8	12.1	Combellas y Hodgson (1979)
Gramíneas y leguminosas	15.05	3.2	15.7	Greenhalgh y col. (1966)
Pastos mezclados	14.28	2.4	15.0	Greenhalgh y col. (1967)
Ryegrass fertilizado	13.76	3.0	15.2	Greenhalgh y Reid (1968)

Tabla II.1.1. Algunas características climáticas del área experimental (1977-1988)

Meses	Temperatura(°C)			Lluvia (mm)	Humedad relativa(%)	Evaporación (mm)
	max.	mín.	med.			
Enero	26.7	13.5	19.6	48.99	81.25	116.4
Febrero	27.9	14.5	20.8	43.66	78.4	131.7
Marzo	29.5	15.6	22.1	40.5	76.3	188.7
Abril	31.0	16.4	23.4	54.0	74.1	209.0
Mayo	31.9	19.3	25.0	241.0	79.3	195.6
Junio	32.3	21.3	26.0	227.2	83.5	160.9
Julio	32.9	21.5	26.3	193.7	83.2	168.2
Agosto	32.9	21.9	26.3	155.9	83.0	169.2
Septiembre	31.9	21.1	25.5	160.6	85.8	156.2
Octubre	30.5	19.7	24.6	86.8	85.6	134.2
Noviembre	29.4	17.5	22.8	51.6	84.3	117.6
Diciembre	27.9	15.2	21.7	21.6	82.8	114.9
Total	-	-		1 326.45		-
X	30.4	18.1	23.6	-	81.5	155.2

Tabla 11.1.2. Datos del clima en la etapa experimental

Réplica	Etapas del año	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)	Precipitaciones media (mm)	% precipitaciones respecto al año
I	Diciembre	21.9	82	4.9	0.4
	Enero	20.8	86	210.9	16.1
	Febrero	23.4	84	169.8	12.9
	Marzo	21.2	78	61.1	4.6
	Abril	22.8	77	41.0	3.1
II	Febrero	21.0	85	75.1	5.2
	Marzo	21.8	81	48.3	3.3
III	Mayo	25.0	82	212.6	14.8
	Junio	25.1	85	298.4	20.8
IV	Octubre	23.8	86	36.0	2.5
	Noviembre	21.6	85	11.9	0.8

Tabla II.1.3. Algunas características agroquímicas del área experimental.

Indicadores	Horizonte (cm)	
	0-20	20-40
pH (H <sub>2</sub> O)	6.0	6.2
Materia orgánica (%)	4.0	3.6
<b>Int. de cationes (Meq/100 g suelo)</b>		
Ca <sup>++</sup>	11.8	11.4
Mg <sup>++</sup>	4.3	3.6
K <sup>+</sup>	0.2	0.1
Na <sup>+</sup>	0.1	0.1
<b>Nutrientes (Meq/100 g suelo)</b>		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.5	4.5
K <sub>2</sub> O	7.5	

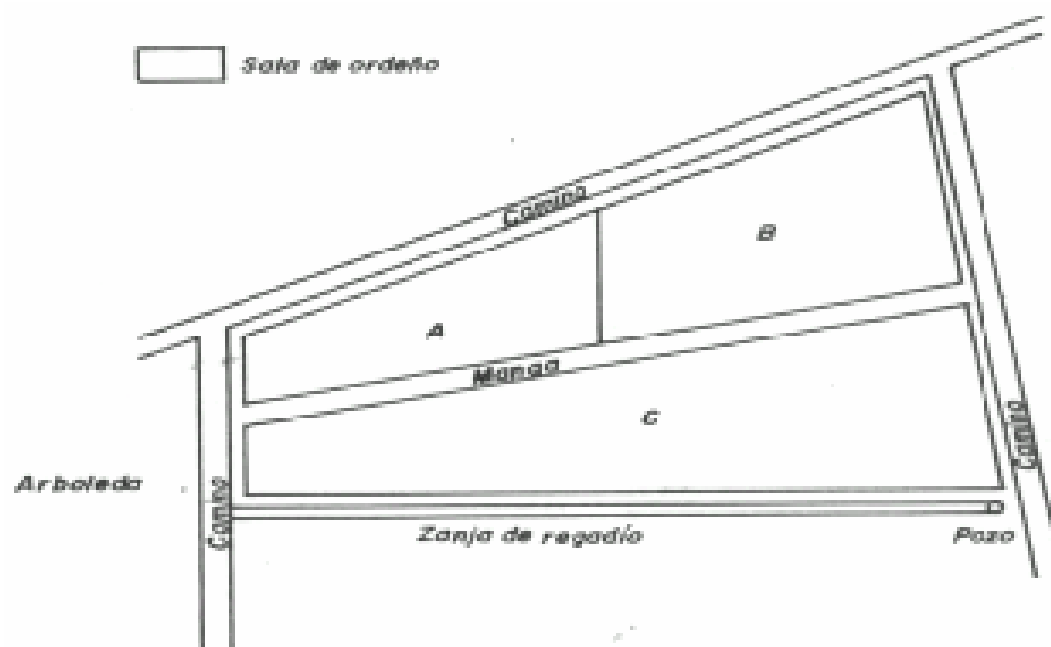
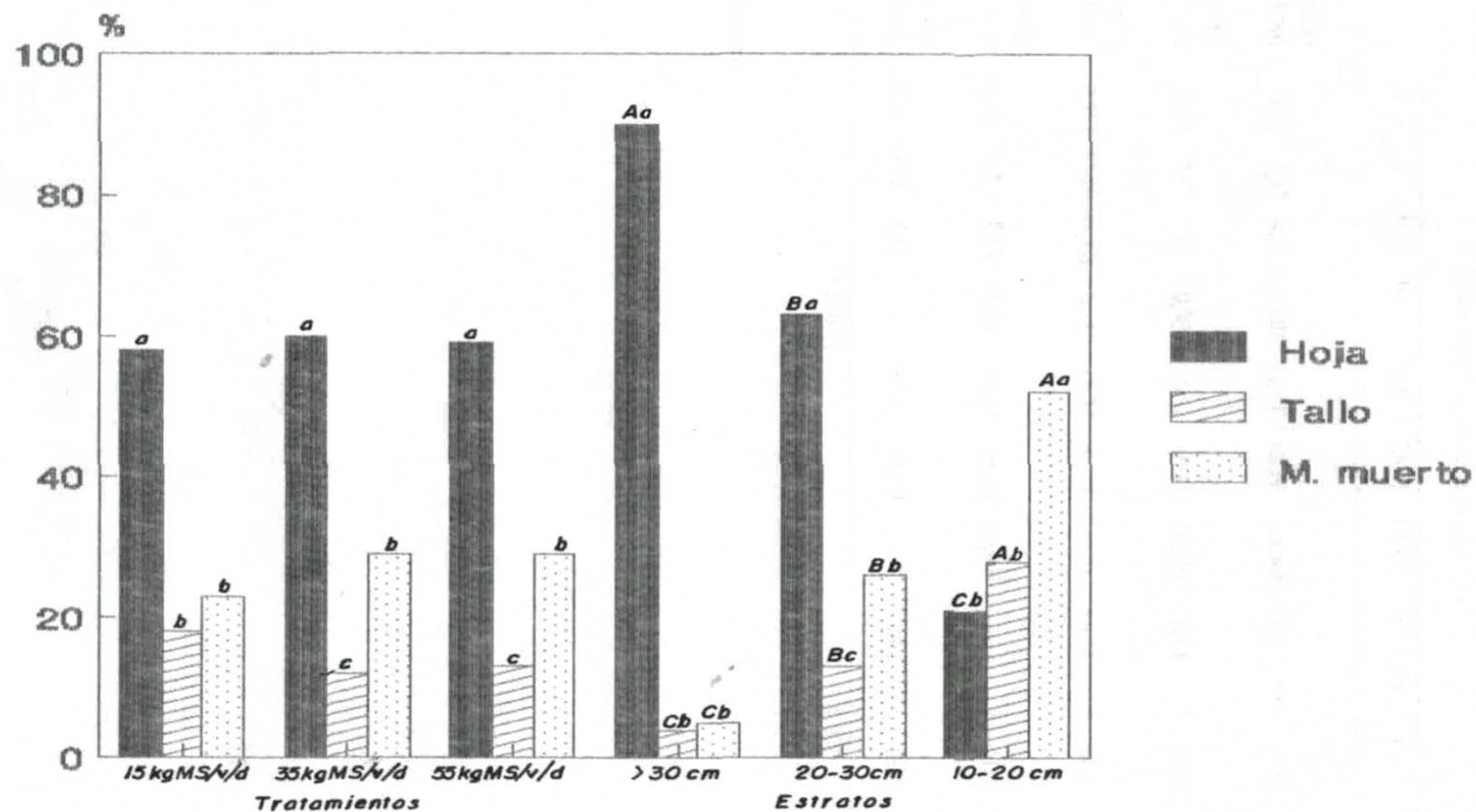


Fig. 2.4.2.1. Esquema del área experimental (Escala 1:2500)

Tabla III.1.3. Disposición vertical de la densidad (kg MS/ha/cm).

