

Escuela Superior de Agricultura de Praga – Checoslovaquia

EEPF “Indio Hatuey”

Centro Universitario “Camilo Cienfuegos”

**Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales en Cuba**

**Autor:** *Ing. Orestes Cáceres García*

**Tutor:** *Dr. Ing. Jaroslav Kalous, C. Dr. Sc.*

**Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas**

1985

## **DEDICATORIA**

- ⊕ A todos los que con su heroísmo y sacrificio hicieron posible hace 40 años la gran victoria sobre el fascismo, liberando a la humanidad de tan oprobioso sistema.
- ⊕ A los héroes y mártires que han hecho posible el triunfo y avance de nuestra revolución socialista, sin la cual jamás un obrero hubiera podido alcanzar este nivel de conocimiento.
- ⊕ -A los obreros y campesinos que con su sudor y esfuerzo cotidiano, producen los recursos necesarios puestos a nuestra disposición para que podamos superarnos y ser más útil a la sociedad.
- ⊕ A mis padres e hijos y especialmente a mi esposa de la cual he recibido durante más de 20 años el apoyo y ayuda constante en mis deseos de superación.

## **AGRADECIMIENTOS**

- ✦ Al Ing. Héctor Santana y a los técnicos Lorenzo Rivero, Domingo Díaz y Ramón Delgado por la valiosa participación en la conducción y desarrollo de los experimentos.
- ✦ Al Dr. Ing. Jaroslav Kalous, C.Dr.Sc. por su valiosa ayuda en la preparación de la tesis en todo el proceso de aspirantura.
- ✦ Al Ing. Roberto García Trujillo, C.Dr.Sc. a quien debo gran parte de mi formación como investigador.
- ✦ Al Ing. Célido Matías por haberme facilitado las áreas de pastos establecidos para el trabajo experimental.
- ✦ A los trabajadores y técnicos de la EEPF "Indio Hatuey", y en particular a los del departamento de Conservación y Calidad, quienes de una u otra forma han participado en el desarrollo de este trabajo.
- ✦ Al Ing. Alaín Xandé del Centro de Investigaciones Agrícolas de Las Antillas y Guyana por su apreciada ayuda a mi preparación como investigador en este tema
- ✦ Al Gobierno de la República Checoslovaca por la beca y recursos concedidos para el desarrollo de la aspirantura y en particular a la Cátedra de Nutrición y Alimentación de la Facultad de Agronomía en la Escuela Superior de Agricultura de Praga por las facilidades brindadas.
- ✦ A la dirección de la EEPF "Indio Hatuey" por haberme concedido todas las facilidades para el desarrollo experimental y proceso de aspirantura.
- ✦ A las compañeras Mirta Querol y Amelia Ramírez por su apreciable participación en la mecanografía de la tesis.

**ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
Generalidades .....	2
Influencia de las especies forrajeras sobre el valor nutritivo .....	2
Influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo .....	3
Influencia de la época o estación del año sobre el valor nutritivo.....	4
Influencia de la fertilización sobre el valor nutritivo.....	4
Influencia de la cantidad de forraje suministrado sobre el valor nutritivo de lo consumido .....	5
Revisión de la literatura sobre las especies de pastos y forrajes utilizados en el trabajo experimental .....	6
<b>CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
Características ecológicas .....	10
Condiciones climáticas de Cuba .....	10
Condiciones ecológicas del área experimental.....	10
Situación geográfica del área experimental .....	10
Características climatológicas del área experimental.....	10
El suelo del área experimental .....	11
Metodología general del trabajo.....	11
Valor energético .....	12
Energía bruta (EB) .....	12
Energía digestible (ED).....	12
Energía metabolizable (EM) .....	12
Energía neta leche neta (ENL) y energía neta engorde (ENE) .....	13
Valor proteico .....	13
Proteína bruta (PB) .....	13
Proteína bruta digestible (PBD) .....	13
Proteína digestible en intestino (PDI) .....	14
Consideraciones económicas .....	14
<b>CAPÍTULO III. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO .....</b>	<b>15</b>
Materiales y métodos .....	15
Resultados .....	15
Composición química.....	15
Digestibilidad (%) de los principales nutrientes .....	16
Contenido energético (MJ/kg de materia seca consumida) .....	16
Contenido de proteína digestible (g/kg de materia seca consumida).....	17
Consumo de forrajes y nutrientes diarios .....	17
Rendimientos por hectárea anual de forrajes y nutrientes .....	17
Costos de los forrajes y nutrientes .....	18
Discusión.....	19
<b>CAPÍTULO IV. INFLUENCIA DE LA EDAD DE COSECHA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES .....</b>	<b>21</b>
Materiales y métodos .....	21
Resultados .....	21