	Tratamiento A: 15 kg MS/vaca/día				Tratamiento B: 35 kg MS/vaca/día				Tratamiento C: 55 kg MS/vaca/día			
	Hoja	Tallo	M.Muerto	Total	Hoja	Tallo	M.Muerto	Total	Hoja	Tallo	M.Muerto	Total
<u>REPLICA I</u>												
30 cm	19 <sup>CB</sup>	3 <sup>C</sup>	0 <sup>b</sup>	22 <sup>CB</sup>	25 <sup>BB</sup>	2 <sup>C</sup>	0 <sup>C</sup>	27 <sup>CB</sup>	51 <sup>AA</sup>	3 <sup>C</sup>	0 <sup>b</sup>	54 <sup>BA</sup>
20-30 cm	30 <sup>BB</sup>	11 <sup>B</sup>	2 <sup>bB</sup>	43 <sup>bB</sup>	47 <sup>AA</sup>	10 <sup>b</sup>	6 <sup>bA</sup>	64 <sup>bAB</sup>	54 <sup>AA</sup>	14 <sup>b</sup>	2 <sup>bB</sup>	70 <sup>BA</sup>
10-20 cm	40 <sup>AA</sup>	59 <sup>aC</sup>	25 <sup>aB</sup>	124 <sup>a</sup>	30 <sup>BB</sup>	78 <sup>aB</sup>	51 <sup>aA</sup>	158 <sup>a</sup>	29 <sup>BB</sup>	83 <sup>aA</sup>	41 <sup>aA</sup>	153 <sup>a</sup>
Planta total <sup>1</sup>	28	22	8	58	33	25	16	74	45	30	13	88
E.S. (±) Sig.	1**	2***	1***	6***	1**	2***	2***	5***	4**	2***	4***	5***
<u>REPLICA II</u>												
30 cm	18 <sup>C</sup>	1 <sup>C</sup>	0 <sup>C</sup>	19 <sup>CB</sup>	22 <sup>b</sup>	0 <sup>C</sup>	1 <sup>C</sup>	23 <sup>bAB</sup>	26 <sup>b</sup>	0 <sup>C</sup>	0 <sup>C</sup>	26 <sup>BA</sup>
20-30 cm	49 <sup>AB</sup>	15 <sup>bA</sup>	26 <sup>bB</sup>	90 <sup>bB</sup>	59 <sup>AB</sup>	19 <sup>bA</sup>	42 <sup>bA</sup>	120 <sup>AA</sup>	78 <sup>AA</sup>	4 <sup>bB</sup>	37 <sup>bAB</sup>	119 <sup>AA</sup>
10-20 cm	33 <sup>BA</sup>	41 <sup>C</sup>	77 <sup>a</sup>	151 <sup>a</sup>	19 <sup>BB</sup>	36 <sup>a</sup>	79 <sup>a</sup>	134 <sup>a</sup>	19 <sup>BB</sup>	36 <sup>a</sup>	79 <sup>a</sup>	134 <sup>a</sup>
Planta total <sup>1</sup>	29	14	24	67	31	15	33	79	38	11	31	80
E.S. (±) Sig.	5**	3***	5***	12***	4***	3***	5***	10***	5***	2***	5***	14***
<u>REPLICA III</u>												
30 cm	65 <sup>BB</sup>	8 <sup>CA</sup>	1 <sup>b</sup>	74 <sup>bAB</sup>	90 <sup>AA</sup>	1 <sup>bB</sup>	0 <sup>C</sup>	91 <sup>BA</sup>	53 <sup>BB</sup>	1 <sup>bB</sup>	0 <sup>C</sup>	54 <sup>AB</sup>
20-30 cm	81 <sup>a</sup>	11 <sup>bA</sup>	7 <sup>bB</sup>	99 <sup>b</sup>	23 <sup>a</sup>	1 <sup>bB</sup>	19 <sup>bA</sup>	113 <sup>b</sup>	84 <sup>a</sup>	1 <sup>bB</sup>	27 <sup>bA</sup>	112 <sup>b</sup>
10-20 cm	72 <sup>ab</sup>	49 <sup>AA</sup>	103 <sup>a</sup>	224 <sup>aAB</sup>	62 <sup>b</sup>	35 <sup>aB</sup>	109 <sup>a</sup>	206 <sup>aB</sup>	65 <sup>ab</sup>	44 <sup>aA</sup>	133 <sup>a</sup>	242 <sup>aA</sup>
Planta total <sup>1</sup>	72*	22	35*	129*	81*	13***	44***	138***	66*	14***	49***	129***
E.S. (±) Sig.	5	5***	25	28	7	3	4	14***	6*	1	9***	11
<u>REPLICA IV</u>												
30 cm	24 <sup>BA</sup>	3 <sup>C</sup>	4 <sup>C</sup>	31 <sup>C</sup>	22 <sup>BA</sup>	0 <sup>C</sup>	5 <sup>C</sup>	27 <sup>C</sup>	19 <sup>BB</sup>	0 <sup>C</sup>	5 <sup>C</sup>	24 <sup>C</sup>
20-30 cm	39 <sup>AA</sup>	14 <sup>bA</sup>	40 <sup>bB</sup>	92 <sup>bAB</sup>	39 <sup>AA</sup>	1 <sup>bB</sup>	33 <sup>bB</sup>	73 <sup>bB</sup>	35 <sup>AB</sup>	12 <sup>bA</sup>	82 <sup>bA</sup>	129 <sup>BA</sup>
10-20 cm	21 <sup>BA</sup>	23 <sup>a</sup>	85 <sup>aC</sup>	129 <sup>aB</sup>	25 <sup>BA</sup>	23 <sup>a</sup>	117 <sup>aB</sup>	165 <sup>aA</sup>	4 <sup>CB</sup>	32 <sup>a</sup>	143 <sup>aA</sup>	179 <sup>aA</sup>
Planta total <sup>1</sup>	28*	12	39	79	28*	8	50	86	19	12	67	93
E.S. (±) Sig.	2*	1***	8***	5***	2*	1***	8***	2***	2***	1***	5***	13
<u>PRMEDIO</u>												
30 cm	32	4 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	40	1 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	42 <sup>b</sup>	37	1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>
20-30 cm	50	13 <sup>b</sup>	19 <sup>b</sup>	81 <sup>b</sup>	60	8 <sup>b</sup>	25 <sup>b</sup>	93 <sup>b</sup>	63	8 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	108 <sup>b</sup>
10-20 cm	42	43 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	157 <sup>a</sup>	34	44 <sup>a</sup>	89 <sup>a</sup>	166 <sup>a</sup>	29	49 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	177 <sup>a</sup>
Planta total <sup>1</sup>	39	18	27	84	43	15	36	94	42	17	39	98
E.S. (±) Sig.	10 NS	4***	10**	16**	13 NS	7	9	14	10 NS	6	15	14

Fig. 3.1.3.1 Valores promedio de las fracciones estructurales



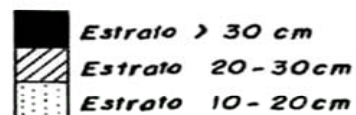
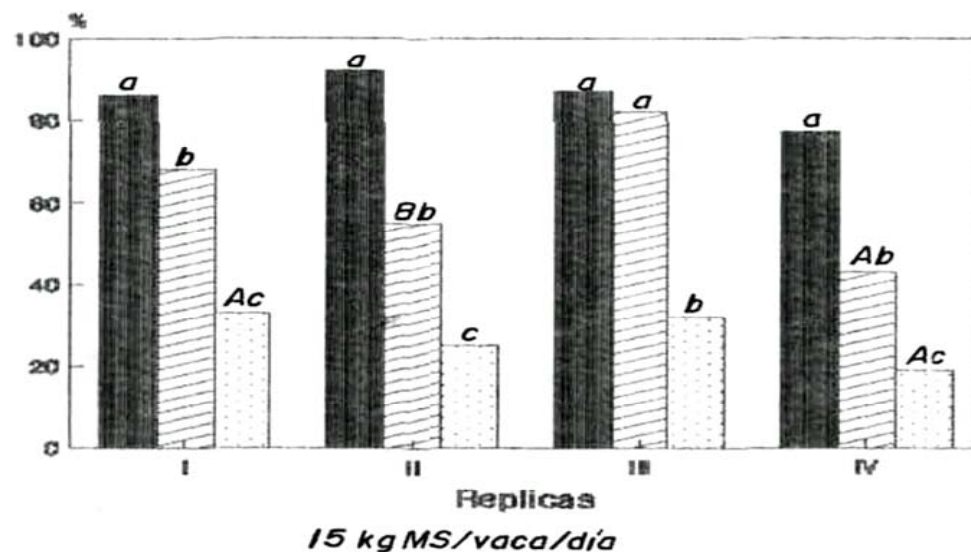
A, B, C. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estratos

a, b, c. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre fracciones estructurales (Duncan, 1955)

Tabla III.1.3.2. Evolución estructural

Tratamientos	Parámetros de la ecuación de regresión										
	a	b	bl	b2	ESb	ESbl	ESb2	r	Sig.	Y	X
35 kg MS/vaca/día (Estrato 20-30 cm)	9.32	3.15	0.21	-0,007	±2.27	±0,19	±0.004	0,83	***	MM	T
35 kg MS/vaca/día (Estrato 10-20cm)	11,61	7.69	-0.20	0.001	±5.52	±0.17	±0,001	0,64	*	MM	T
55 kg MS/vaca/día (Estrato 20-30 cm)	0.997	15,265	-1,126	0,026	±9.21	±0,82	±0,01	0.54	*	MM	T
55 kg MS/vaca/día (Estrato 10-20cm)	185,64	-6,82	0.19	-0,001	±4,55	±0,13	±0,001	0,61	*	MM	T
55 kg MS/vaca/día (Estrato 10-20cm)	175,07	-5,02	0.11		±2,2	±0.03		0.62	**	MM	H
* P<0,05	** P<0,01	*** P<0,001									
T Tallo	H Hoja	MM Material muerto									

Fig. 3.1.3.2 Comportamiento de la estructura según la oferta Hoja.



*a, b, c.* Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estrato por réplica dentro de cada tratamiento.

*A, B.* Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos por réplica dentro de cada estrato (Duncan, 1955)

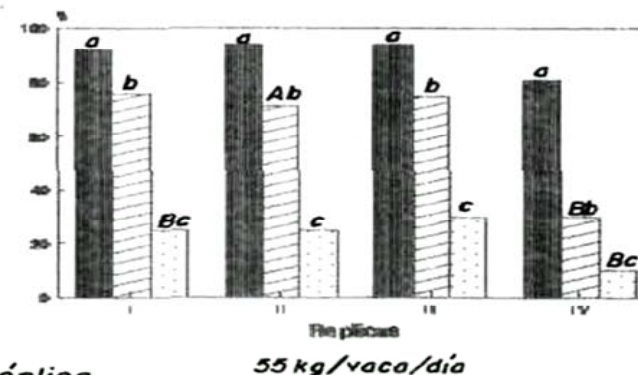
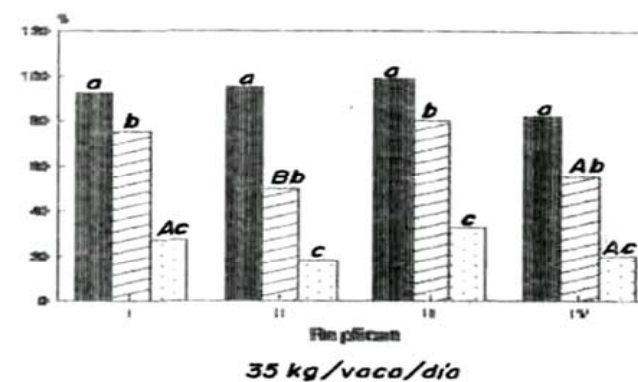
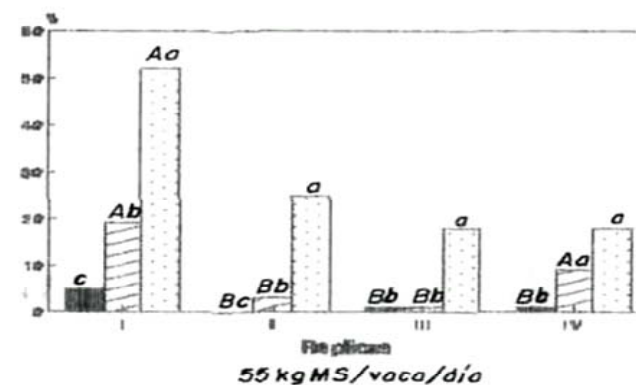
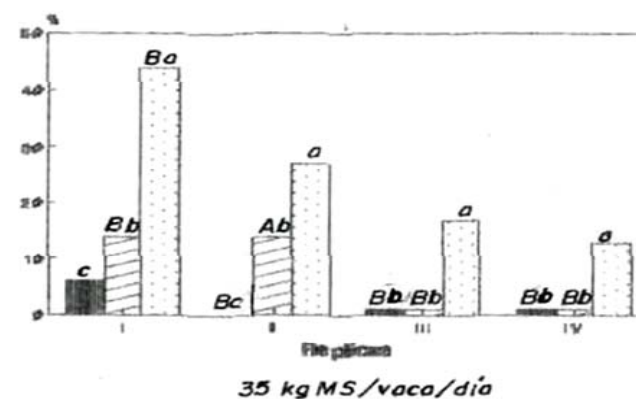
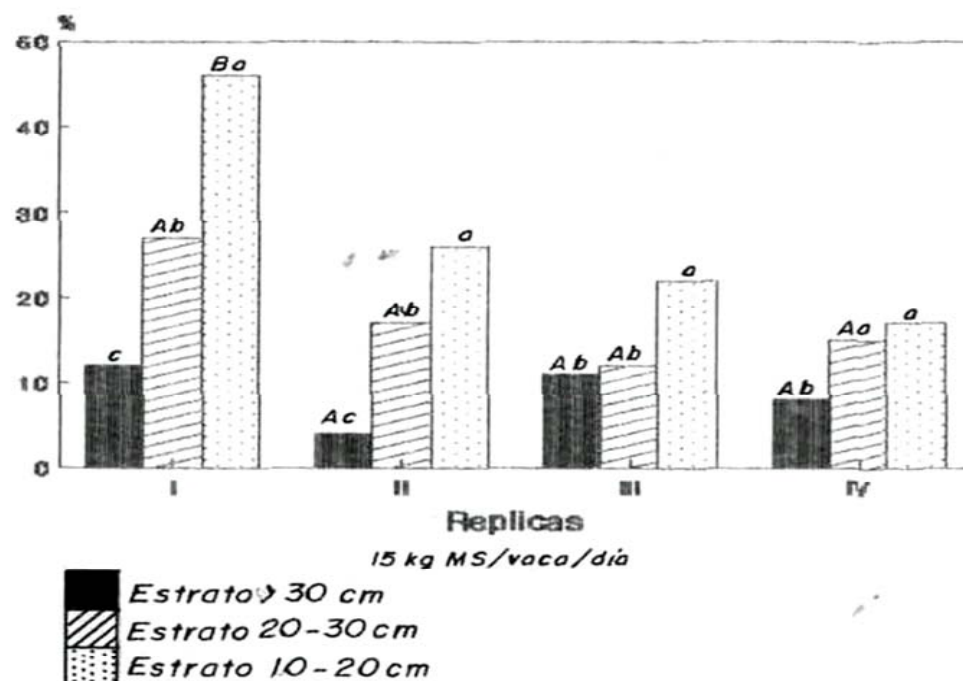




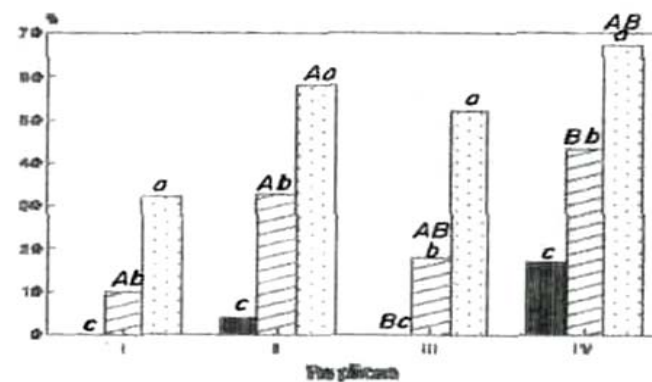
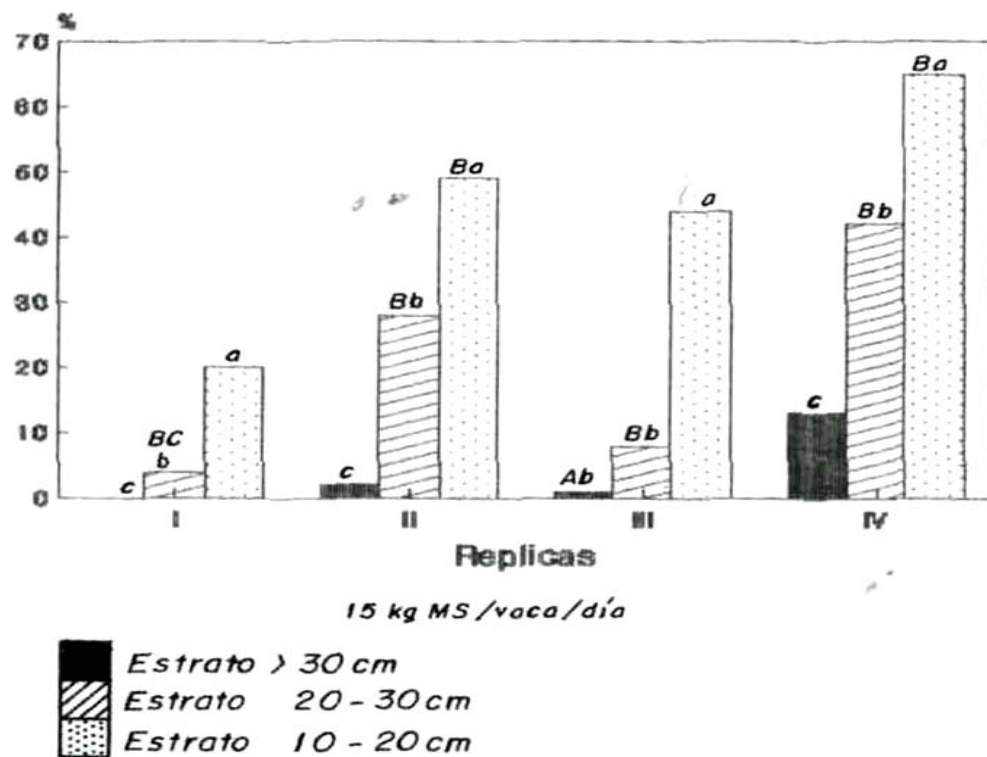
Fig. 3.1.3.3 Comportamiento de la estructura según la oferta  
Talío.



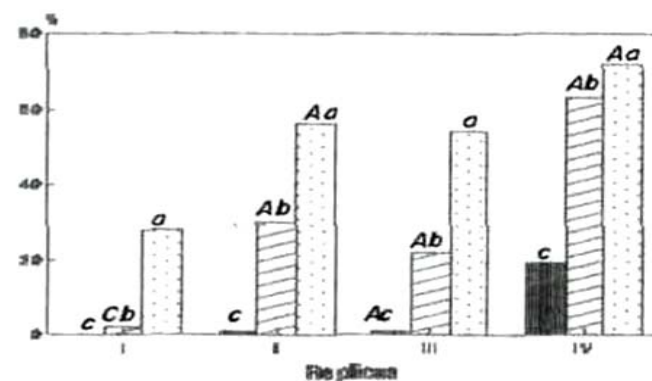
a, b, c. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estratos por réplica dentro de cada tratamiento

A, B. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos por réplica dentro de cada estrato (Duncan, 1955)

Fig. 3.1.3.4 Comportamiento de la estructura según la oferta  
Material muerto.



35 kg MS/vaca/día



55 kg MS/vaca/día

a, b, c. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estratos.

A, B, C. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Duncan, 1955)

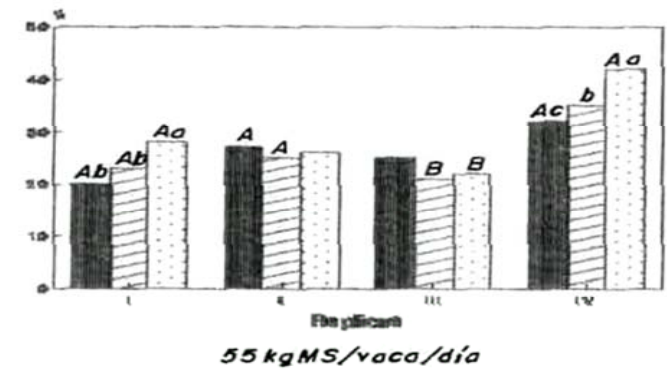
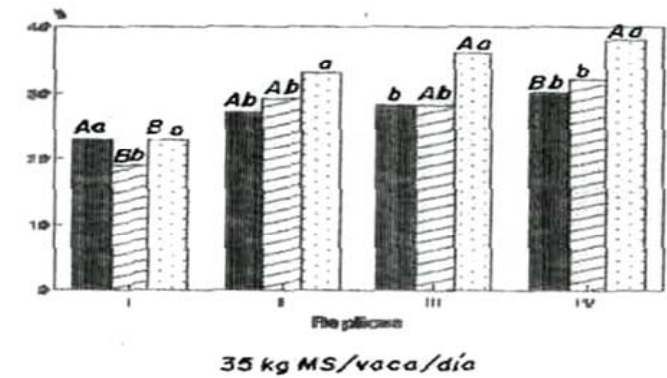
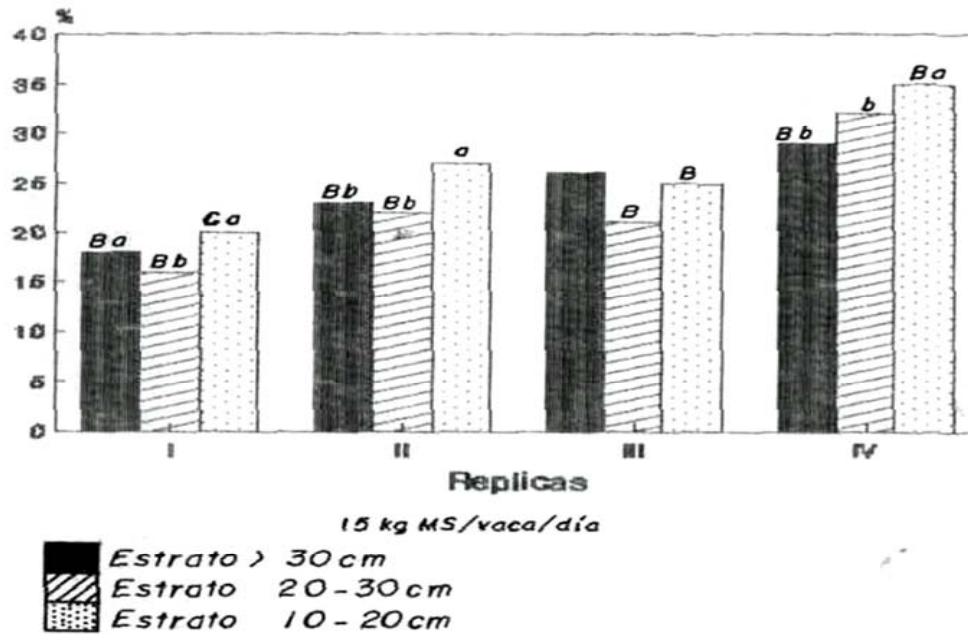
Tabla III.2.3.1. Componentes del valor nutritivo.

	15 kg MS/vaca/día			35 kg MS/vaca/día			55 kg MS/vaca/día		
	Hoja	Tallo	M.Muerto	Hoja	Tallo	M.Muerto	Hoja	Tallo	M.Muerto
<u>Comp. del valor nutritivo</u>									
	<u>REPLICA II</u>								
Materia seca (%)	19 <sup>bB</sup>	17 <sup>b</sup>	68 <sup>aB</sup>	25 <sup>bA</sup>	20 <sup>b</sup>	73 <sup>aA</sup>	25 <sup>bA</sup>	19 <sup>c</sup>	77 <sup>aA</sup>
Proteína bruta (%)	13 <sup>a</sup>	6 <sup>b</sup>	4 <sup>c</sup>	12 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>
Fibra bruta (%)	27 <sup>cB</sup>	34 <sup>b</sup>	37 <sup>a</sup>	31 <sup>bA</sup>	35 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	31 <sup>bA</sup>	34 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>
Fósforo (%)	0,21 <sup>aA</sup>	0,14 <sup>b</sup>	0,08 <sup>cB</sup>	0,16 <sup>aB</sup>	0,12 <sup>b</sup>	0,09 <sup>cB</sup>	0,21 <sup>aA</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,12 <sup>cA</sup>
Digest. de la M. org. (%)	60 <sup>a</sup>	53 <sup>b</sup>	47 <sup>cB</sup>	59 <sup>a</sup>	52 <sup>b</sup>	51 <sup>bA</sup>	59 <sup>a</sup>	53 <sup>b</sup>	51 <sup>bA</sup>
Energía Met. (MJ/kg MS)	8,8 <sup>a</sup>	7,5 <sup>b</sup>	6,7 <sup>cB</sup>	8,4 <sup>a</sup>	7,5 <sup>b</sup>	7,1 <sup>bA</sup>	8,8 <sup>a</sup>	7,5 <sup>b</sup>	7,5 <sup>bA</sup>
Dig. de la MS (%)	54	47	44	55	48	46	56	48	45
	<u>REPLICA III</u>								
Materia seca (%)	24 <sup>b</sup>	20 <sup>b</sup>	65 <sup>a</sup>	26 <sup>b</sup>	20 <sup>b</sup>	71 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	20 <sup>c</sup>	69 <sup>a</sup>
Proteína bruta (%)	13 <sup>a</sup>	6 <sup>bB</sup>	4 <sup>c</sup>	13 <sup>a</sup>	8 <sup>bA</sup>	5 <sup>c</sup>	13 <sup>a</sup>	9 <sup>bA</sup>	6 <sup>b</sup>
Fibra bruta (%)	30 <sup>c</sup>	33 <sup>bB</sup>	38 <sup>aA</sup>	30 <sup>c</sup>	36 <sup>aA</sup>	34 <sup>bB</sup>	30 <sup>c</sup>	37 <sup>aA</sup>	32 <sup>bB</sup>
Fósforo (%)	0,25 <sup>aA</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,08 <sup>cB</sup>	0,15 <sup>aB</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,09 <sup>bB</sup>	0,16 <sup>b</sup>	0,15	0,13 <sup>A</sup>
Digest. de la M. org. (%)	62 <sup>a</sup>	54 <sup>b</sup>	51 <sup>b</sup>	60 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	52 <sup>c</sup>	59 <sup>a</sup>	54 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>
Energía Met. (MJ/kg MS)	8,8 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	7,5 <sup>b</sup>	8,8 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	7,5 <sup>c</sup>	8,8 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	7,5 <sup>b</sup>
Dig. de la MS (%)	57	50	45	55	49	45	54	49	46
	<u>REPLICA IV</u>								
Materia seca (%)	24 <sup>bB</sup>	22 <sup>bB</sup>	74 <sup>a</sup>	24 <sup>bB</sup>	24 <sup>bB</sup>	77 <sup>a</sup>	28 <sup>bA</sup>	29 <sup>bA</sup>	76 <sup>a</sup>
Proteína bruta (%)	9 <sup>aA</sup>	4 <sup>b</sup>	4 <sup>b</sup>	8 <sup>aA</sup>	5 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	5 <sup>aB</sup>	3 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>
Fibra bruta (%)	31 <sup>c</sup>	38 <sup>bA</sup>	42 <sup>a</sup>	32 <sup>c</sup>	34 <sup>bB</sup>	40 <sup>a</sup>	32 <sup>c</sup>	37 <sup>bA</sup>	40 <sup>a</sup>
Digest. de la M. org. (%)	55 <sup>aB</sup>	51 <sup>bA</sup>	49 <sup>cA</sup>	58 <sup>aA</sup>	48 <sup>bB</sup>	47 <sup>cA</sup>	54 <sup>aB</sup>	48 <sup>bB</sup>	45 <sup>cB</sup>
Energía Met. (MJ/kg MS)	7,9 <sup>aA</sup>	7,5 <sup>bA</sup>	6,7 <sup>cA</sup>	8,4 <sup>aA</sup>	7,1 <sup>bB</sup>	6,7 <sup>cA</sup>	7,9 <sup>aB</sup>	7,1 <sup>bB</sup>	6,3 <sup>cB</sup>
Dig. de la MS (%)	59	48	43	50	47	42	51	46	43