Influencia de la edad sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes en king grass .....	21
Influencia de la edad sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de hierba guinea likoni .....	23
Influencia de la edad sobre el valor nutritivo y rendimientos de nutrientes en la hierba bermuda cruzada-1 .....	24
<b>CAPITULO V. INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES .....</b>	<b>28</b>
Materiales y métodos .....	28
Resultados .....	28
Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de king grass .....	28
Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de la guinea likoni .....	29
Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes en bermuda cruzada-1 .....	30
Discusión .....	32
<b>CAPITULO VI. INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES .....</b>	<b>34</b>
Materiales y métodos .....	34
Resultados .....	34
Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes del pasto king grass .....	34
Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes del pasto guinea likoni .....	35
Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimientos de nutrientes del pasto bermuda cruzada-1 .....	37
Discusión .....	38
<b>CAPITULO VII. INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES .....</b>	<b>40</b>
Resultados .....	40
Composición química .....	40
Discusión .....	44
<b>CAPITULO VIII. COMPROBACIÓN CON VACAS LECHERAS DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS CON CARNEROS .....</b>	<b>46</b>
Materiales y métodos .....	46
Resultados .....	46
Discusión .....	50
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Principales características climáticas del área experimental (promedio 7 años, 1976-1982). .....	10
Tabla 2. Composición química (%) de las especies forrajeras. ....	15
Tabla 3. Digestibilidad aparente (%) de los principales nutrientes de 6 especies forrajeras. ....	16
Tabla 4. Contenido energético en cada kilogramo de materia seca ingerida de 6 especies forrajeras (MJ). ....	16
Tabla 5. Contenido energético en cada kilogramo de materia seca ingerida de 6 especies forrajeras (MJ). ....	17
Tabla 6. Consumo de forraje y nutrientes diarios realizados por carneros en 6 especies forrajeras. ....	18
Tabla 7. Rendimientos de forraje y nutrientes por hectárea al año (promedio de 2 años de evaluación).....	18
Tabla 8. Costos de los forrajes y nutrientes .....	19
Tabla 9. Composición química del pasto king grass a diferentes edades. ....	21
Tabla 10. Digestibilidad (%) del pasto king grass a diferentes edades.....	22
Tabla 11. Valores energéticos (MJ/kg MS) del king grass a diferentes edades. ....	22
Tabla 12. Valores proteicos digestibles (g/kg MS) del king grass a diferentes edades.....	22
Tabla 13. Consumo de forraje y nutrientes del pasto king grass a diferentes edades. ....	22
Tabla 14. Rendimientos de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto king grass a diferentes edades. ....	22
Tabla 15. Influencia de la edad de cosecha del king grass sobre los costos de forrajes y nutrientes. ....	23
Tabla 16. Composición química del pasto guinea likoni a diferentes edades.....	23
Tabla 17. Digestibilidad (%) del pasto guinea likoni a diferentes edades. ....	23
Tabla 18. Valores energéticos (MJ/kg materia seca) del pasto guinea likoni a diferentes edades. ....	23
Tabla 19. Valores proteicos digestibles (g/kg MS) del pasto guinea likoni a diferentes edades. ....	23
Tabla 20. Consumo de forraje y nutrientes del pasto guinea likoni. ....	24
Tabla 21. Rendimiento de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto guinea likoni.....	24
Tabla 22. Influencia de la edad de cosecha de guinea likoni sobre los costos de forrajes y nutrientes.....	24
Tabla 23. Composición química del pasto bermuda cruzada-1. ....	24
Tabla 24. Digestibilidad de los nutrientes (%) del pasto bermuda cruzada-1.....	25
Tabla 25. Valores energéticos (MJ/kg MS) del pasto bermuda cruzada-1. ....	25
Tabla 26. Valores de proteínas digestibles (g/kg MS) del pasto bermuda cruzada-1. ....	25
Tabla 27. Consumo de forraje y nutrientes diarios del pasto bermuda cruzada-1. ....	25
Tabla 28. Rendimiento de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto bermuda cruzada-1. ....	26
Tabla 29. Influencia de la edad de cosecha de bermuda cruzada-1 sobre los costos de forrajes y nutrientes. ....	26
Tabla 30. Composición y digestibilidad (%) de los elementos nutritivos del pasto king grass. ....	28
Tabla 31. Contenidos de energía (MJ) y proteína digestible (g) por kg de materia seca del pasto king grass. ....	28
Tabla 32. Influencia de la época sobre los costos de forrajes y nutrientes del king grass. ....	29
Tabla 33. Composición y digestibilidad (%) del pasto guinea likoni en lluvia y seca. ....	29
Tabla 34. Contenido energético (MJ) y proteico (g) por kg de materia seca del pasto guinea likoni. ....	29
Tabla 35. Consumo de forraje y nutrientes diarios de pasto guinea likoni en lluvia y seca. ....	30
Tabla 36. Rendimiento de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto guinea likoni en lluvia y seca.....	30
Tabla 37. Influencia de la época sobre los costos de forrajes y nutrientes de guinea likoni. ....	30
Tabla 38. Composición y digestibilidad (%) del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca.....	30
Tabla 39. Contenido energético (MJ) y proteico (g) por kg de materia seca del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca. ....	31
Tabla 40. Consumo de forraje y nutrientes diarios del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca.....	31
Tabla 41. Rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca. .....	31
Tabla 42. Influencia de la época sobre los costos de forrajes y nutrientes de bermuda cruzada-1. ....	31
Tabla 43. Influencia de la fertilización nitrogenada (kg/ha/año) sobre la composición y digestibilidad de los nutrientes en el pasto king grass. ....	34
Tabla 44. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor energético (MJ) de proteína digestible (g) por kg de MS de los pastos king grass. ....	34
Tabla 45. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el consumo diario de forraje y nutrientes del pasto king grass.....	35
Tabla 46. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto king grass. ....	35
Tabla 47. Influencia del nivel de fertilización sobre los costos de forrajes y nutrientes de king grass (kg N/ha/año).....	35
Tabla 48. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la composición y digestibilidad de nutrientes (%) del pasto guinea likoni. ....	36

Tabla 49. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el consumo diario de forrajes y nutrientes del pasto guinea likoni.....	36
Tabla 50. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de energía (MJ) y proteína digestible (g) por kg de MS del pasto guinea likoni. ....	36
Tabla 51. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto guinea likoni. ....	37
Tabla 52. Influencia del nivel de fertilización sobre los costos de forrajes y nutrientes de guinea likoni (kg N/ha/año).....	37
Tabla 53. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la composición y digestibilidad de nutrientes (%) del pasto bermuda cruzada-1. ....	37
Tabla 54. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el consumo diario de forraje y nutrientes del pasto bermuda cruzada-1. ....	38
Tabla 55. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto bermuda cruzada-1.....	38
Tabla 56. Influencia del nivel de fertilización sobre los costos de forraje y nutrientes de bermuda cruzada-1. ....	38
Tabla 57. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido (raciones) sobre la composición química (%) del forraje consumido. ....	40
Tabla 58. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre la digestibilidad (%). ....	40
Tabla 59. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el consumo de las diferentes partes de la planta (g de MS/animal/día).....	41
Tabla 60. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre la proporción de las diferentes partes consumidas (%). ....	41
Tabla 61. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el contenido energético (MJ/kg MS) de lo consumido. ....	41
Tabla 62. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el contenido de sustancias nitrogenadas digestibles (g/kg de MS consumida).....	42
Tabla 63. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el consumo de diferentes nutrientes por animal y día. ....	42
Tabla 64. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el rendimiento de forraje y nutrientes aprovechables por hectárea al año.....	42
Tabla 65. Relación entre el valor nutritivo y nivel de oferta (g MS/kg $P^{0.75}$ ).....	43
Tabla 66. Relación entre el valor nutritivo del pasto guinea likoni ingerido y el nivel de oferta (g materia seca/kg de $P^{0.75}$ ) n = 24. ....	43
Tabla 67. Relación entre el nivel de oferta (g materia seca/kg de $P^{0.75}$ ) y el valor nutritivo del pasto bermuda (n=24).....	43
Tabla 68. Relación entre el nivel de oferta (g de materia seca/kg $P^{0.75}$ ) y el valor nutritivo de los pastos king grass, guinea likoni y bermuda en conjunto (n=96).....	44
Tabla 69. Relación entre el nivel de oferta (g de materia seca/kg $P^{0.75}$ ) y el valor nutritivo de los pastos king grass, guinea likoni y bermuda en conjunto (n = 96).....	44
Tabla 70. Influencia del nivel de residuo sobre los costos de los forrajes y nutrientes consumidos de tres gramíneas forrajeras. ....	44
Tabla 71. Composición de los forrajes utilizados en vacas lecheras.....	46
Tabla 72. Consumo de los forrajes por vacas lecheras. ....	47
Tabla 73. Digestibilidad (%) de los nutrientes de los forrajes estudiados en vacas lecheras.....	47
Tabla 74. Contenido energético (MJ/kg MS) de los forrajes consumidos por vacas lecheras. ....	48
Tabla 75. Contenido de proteínas digestibles (g/kg MS) de los forrajes consumidos por vacas lecheras. ....	48
Tabla 76. Balance alimentario de proteína digestible (g/día) de vacas lecheras.....	48
Tabla 77. Balance alimentario de energía neta leche (MJ/vaca/día) de vacas lecheras alimentadas con diferentes forrajes. ....	49
Tabla 78. Cambios de peso vivo de las vacas (promedio de 7 animales por especie). ....	49
Tabla 79. Producción real y potencial (kg/vaca/día) según el consumo de ENL y PDI. ....	49
Tabla 80. Influencia de la especie forrajera y edad de cosecha sobre el costo de los nutrientes y de los gastos en energía y proteínas para el mantenimiento de una vaca de 400 kg de peso vivo. ....	50