Letras minúsculas diferentes: Diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre fracciones estructurales en cada réplica dentro de cada tratamiento.

Letras mayúsculas diferentes: Diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) de cada fracción estructural entre tratamientos en cada réplica (Duncan, 1955).

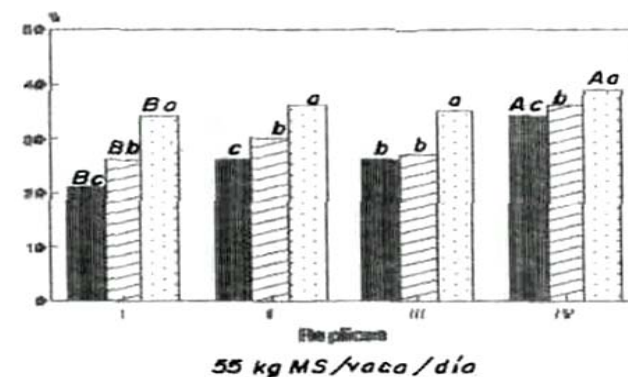
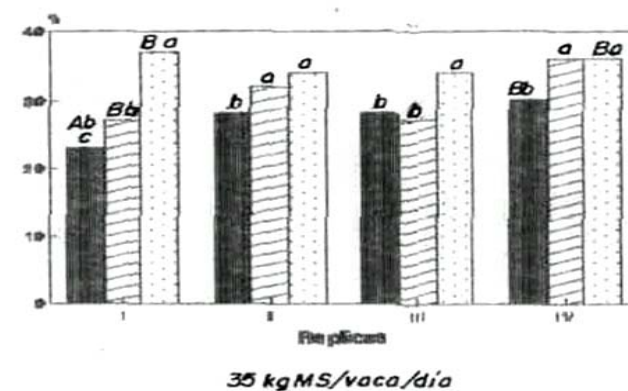
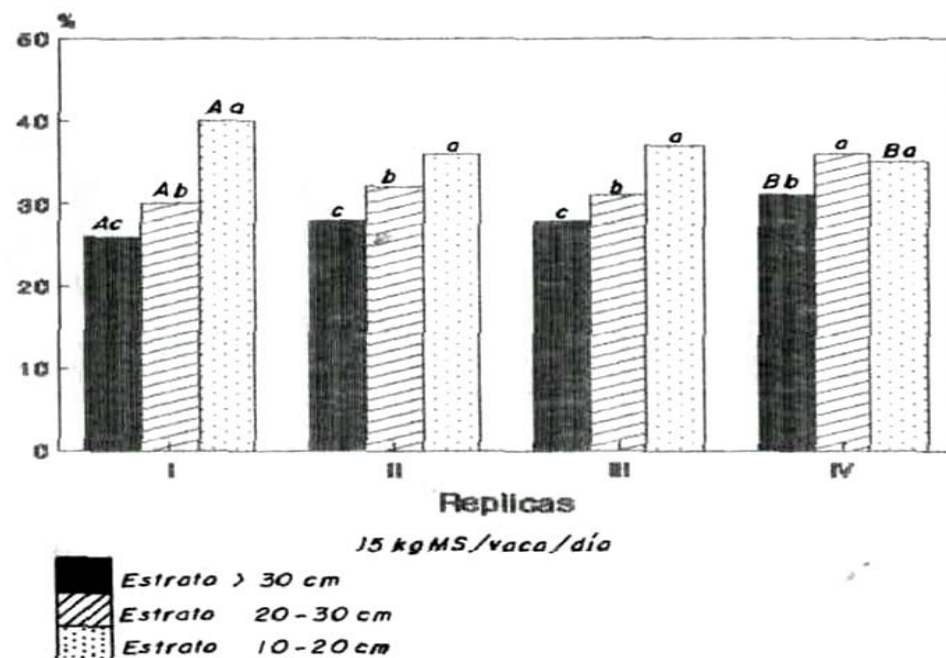
Fig. 3.2.3.1 Materia seca



a, b, c. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estratos

A, B, C. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Duncan, 1955)

Fig. 3.2.3.2 Fibra bruta.

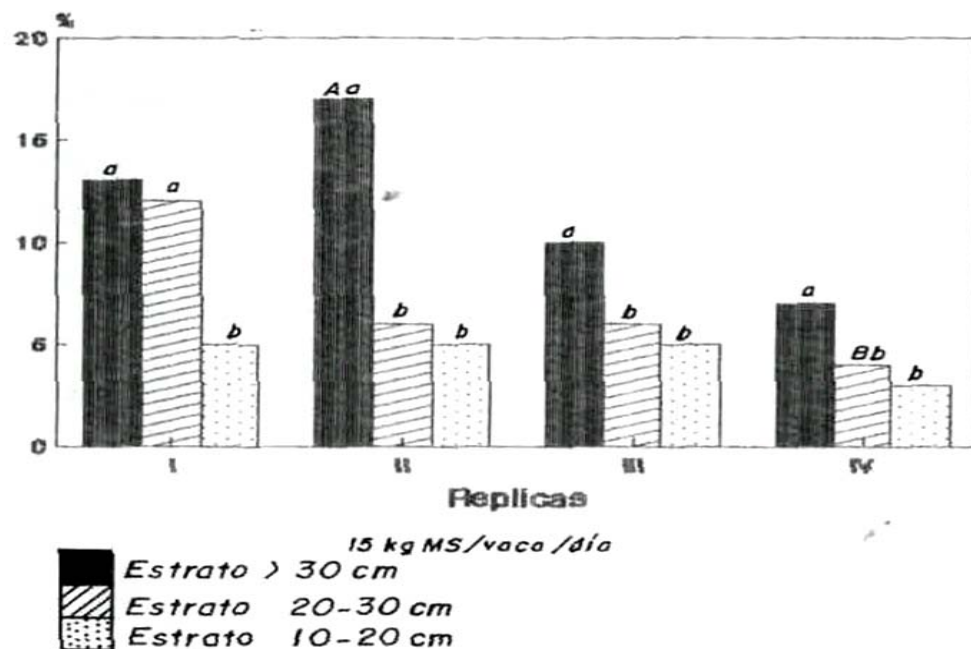


a, b, c. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estratos

A, B. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Duncan, 1955)



# Fig 3.2.3.3 Proteína bruta



a, b, c. Difieren significativamente ( $P<0.05$ ) entre estratos

A, B. Difieren significativamente ( $P<0.05$ ) entre tratamientos (Duncan, 1955)

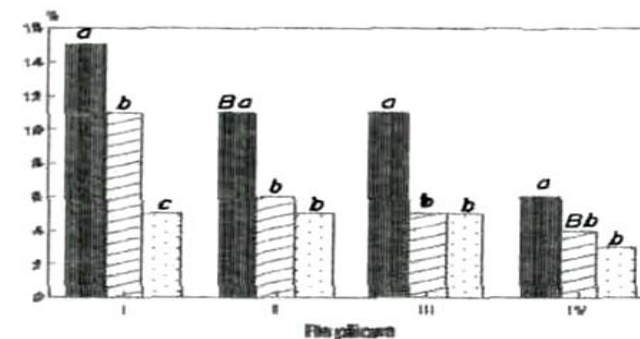
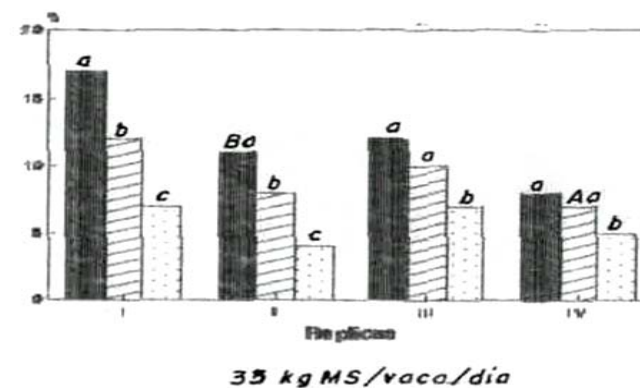
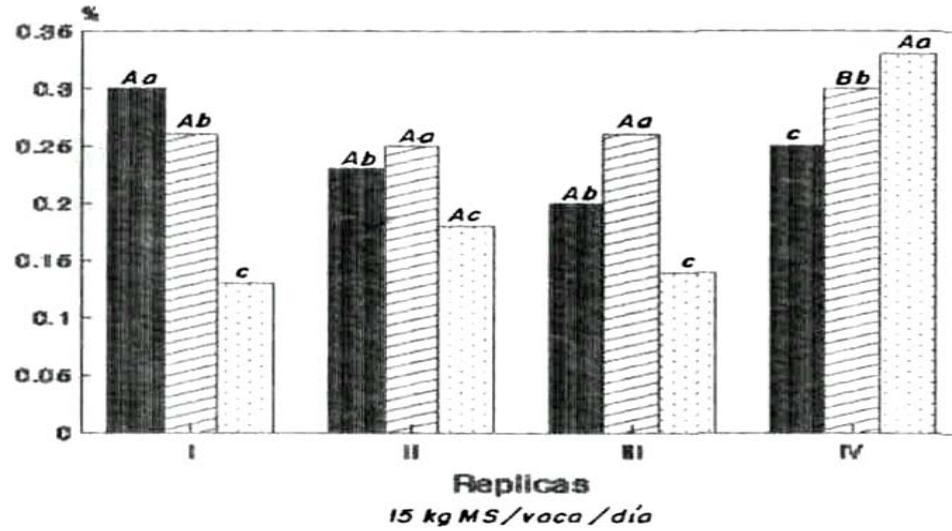





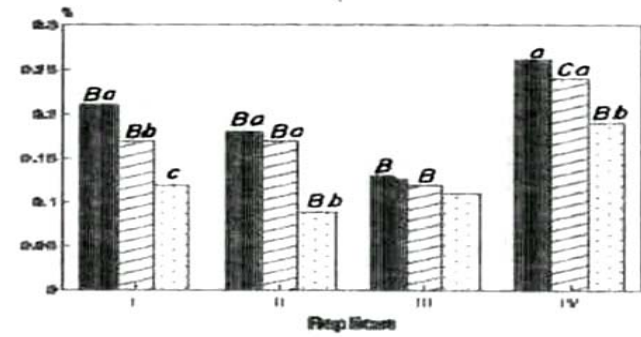
Fig. 3.2.3.4 Fósforo.