## INTRODUCCIÓN

La ganadería cubana se caracterizaba hasta el triunfo de la Revolución por su forma de explotación extensiva y baja productividad, estando el rebaño constituido fundamentalmente por animales de raza Cebú, resistente en nuestras condiciones climáticas, pero con una productividad muy baja, incapaz de satisfacer las necesidades de leche y carne del país. En esas condiciones extensivas, la alimentación estaba basada en los pastos naturales y los concentrados utilizados eran de importación, principalmente de los EUA. No existía ningún programa de desarrollo ganadero que permitiera mejorar la masa, ni su alimentación.

Con el triunfo de la Revolución en 1959 se comenzaron a crear las condiciones necesarias para lograr un acelerado desarrollo de la ganadería en el país, capaz de satisfacer las demandas siempre crecientes de leche y carne de la población, elaborándose un programa de desarrollo en el cual se contemplaba mejorar el potencial genético de la masa ganadera y las instalaciones para la misma, así como la creación de una base alimentaria, fundamentalmente, a través de los pastos y forrajes.

La utilización de los pastos y forrajes como alimento principal de la ganadería vacuna, está fundamentada en la capacidad del rumiante de utilizarlos más eficientemente y que en nuestras condiciones de suelo y clima como aspecto fundamental, limitan el desarrollo de cultivos productores de granos y que en los últimos años, la escasez y la elevación de los precios de los concentrados en el mercado mundial, hace que a veces no se puedan adquirir.

La alimentación de la ganadería vacuna a partir de los pastos y forrajes en nuestro país ha sido definida desde el triunfo de la Revolución, teniendo como máximo impulsor de esta política a nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, lo cual se puede apreciar por algunas citas de sus intervenciones en las diferentes reuniones de la ganadería, que expondremos a continuación.

En la Plenaria Nacional de Ganadería, celebrada en 1973, el compañero Fidel expresó:

“Nuestro país no es un país cerealista, las condiciones de nuestra agricultura no son buenas para la producción de cereales, el terreno es duro en general, el clima es inestable, los vientos fuertes y las plagas también fuertes. Nuestras mejores tierras están dedicadas a la caña de azúcar, principal renglón económico de nuestro país.

Por estos motivos, nuestra producción láctea tendremos que buscarla fundamentalmente en los pastos de gramíneas y leguminosas en la medida en que podamos ir introduciendo estas últimas”.

Al clausurar la IV Plenaria Nacional de Ganadería en 1974, nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, expresó: “De nuevo vuelvo a insistir en la importancia que tiene el pastoreo y que nosotros desarrollemos una filosofía de alimentación del ganado vacuno a base de pastos; pastos que deben ser fertilizados y cada vez que podamos ir ampliando las áreas de riego por lo económico que resulta la alimentación del ganado a base de pastos y por las incuestionables dificultades que surgen con respecto a la adquisición de granos para la alimentación del ganado”.

Esta política en la alimentación del ganado vacuno, fue ratificada en el I Congreso del PCC celebrado en el año 1975, estableciéndose en las directivas para el desarrollo económico y social para el quinquenio 1976-1980, como tarea principal la de “Trabajar en la creación y aseguramiento de la base alimenticia nacional del ganado vacuno, como principal condición determinante del crecimiento y desarrollo de la masa ganadera y sus producciones; señalándose que para cumplir estos objetivos es necesario, entre otras cuestiones, adoptar medidas para el aseguramiento de la alimentación del ganado vacuno, fundamentalmente, por la vía de los pastos y forrajes”; mientras que en la política científica nacional, entre los objetivos específicos se señalaba que “La alimentación del ganado debe basarse en nuestros recursos naturales e industriales; aprovechando nuestras condiciones climáticas, desarrollando la base alimentaria, fundamentalmente, con pastos de mayor calidad y rendimiento, estudiando la utilización más eficiente de los mismos”; lo cual fue ratificado en el II Congreso celebrado en 1980, estableciéndose en los lineamientos económicos y sociales para el quinquenio 1981-1985, que entre otras cuestiones, se debía continuar mejorando las condiciones de alimentación de la ganadería vacuna, fundamentalmente, a través del aumento de la producción y calidad de los pastos y forrajes, así como sus formas preservadas; siendo necesaria, entre otras cosas, garantizar la introducción y extensión de las mejores especies de pastos y forrajes.

Tomando como base lo anteriormente expresado, se desarrolla el presente trabajo **Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales en Cuba**, el cual tiene como objetivo el estudio de la influencia de las especies forrajeras, edad de cosecha, época del año, fertilización nitrogenada y cantidad de forraje suministrado sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de las principales gramíneas forrajeras extendidas o en fase de extensión en el país, aportando resultados para un mejor aprovechamiento de la misma.



## **CAPITULO 1. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **Generalidades**

Las necesidades nutritivas de los animales se satisfacen a partir de dos grandes grupos de alimentos, ricos en energía y/o proteína y los alimentos groseros, entre los cuales se encuentra los pastos y forrajes (Legel, 1981), los que en la mayoría de los casos se intentan hacer ingerir a los rumiantes la mayor cantidad posible, con el fin de que la cantidad de concentrado necesario para alcanzar el nivel de producción deseado sea mínima (INRA, 1978). Los pastos y forrajes constituyen el alimento natural de los herbívoros, representando la fuente alimentaria de mayor abundancia y menor costo, además de no competir con la alimentación humana (Soldevilla y col., 1979; Legel 1981) y aunque los forrajes tropicales tienen un valor alimenticio más bajo que los de las zonas templadas, su productividad es en general muy elevada, además de existir grandes extensiones en estas regiones y en que la única actividad agrícola posible es la de los pastos y forrajes para la alimentación de la ganadería (Xandé, 1979).

El valor alimenticio y los rendimientos animales que se puedan obtener de los forrajes en cuestión, se determina, antes que todo, por su composición química, así como por la digestibilidad de las sustancias nutritivas (Legel, 1981), a lo cual se debe añadir la ingestión que puedan realizar los animales cuando se ofrecen a voluntad (Demarquilly, Andrieu, Sauvanty, Dulphy, 1981).

Es bien conocido que la digestibilidad de la materia orgánica determina el valor energético de los forrajes, pudiéndose distinguir dos grupos de constituyentes en las plantas: a) los constituyentes del contenido celular, que están formados esencialmente por los azúcares y fructosas, ácidos orgánicos, sustancias nitrogenadas y lípidas, cuya digestibilidad real en el rumiante es total (glúcidos) o casi total (proteína lípidos); y b) los constituyentes de la pared celular, los cuales corresponden por una parte a los polisacáridos, celulosa, hemicelulosa y sustancias prácticas que tienen una digestibilidad muy variable (40-90%) y por otra la lignina que puede ser considerada como totalmente indigestible.

El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica depende por consiguiente, esencialmente de la proporción y de la digestibilidad de la pared celular, disminuyendo cuando aumentan las proporciones de membranas, así como su grano de lignificación y disposición de los diferentes componentes indigestibles.

Se puede considerar que los tejidos celulósicos (parénquimas), son en general totalmente digeridos y que los tejidos lignificados (esclerenquimas-tejidos conductores) son casi completamente indigestibles. De lo anteriormente expresado se puede inferir que las hojas y tallos jóvenes son más digestibles que los tallos más viejos de las plantas.

Alrededor de dos terceras partes de la materia orgánica es digerida en el rumen por la población microbiana y la parte no digerida debe ser reducida a partículas muy pequeñas para que puedan pasar hacia la parte posterior del tracto digestivo.

El consumo de forrajes varía en sentido inverso del efecto de replesión que ejerce en el rumen, dependiendo de la cantidad no digestible contenido en el forraje y de la velocidad a la cual el forraje es degradado por la población microbiana y la parte no digestible reducida a finas partículas. La masa de membranas juega un papel fundamental, puesto que es la que contiene las fracciones no digestibles (tejidos lignificados) y que son degradadas más lentamente. El contenido celular es degradado rápidamente, determinando en gran medida la actividad de la población microbiana, por los elementos nutritivos y los factores del crecimiento que les aportan y por las condiciones físico-químicas que se crean en el resumen. En definitiva todas las características del forraje que determinan su digestibilidad actúan también y generalmente en el mismo sentido sobre el consumo, lo cual explica la relación positiva relativamente estrecha entre la digestibilidad y el consumo, al menos para un forraje determinado.

En definitiva, podemos decir que el valor nutritivo no hace más que reflejar la estructura histológica y la composición morfológica de las plantas, las cuales van a depender de varios factores externos e internos, entre los cuales se han señalado como fundamentales a la especie de pasto, el estado de desarrollo o edad, la fertilización, el uso de riego o no, la cantidad de forraje ofrecido, la época y año, condiciones climáticas, sistema de explotación, especie animal, suplementación con otros alimentos y otros de menor importancia (Demarquilly y Jarrige, 1964; Reid, Jung y Murray, 1964; Milford y Minson, 1966; Weiss y Demarquilly, 1970).