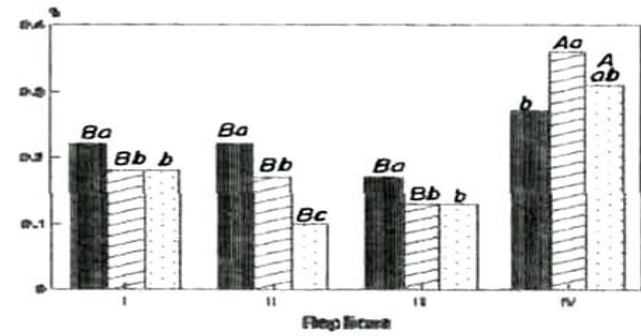
 Estrato > 30 cm  
 Estrato 20-30 cm  
 Estrato 10-20 cm

a, b, c. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estratos

A, B, C. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Duncan, 1955)

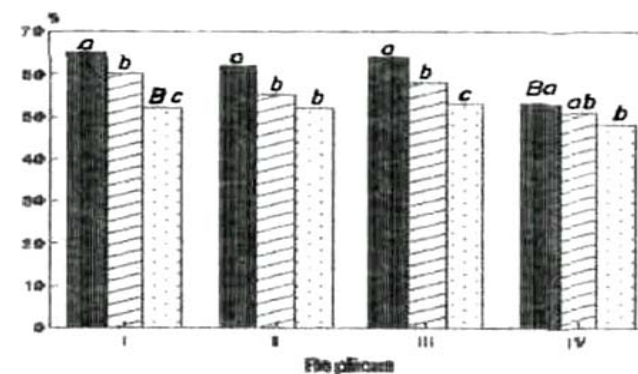
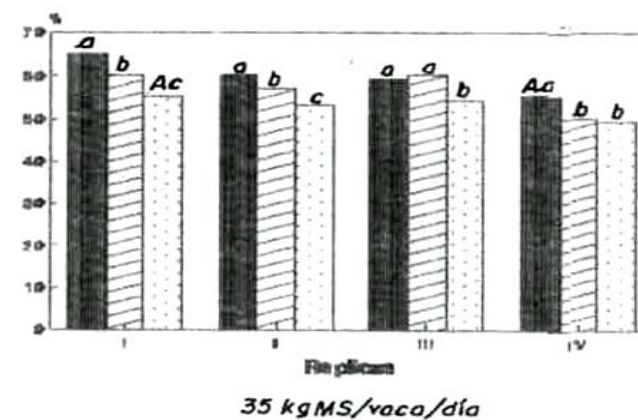
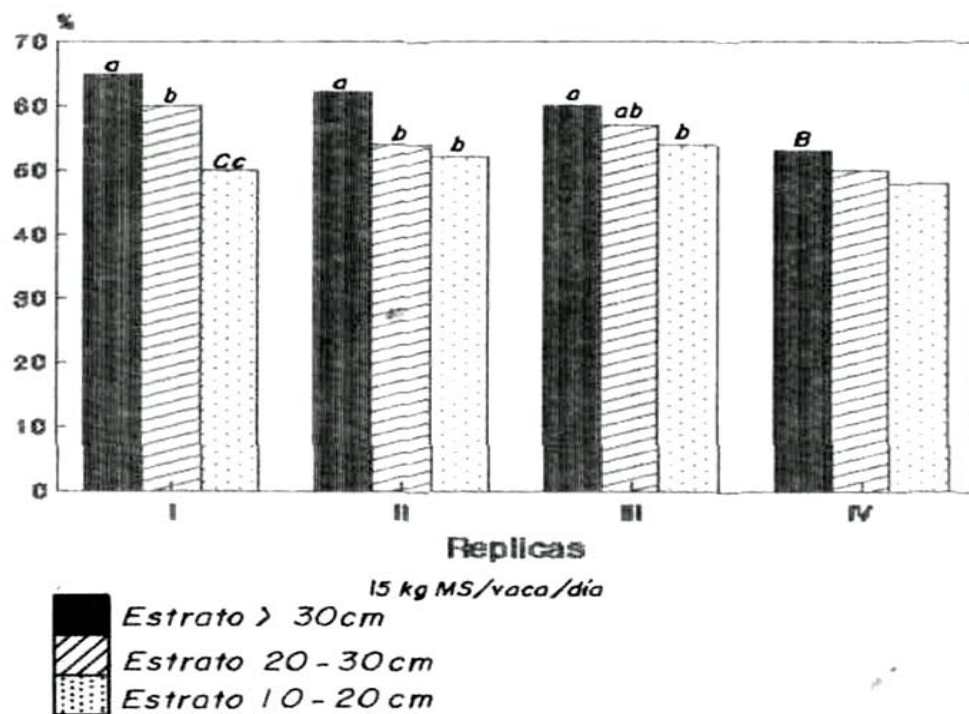


35 kg MS/vaca/día



55 kg MS/vaca/día

Fig. 3.2.3.5 Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

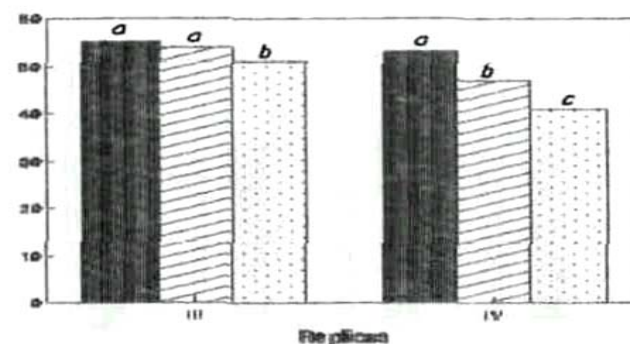
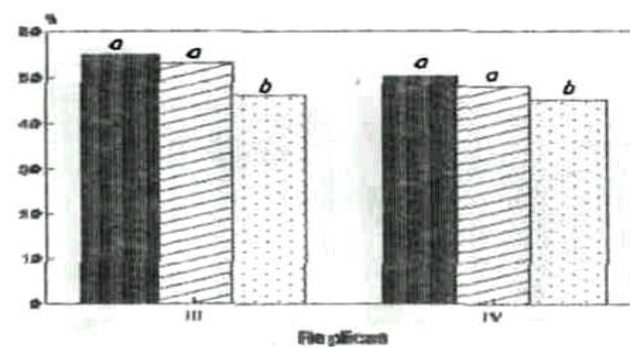
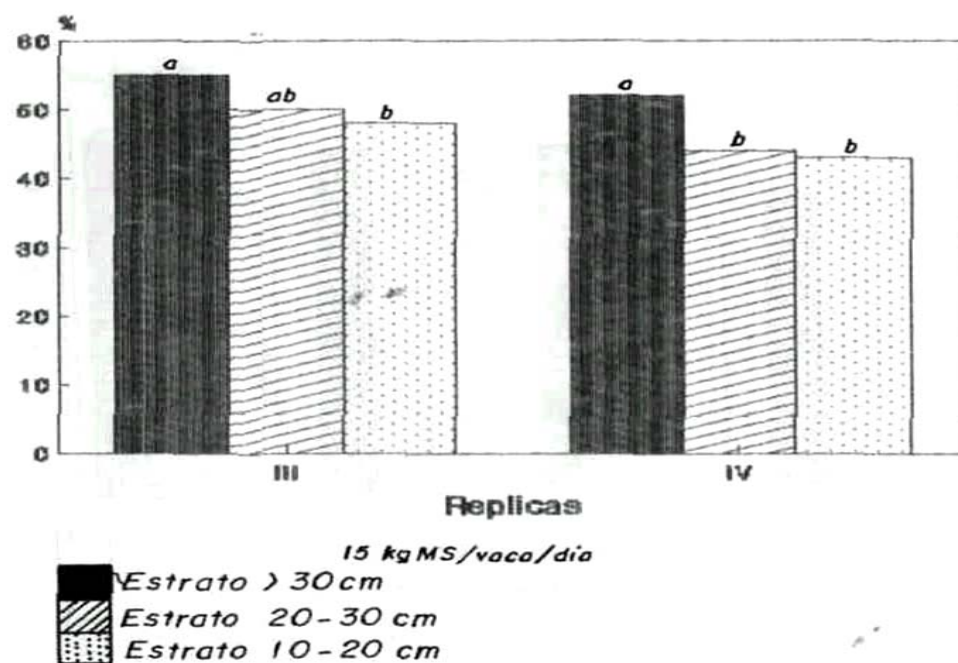


a, b, c. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre estratos

A, B, C. Difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Duncan, 1955)

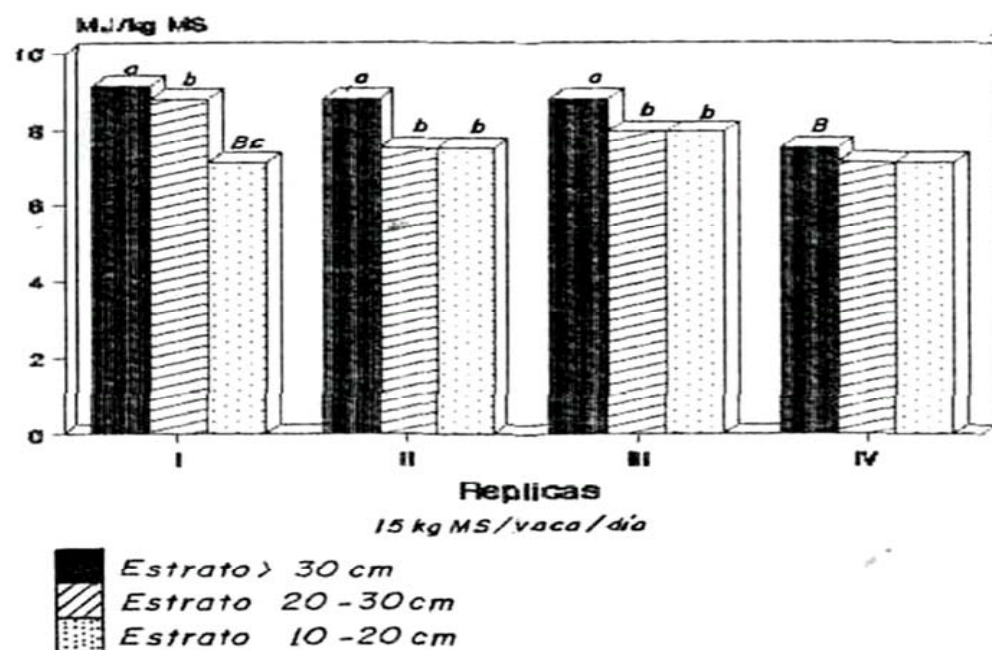


Fig. 3.2.3.6 Digestibilidad in vitro de la materia seca.



a, b, c, Diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre estratos (Duncan, 1955)

Fig. 3.2.3.7 Energía metabolizable.



a, b, c. Diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre estratos

A, B. Diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Duncan, 1955)

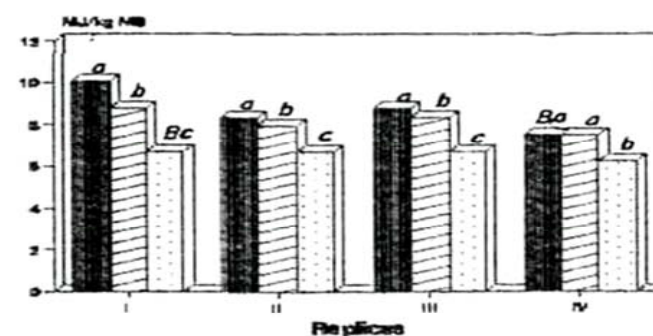
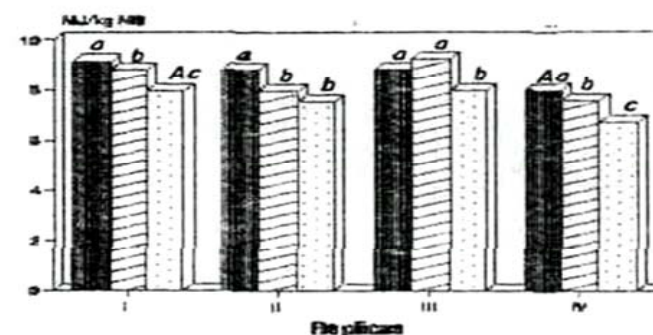


Tabla III.3.3.1. Consumo de la MS ofrecida.