### **Influencia de las especies forrajeras sobre el valor nutritivo**

En los trabajos realizados sobre el valor nutritivo en zonas templadas se han encontrado variaciones entre familias, especies, géneros, variedades e incluso genotipos dentro de una población pura; encontrándose que las plantas tetraploides tienen mayor valor nutritivo que las diploides y que los descendientes de los cruzamientos realizados entre genotipos con alta digestibilidad, han aumentado su valor nutritivo, mostrando un

valor promedio más alto que el de la población de los padres (Minson y col., 1960; Cooper y col., 1962; Minson y col., 1964; Jarrige y Minson, 1964; Demarquilly y Jarrige, 1964; Weiss y Demarquilly, 1970).

En los forrajes tropicales se repite el mismo fenómeno, pues en los trabajos genéticos se han podido obtener nuevas variedades de más alto valor nutritivo (Cooper y col., 1962; Lowey y col., 1968; Harlen, 1970; Burton, 1972; Pernes y col., 1972; Bulton y Monzón, 1978); mientras que por otra parte, en los trabajos realizados en la comparación de especies se ha encontrado que las variaciones del valor nutritivo debido a las especies son de suma importancia, pues en general son mayores que los originados por otros factores como podrá apreciarse a continuación (Arroyo y Rivera, 1961).

Al comparar los de pangola gigante, pastos Señal y Napier a las edades de 50 y 80 días después de sembrados, encontraron que el promedio de los coeficientes de digestibilidad para la energía fue de 47,6; 55 y 52,3%; el % de proteína digestible fue de 3,2; 2,6 y 2% y el total de nutrientes digestibles de 54, 66 y 64,6% para el Merker, pangola y Señal, respectivamente. Borget (1966) al estudiar la influencia de las edades, especies y épocas en las especies *Digitaria decumbens*, *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum*, encontró que las mayores diferencias de proteínas bruta y digestible se presentaron entre las especies Minson (1971). Al estudiar diferentes factores en 11 especies de pastos tropicales, encontró grandes diferencias del valor nutritivo entre especies y el mismo autor (Minson, 1972) reporta diferencias apreciables en el contenido de proteína bruta, digestibilidad y consumo de nutrientes de las especies *Chloris gayana*, *Panicum maximum*, *Pennisetum clandestinum* y *Digitaria decumbens*. En el Caribe (Guadalupe) se han reportado diferencia entre el contenido de nutrientes, digestibilidad y consumo entre especies (Chenost, 1973). Estos resultados han sido confirmados por un gran número de investigadores en diferentes países de área tropical (Stobbs, 1973; Arroyo y col., 1973).

### Influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo

A medida que las plantas crecen, aumentan los tejidos de sostén y con ello aumentan también los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa, lignina) disminuyendo el contenido de sustancias nitrogenadas y cenizas y por consiguiente su valor nutritivo. La digestibilidad de la materia orgánica es la mejor expresión del valor nutritivo desde el punto de vista energético de los forrajes, encontrándose que pueden ser tan alta como el 80% en gramíneas tiernas y descender hasta el 50% o menos en los forrajes maduros. Durante el período anterior a la floración, la digestibilidad se mantiene constante; después decrece bruscamente a razón de 0,5 unidades por día. Es importante destacar que al disminuir la digestibilidad, también disminuye el consumo total de alimento, puesto que aumenta el volumen con la proporción de elementos fibrosos. La hierba joven posee un contenido proteico referido al 100% de la materia seca, de cerca del 20% que es notablemente más elevado que el tenor de la misma planta en época de plena floración en la que ese nutriente se reduce hasta 6–12%. Ello depende del mayor desarrollo de la porción foliar y de la intensa actividad metabólica y de síntesis de la planta joven. La hierba joven o poco madura contiene poca fibra (17-22%), representada por la celulosa casi pura, al contrario de la planta madura. Con el progresivo aumento del tenor de celulosa, se produce el proceso de lignificación, que determina una importante disminución de la digestibilidad de todas las sustancias nutritivas. El valor nutritivo es máximo en los pastos jóvenes, manteniéndose elevado hasta el principio de la floración, para decrecer a partir de ese estado más o menos rápidamente, dependiendo de la especie; las condiciones climáticas y otros factores, que puedan ejercer influencia importante en acelerar o retardar el estadio de maduración (Rodríguez y col, 1976).

En pastos y forrajes de países templados se han reportado que la digestibilidad disminuye con la edad o el estado fisiológico, siendo muy lenta la disminución hasta que la planta comienza a espigar y posteriormente es mucho más rápido, dependiendo de la especie, precocidad y otros factores. Después de comenzar a espigar la planta, su digestibilidad puede disminuir hasta 0,5-0,6 unidades de porcentaje por día en el caso de las gramíneas, mientras que en las leguminosas la disminución es de 0,2-0,3 unidades por día. El consumo disminuye también con la edad, variando en el mismo sentido que el contenido de materia seca (Weiss y Demarquilly, 1970).

En las revisiones realizadas sobre el valor nutritivo de los pastos tropicales (Motta, 1953; Nahendranathan, 1971; McConker y Teitzel, 1975), así como estudios realizados por Reyes (1972) en Cuba; Woorthuizen (1972) y Miller y Rains (1963) en Tanzania; Olsen (1972) y Reid y col. (1973) en Uganda; Silva y Gomidez (1967) en Brasil; Minson (1971) y Minson y Laredo (1972) y Laredo y Minson (1973) en Australia, indican que la proteína bruta disminuye con la edad y ha variado del 19% (en base seca) en rebotes de dos semanas a menos del 5% en los estados avanzados de madurez, mientras que el contenido de fibra aumenta y la digestibilidad de los nutrientes disminuye. Similares resultados han sido obtenidos por Milford (1960), Combellas y González (1971, 1972) y Huerta (1977) en Australia, Venezuela y Colombia respectivamente, los cuales han encontrado que la edad de rebrote es lo que más afectó la digestibilidad.

Al ser examinado en su conjunto los informes sobre el valor nutritivo de hierba guinea (*Panicum maximum*), que es una de las más difundida en los trópicos, se encontró una variación de los nutrientes digestible totales

(TDN%) de menos del 40% o alrededor del 60% (Axtmayer, Acenjo, y Cosk, 1938; Harrison, 1942; Work, 1946; Schneider, 1947; Erench y Chicco, 1960). Registrándose los valores más altos con pastos jóvenes (etapa de prefloración) y los más bajos en los maduros. Johnson y col. (1967a) encontraron en este mismo pasto que los valores más bajos de TDN en las etapas de madurez, parecen ser consecuencias directas de los más bajos coeficientes de digestibilidad de las fibras y los elementos libres de nitrógeno. Los valores de proteína bruta digeribles informados por los autores variaron entre 2 y 6%, con una disminución aparente de la digestibilidad con la madurez, pero no muy claramente definida, lo cual fue confirmado en otros trabajos realizados por los mismos autores, en los cuales encontraron una disminución apreciable en los contenidos de proteínas y su digestibilidad, mientras que el valor energético sufrió muy poca variación entre las diferentes edades. Concluyendo que es preferible utilizar frecuencias de corte de dos a tres meses, o sea pastos maduros, que las frecuencias de corte rápidas con lo cual se obtuvieron mayores rendimientos de nutrientes digestivos.

Por otra parte, Xandé (1979) en Guadalupe, una isla del Caribe, encontró en un conjunto de especies y variedades, que la digestibilidad de la materia orgánica disminuyó de 0,2 a 0,4 unidades de porcentaje por día.

En Colombia, se ha reportado que en las gramíneas el contenido de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca disminuye con la edad mientras que en las leguminosas no se muestra una tendencia definitiva, según la variedad o especie estudiada (Tuarez, 1979); mientras que Benavides (1977) al estudiar el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a edad de 40, 80, y 120 días de rebrote encontró diferencias con la edad solamente en la digestibilidad de la fibra, concluyendo que en este pasto, el estado de madurez no presenta gran influencia en el valor nutritivo.

### **Influencia de la época o estación del año sobre el valor nutritivo**

Se ha señalado, que la influencia de las condiciones climáticas tropicales puede ser la causa de la inferioridad del valor nutritivo de los pastos y forrajes tropicales, particularmente de la temperatura y la evapotranspiración, aunque también existen influencias de los factores genéticos. (Minson y McLeod, 1970), lo cual ha sido comprobado experimentalmente (Smith, 1970; Allison, 1971; Deinum y Dirver, 1971; Ivory y col., 1974; Wilson y col., 1976), aunque ha sido demostrado que también existe un efecto del clima, sobre todo de la temperatura y la humedad, sobre el fisiologismo del animal y que por consiguiente afectan el valor alimenticio de los forrajes, especialmente del consumo (Chenost, 1973; Michalet-Doreau y Xandé, 1979). Se ha reportado que la digestibilidad de la materia seca, que en la época lluviosa (Gavilanes y col., 1978; Gavilanes, 1979; citados por Combellas y González, 1971; 1972), que cuando se utiliza el riego en la época seca, el efecto de los factores climáticos es escaso.

Deinum y Dirver (1973), al evaluar un grupo de variedades de pastos y forrajes y templados en Surinam (América del Sur) encontraron que al incrementarse la temperatura ambiental, se aprecia una disminución del por ciento de hojas y de la digestibilidad de la materia seca.