PARAMETROS	TRATAMIENTOS Y REPLICAS											
	A: 15 kg MS/vaca/día				B: 35 kg MS/vaca/día				C: 55 kg MS/vaca/día			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Consumo de MS total (kg/v/D)	9,7 <sup>c</sup>	10,9 <sup>c</sup>	9,5 <sup>c</sup>	8,9 <sup>c</sup>	12,7 <sup>b</sup>	13,0 <sup>b</sup>	12,5 <sup>b</sup>	10,8 <sup>b</sup>	14,3 <sup>a</sup>	15,4 <sup>a</sup>	15,1 <sup>a</sup>	12,9 <sup>a</sup>
E.S. <sup>†</sup>	0,5 <sup>***</sup>	0,6 <sup>***</sup>	0,6 <sup>***</sup>	0,5 <sup>***</sup>	0,5 <sup>***</sup>	0,6 <sup>***</sup>	0,6 <sup>***</sup>	0,5 <sup>***</sup>	0,5 <sup>***</sup>	0,6 <sup>***</sup>	0,6 <sup>***</sup>	0,5 <sup>***</sup>
Consumo según peso vivo (%)	2,1	-	2,3	2,0	2,7	-	3,1	2,5	3,1	-	3,6	2,9
Consumo de MS aportada por las hojas (kg/vaca/día)	4,5	5,2	6,1	3,8	9,2	9,1	11,5	5,4	13,5	13,4	14,8	6,3
Del total, lo consumido en hojas (%)	46	48	64	43	72	70	92	50	94	87	98	49
Aprovechamiento del pasto (%)	65 <sup>ab</sup>	73	63	59	36	37	36	31	26	28	27	23

a,b,c Diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos dentro de cada réplica (Duncan, 1955)

\*\*\*  $P < 0,001$

**Fig.3.3.3.1 Conformación de la disponibilidad de MS por área según la estructura y la densidad.**

t MS/ha.

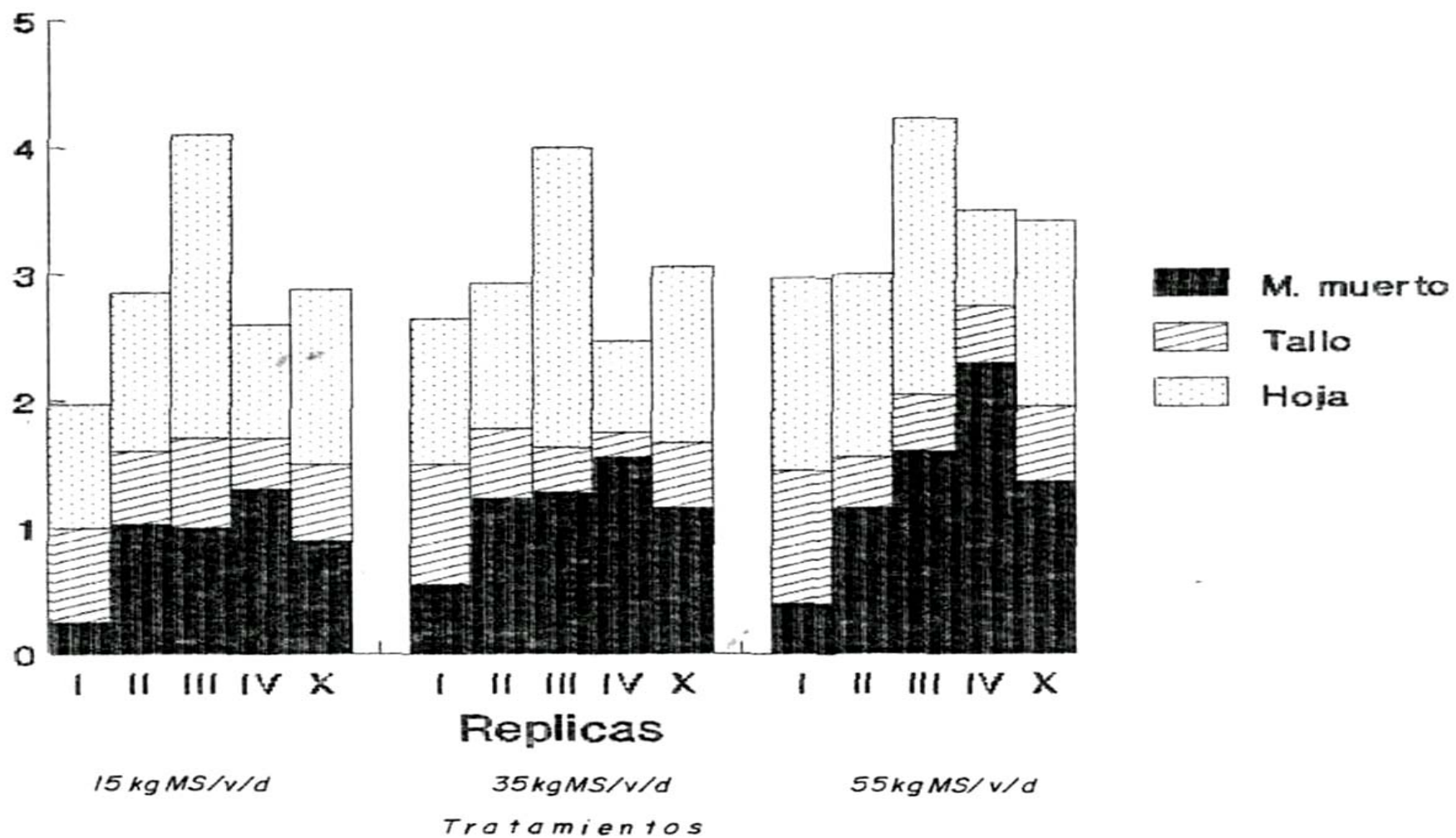


Tabla III.3.3.2. Producción de leche y su composición.

Tratamientos	Leche producida (Kg/vaca/día)				Grasa (%)				Sólidos totales (%)				Sólidos no grasos (%)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
A: 15 kg MS/vaca/día	8,7 <sup>b</sup>	8,2 <sup>b</sup>	8,9 <sup>b</sup>	6,7 <sup>b</sup>	3,6	4,4 <sup>a</sup>	3,7	3,6	11,8	12,2	11,7	11,3	8,0	7,9	7,9	7,5
B: 35 kg MS/vaca/día	9,1 <sup>b</sup>	9,4 <sup>ab</sup>	10,3 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	3,6	3,8 <sup>b</sup>	3,6	3,9	11,8	12,0	11,7	11,6	8,1	8,0	8,1	7,6
C: 55 kg MS/vaca/día	10,0 <sup>a</sup>	10,6 <sup>a</sup>	11,4 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>	3,7	3,7 <sup>b</sup>	3,5	3,8	11,8	12,1	11,7	11,2	8,1	8,1	8,1	7,5
E.S. <sup>+</sup>	0,1 <sup>***</sup>	0,4 <sup>*</sup>	0,4 <sup>*</sup>	0,3 <sup>*</sup>	0,2	0,1 <sup>***</sup>	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1

I, II, III, IV: Réplicas.

a,b,c: Diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos dentro de cada réplica (Duncan, 1955).

\*\*\*  $P < 0,001$

\*  $P < 0,05$



Fig. 3.3.3.2 Disposición de la disponibilidad de M. seca por estrato antes del pastoreo.

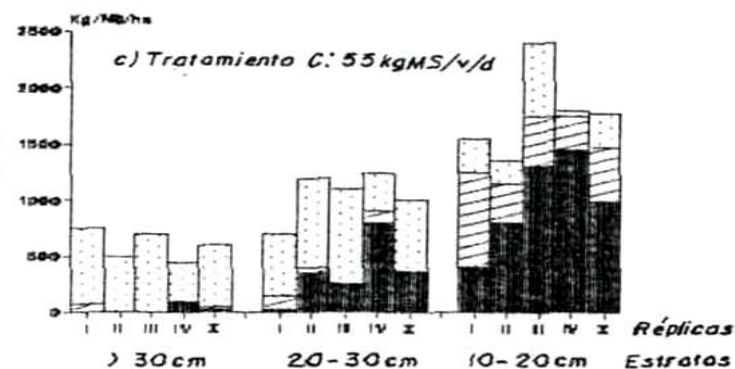
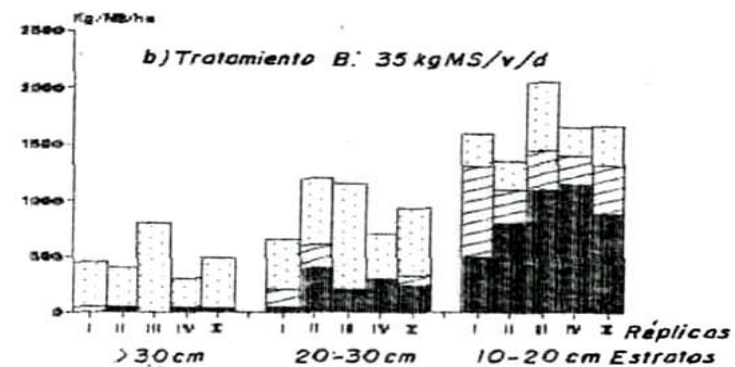
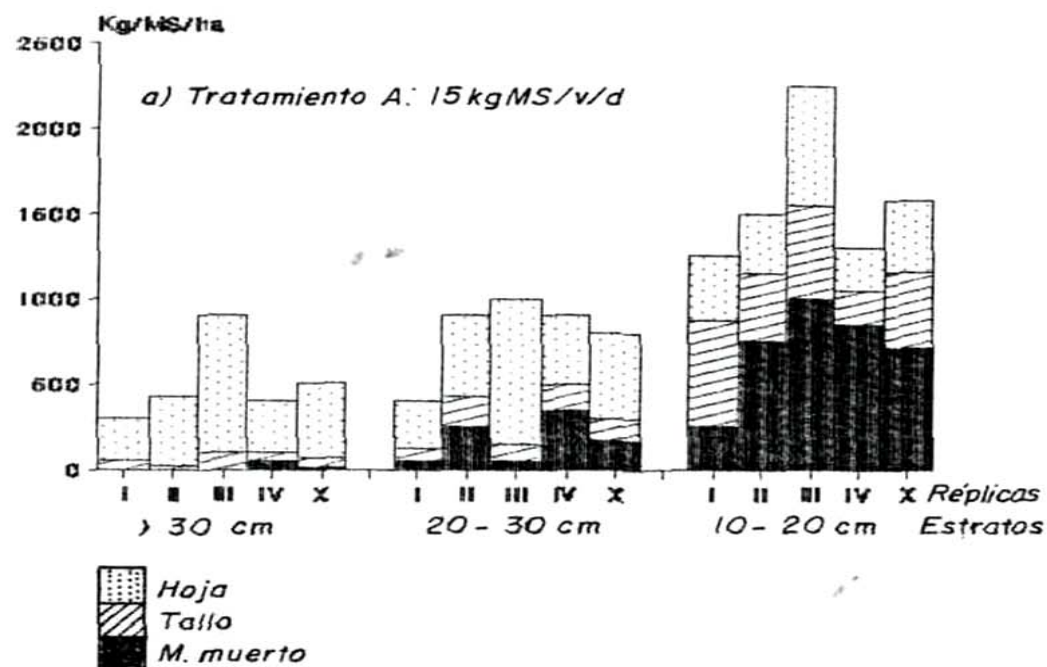


Tabla III.3.3.3. Potencial teórico de producción

Tratamientos	Diario (kg/v/día)	Lactancia (kg/v/día)	Área (kg/ha)
A: 15 kg MS/vaca/día	6,5	1 966	17 891
B: 35 kg MS/vaca/día	7,3	2 224	9 341
C: 55 kg MS/vacadía	8,1	2 473	7 419

Tabla III.3.3.4. Otros indicadores del comportamiento de pasto.

Parámetros	Tratamientos		
	A 15kg MS/v/d	B 35kg MS/v/d	C 55 kg MS/v/d
Pasto inicial (%)	89	89	89
ES (±)	2	2	2
Pasto final (29 meses después) % ES(±)	87 3	88 3	90 3
Diámetro de la macolla (final) cm ES(±)	22.9 <sup>c</sup> 0.6**	26. 6 <sup>b</sup> 0.6**	29.5 <sup>a</sup> 0.6**
Carga instantánea (UGM/ha/día)	169	77'	55
Carga global equivalente (UGM^ha)	8.0	3.7	2.6

a,b,c Diferencia significativa(P<0,05)entre tratamientos (Duncan, 1955)

\*\* P<0,01

UGM Unidad de ganado mayor (500 kg)

Fig. 3.3.3.3 Disposición de la disponibilidad de M. seca por estrato después del pastoreo.

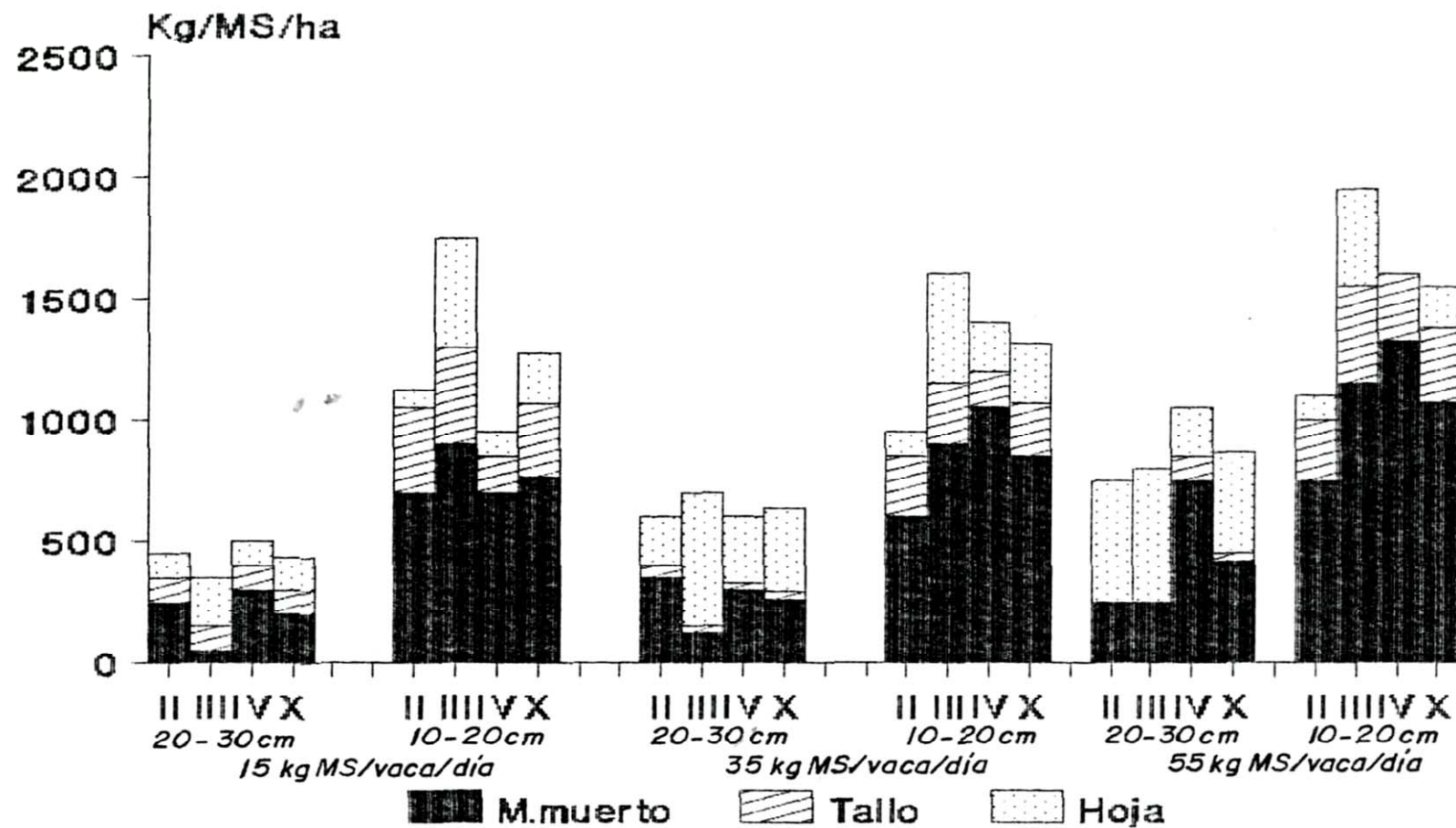
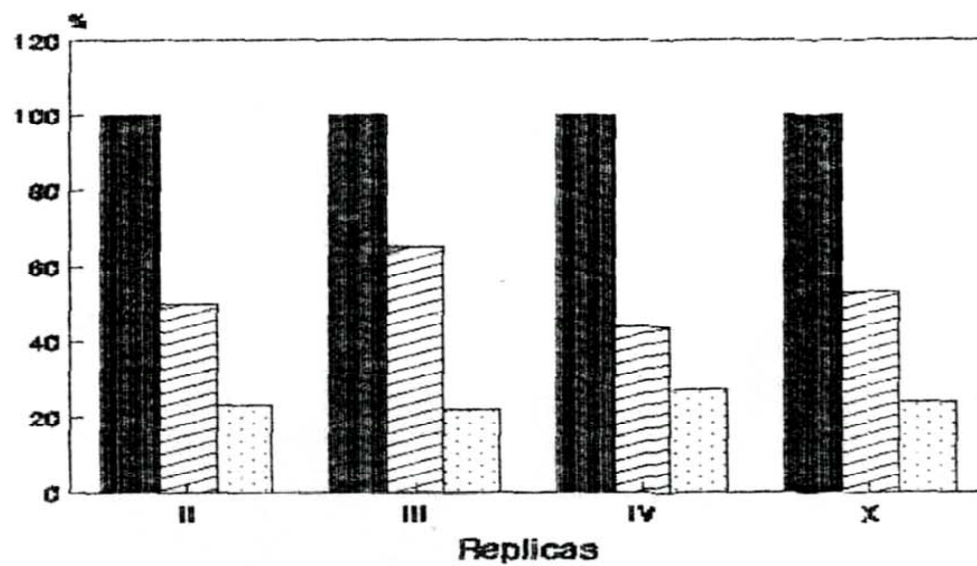


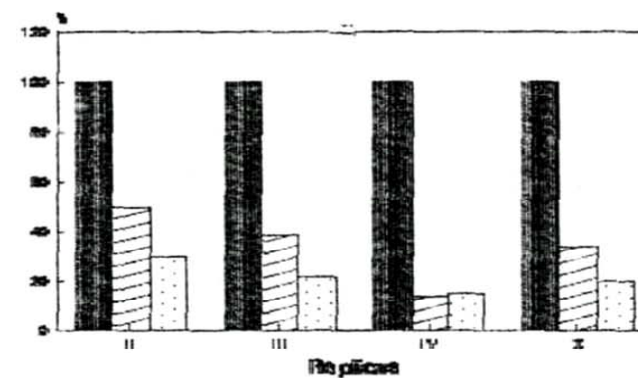
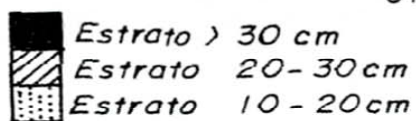


Fig. 3.3.3.4 Aprovechamiento del pasto.



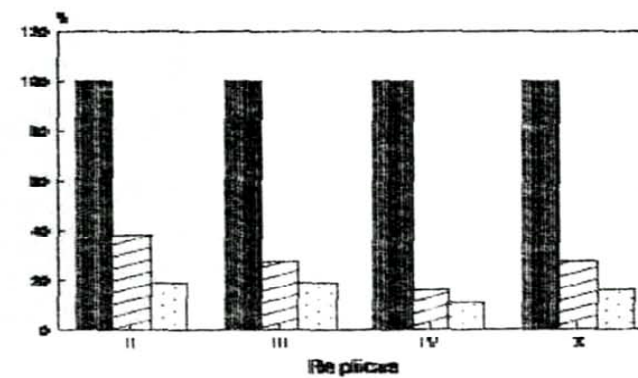
15 kgMS/vaca/día

Ofertas



35 kgMS/vaca/día

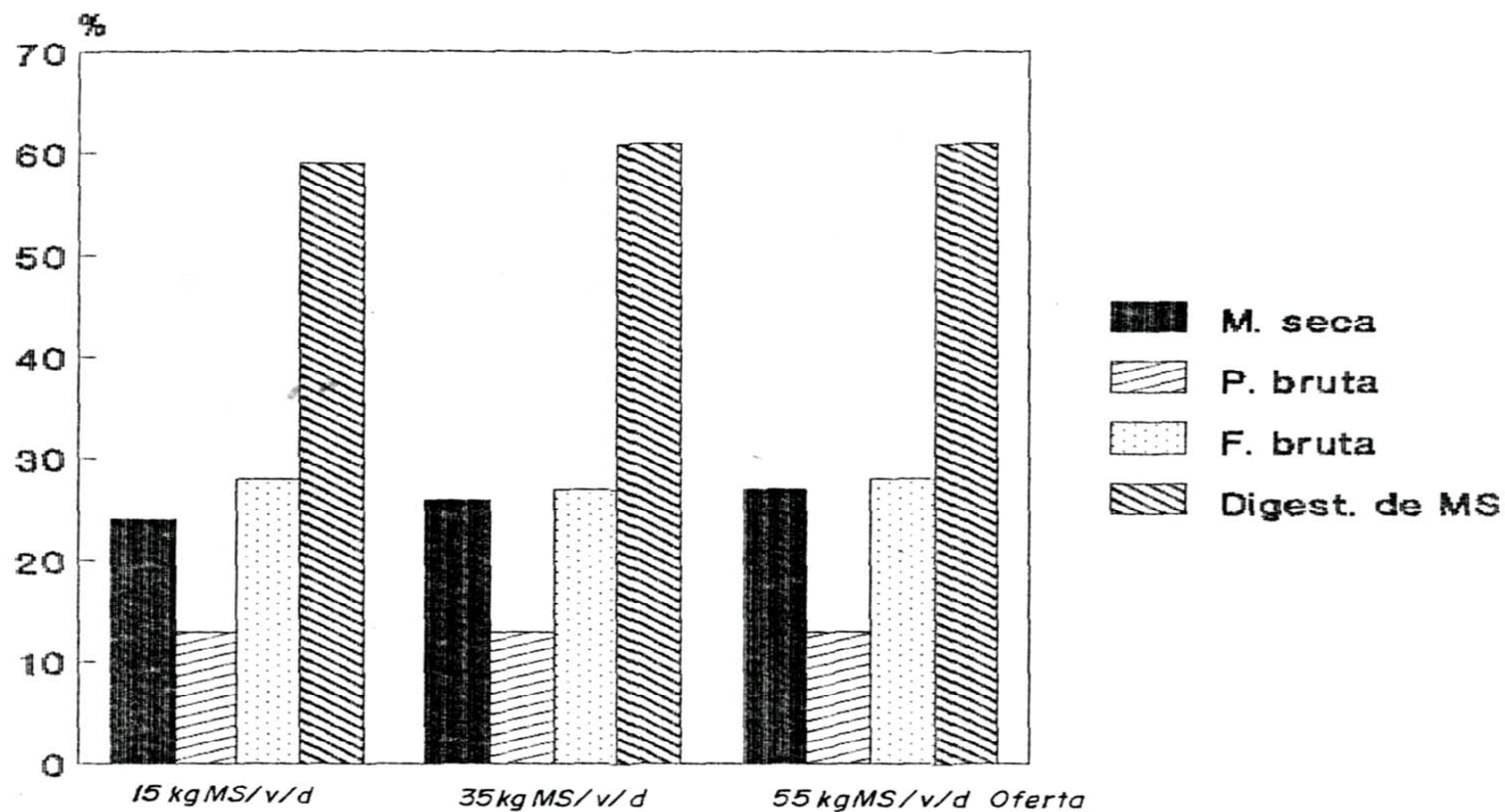
Ofertas

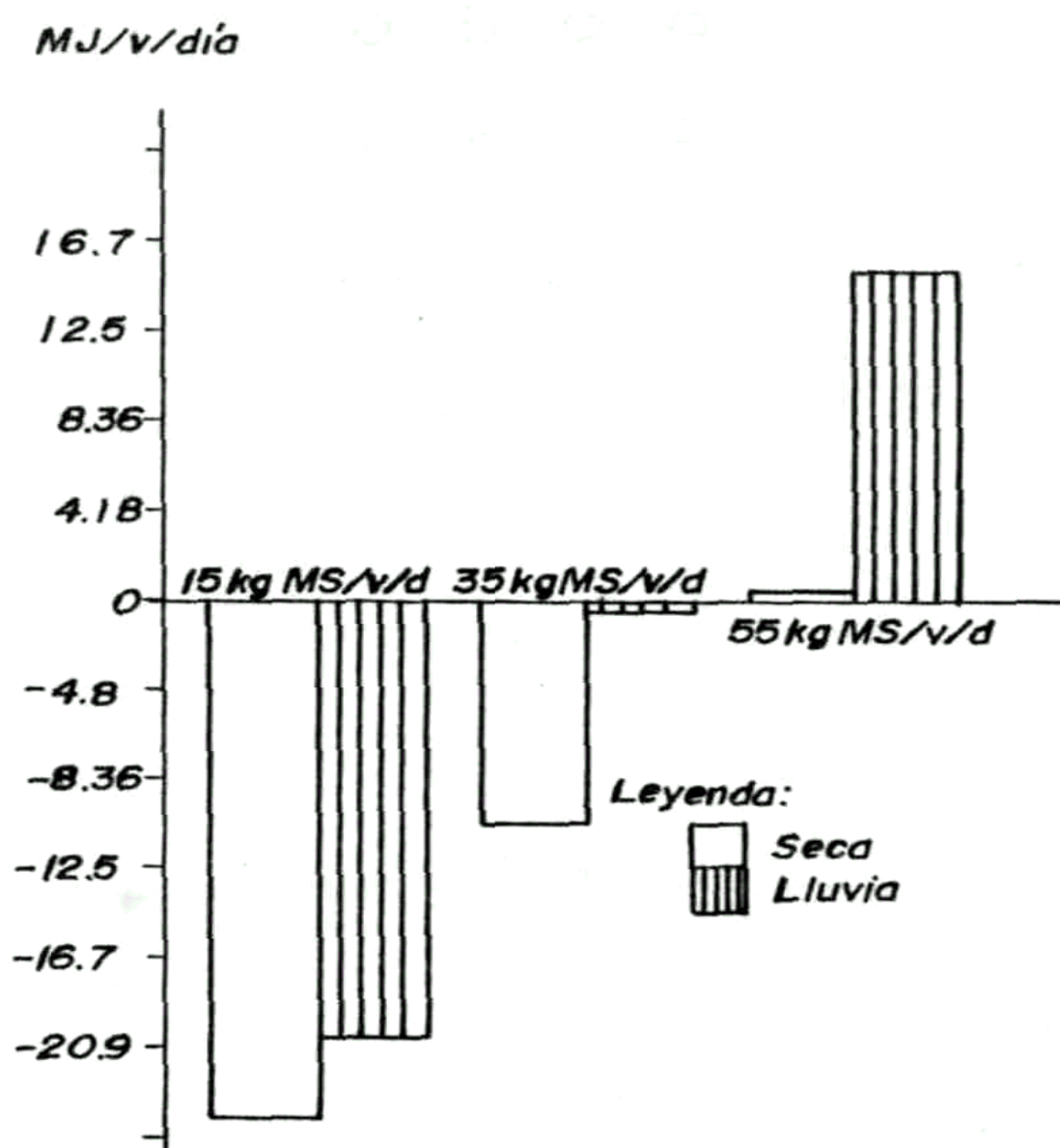


55 kg MS/vaca/día



Fig. 3.3.3.6 Calidad nutritiva del pasto consumido  
(medias de las réplicas).





**Fig. 3.3.3.7. Balance energético según producción de leche**

Fig. 3.3.3.8 Composición de ácidos grasos en el plasma de los animales experimentales.

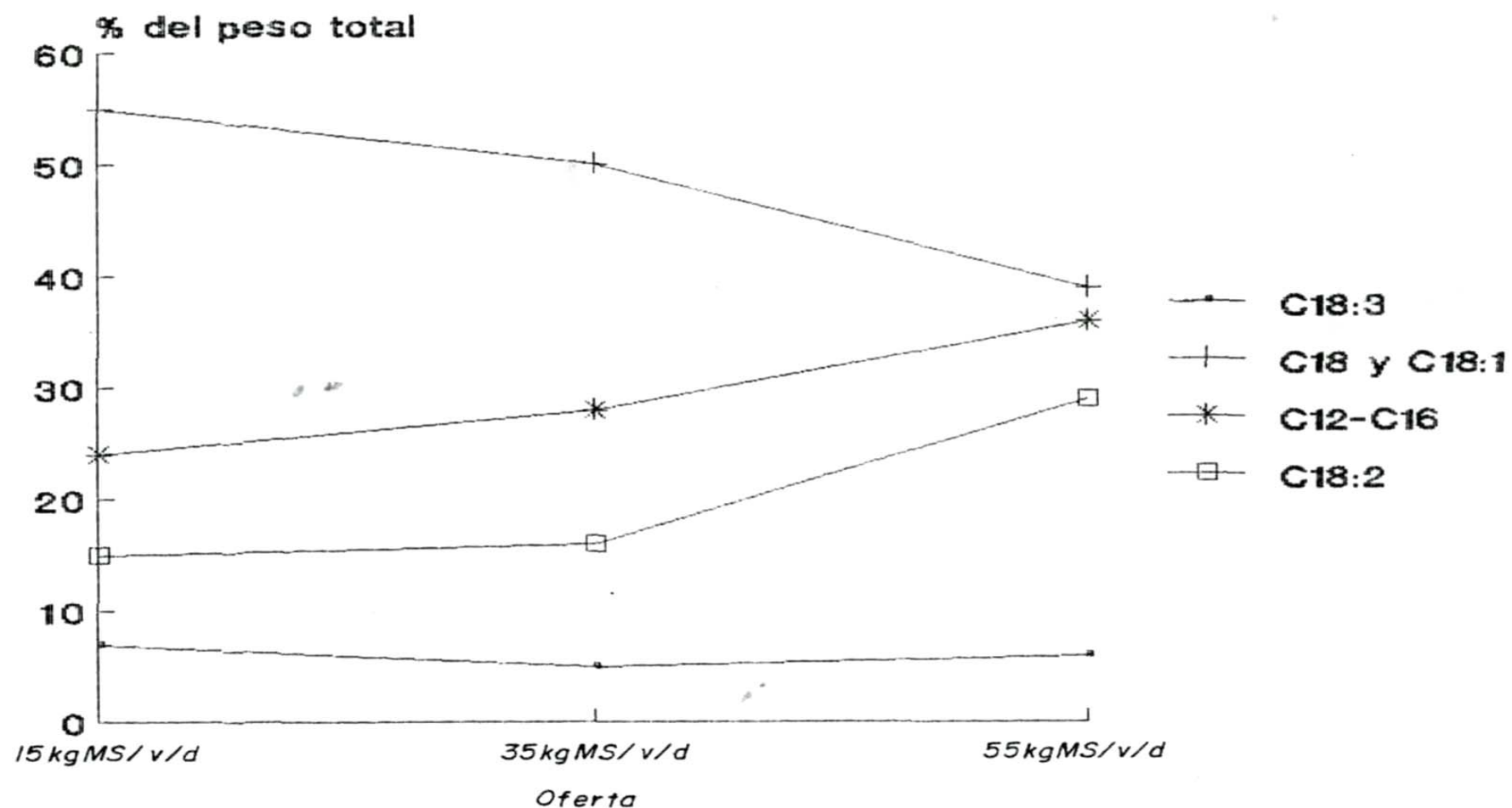


Tabla 1. Características de los sistemas.

Indicadores	Sistema de explotación		
	Sistema 1 (baja int.)	Sistema 2 (int. media)	Sistema 3 (alta int.)
- Área (ha)	54	54	54
- Carga global (vacas/ha)	3.0	4.0	9.0
- Vacas totales	162	216	486
- Vacas en ordeño	113	151	340
- Terneros vivos por año	110	146	330

Tabla 2. Índices productivos

Indicadores	Sistema de explotación		
	Sistema 1 (baja int.)	Sistema 2 (int. media)	Sistema 3 (alta int.)
<b>Leche producida</b>			
-Promedio diario (kg/vaca/día)	8.1	7.3	6.5
-Consumo promedio diario por ternero (kg/ternero/día)	3.0	3.0	3.0
-Promedio de venta % diaria (kg/vaca/día)	5.1	4.3	3.5
<b>Calidad de la leche –</b>			
-Grasa (%)	3.7	3.7	3.8
-Reductasa (horas)	4.30	4.30	4.30
<b>-Peso de los terneros destetados a los 6 meses de edad (kg)</b>	<b>80.0</b>	<b>80.0</b>	<b>80.0</b>

Tabla 3. Ingresos brutos.

Renglones productivos	Sistema de explotación		
	Sistema 1 (baja int.)	Sistema 2 (int. media)	Sistema 3 (alta int.)
Leche producida (kg/año)	175 949	197 814	359 929
Precio del kg de leche (pesos)	0.41	0.41	0.41
<b>Ingresos (pesos)</b>	<b>72 139.09</b>	<b>81 103.74</b>	<b>147 570.89</b>
Terneros en venta/año	110	146	330
Machos (2da. clase A)	55	73	165
Precio (pesos/kg PV)	1.40	1.40	1.40
<b>Ingresos (pesos)</b>	<b>6 160.00</b>	<b>8 176.00</b>	<b>18 480.00</b>
Hembras (de lera.)	55	73	165
Precio (pesos/kg PV)	1.75	1.75	1.75
<b>Ingresos (pesos)</b>	<b>7 700.00</b>	<b>10 220.00</b>	<b>23 100.00</b>
<b>Ingresos totales (pesos)</b>	<b>85 999.09</b>	<b>99 499.74</b>	<b>189 150.89</b>

Tabla 4. Gastos de producción.

Renglones de gasto	Sistema de explotación		
	Sistema 1 (baja int.)	Sistema 2 (int. media)	Sistema 3 (int. media)
<b>Alimento adicional</b>			
Pienso comercial de vaca (kg)	0	57 941	216 037
- Sequía .	0	3 293	185,221
- Primavera	0	61 234	401 258
- Total	0		
- Costo (pesos/año)	0	11 022.00	72 226.00
<b>- Otros gastos (pesos/año)</b>	<b>13 176.00</b>	<b>15 336.00</b>	<b>32 940.00</b>
<b>- Total de gastos (pesos/año)</b>	<b>13 176.00</b>	<b>26 358.00</b>	<b>105 166.00</b>

Tabla 5. Balance económico.

Indicadores	Sistema de explotación		
	Sistema 1 (baja int.)	Sistema 2 (int. media):	Sistema 3 (alta int.)
- Ingreso bruto (pesos)	85 999.09	99 499.74	189 150.89
- Gastos (pesos)	13 176.00	26 358.00	105 166.00
- Ganancia (pesos)	72 823.09	73 141.74	83 984.89
- Costo del kg de leche producido (pesos)	0.07	0.13	0.29
- Costo por peso	0.15	0.26	0.56

Tabla 6. Desviaciones relativas de los indicadores económicos calculados\*.

Incrementos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Ingreso bruto (%)	0	15.69	119.94
Gastos (%)	0	100.05	698.16
Ganancia (%)	0	0.44	15.33
Costo/kg (%)	0	85.71	314.28
Costo/peso (%)	0	73.33	273.33

\* Se tomó como base el sistema 1