Butterworth, Groon y Wilson (1976) y Chenost (1972), han demostrado que el consumo es más bajo en la estación lluviosa que en la seca, lo cual ha sido comprobado por Michalet-Doreau y Xandé (1979) y Xandé (1978; 1979), coincidiendo estos autores que la influencia de la estación sobre la digestibilidad de la materia seca es muy variable, no presentándose un comportamiento claramente definido a favor de una época determinada, mientras que el contenido de proteína y fibra no sufrió variación con la época.

En el pasto buffel biloela (*Cenchrus ciliaris*) se ha encontrado que el contenido de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca es favorable en la época de lluvia, mientras que la fibra bruta es menor en la seca (Mendoza, 1974), mientras que en cuatro variedades del género *Digitaria* (Miller y Cowlshaw, 1976) no se encontraron diferencias apreciables en los mismos indicadores señalados anteriormente. Xandé y Vivier (1978) al evaluar las especies *Brachiaria decumbens* y *Digitaria swazilandensis*, encontraron que el contenido de proteína bruta no se afectó por la época en ninguna de ellas; mientras que en la fibra bruta se presentaron diferencias a favor de la época de lluvia en *Brachiaria* y en *Digitaria* no hubo efecto, ocurriendo algo similar en la digestibilidad de la materia orgánica; sin embargo, en el consumo de la materia seca sí encontraron influencias, con los valores más altos de la época de seca.

Como se puede apreciar, no existe un comportamiento definido en cuanto al efecto de la época sobre la composición química y digestibilidad, posiblemente al comportamiento diferente de las especies de pastos y a las condiciones climáticas específicas de cada lugar mientras que en el consumo sí parece existir un efecto a favor de la época de seca, aunque los resultados existentes son muy escasos en el área tropical, especialmente en la determinación del consumo.

### **Influencia de la fertilización sobre el valor nutritivo**

La fertilidad del suelo es un factor importante en el valor nutritivo de los pastos y forrajes, puesto que el suelo suministra a la planta los nutrientes necesarios. La adición de fertilizantes se practica a fin de satisfacer los requerimientos nutricionales de la planta y mejorar su composición nutritiva.

Rodríguez y col. (1976), señalan que la aplicación de nitrógeno merece especial atención, pues produce un incremento de las sustancias nutritivas nitrogenadas y trae consigo grandes beneficios sobre el consumo, e incrementándose hasta 6 veces con relación a un pasto no fertilizado.

En los forrajes de las zonas templadas se ha encontrado que la fertilización nitrogenada modifica muy poco la composición morfológica y el estado fisiológico de las plantas, mientras que en la mayoría de los casos aumentó el contenido de agua y proteína bruta, presentando también tendencias a aumentar las cenizas y la fibra, mientras que la acción sobre la digestibilidad de la materia orgánica es baja y de sentido variable y que por el contrario la digestibilidad de las proteínas brutas aumenta significativamente, mientras que la digestibilidad de las fibras es pocas veces modificada, y sobre el consumo el efecto ha sido muy variable (Demarquilly, 1970).

Se ha observado que contrariamente a lo observado en los forrajes templados. La fertilización nitrogenada puede ocasionar un aumento sensible de la digestibilidad de los forrajes tropicales, aunque los resultados son muy variables reportan un aumento significativo en la digestibilidad de la celulosa en tres pastos tropicales, disminuyendo el efecto con la madurez del pasto. Al comparar el efecto de la fertilización en siete pastos, encontraron que la acción sobre la digestibilidad de la materia seca es variable según la especie, disminuyendo en unos y aumentando en otros. Wilkinson y col. (1960) encontraron un aumento de la digestibilidad de la materia seca del pasto bermuda de costa (*Cynodon dactylon* cv. Coastal al aumentar la fertilización). Tergas y Blue (1971) reportan un aumento de la digestibilidad de la materia seca del pasto jaragua (*Hypharrena rufa*) N/ha con un intervalo entre cortes de 48 días, pero al alargar el intervalo entre cortes, tiende a perderse el efecto.

Peñuñuri y col. (1980) encontraron que la fertilización nitrogenada, incrementa el contenido de proteína bruta y su digestibilidad; sin embargo, tuvo escaso efecto sobre la digestibilidad de la materia seca y el valor energético que en ocasiones tiende a disminuir.

En cuanto al efecto de la fertilización nitrogenada sobre el consumo se ha reportado por Almanza y Pervov (1979) y Xandé (1969) incrementos con el aumento del nivel de fertilización; mientras que Lizarraga y Zambrano obtuvieron resultados muy variables, pudiéndose observar que existen muy pocos resultados experimentales en áreas tropicales.

### **Influencia de la cantidad de forraje suministrado sobre el valor nutritivo de lo consumido**

Generalmente es aceptado en los países templados, que un nivel de escaso (residuo) del 10 al 15% es suficiente para obtener resultados aceptables en el consumo de forrajes, lo cual ha sido adoptado por investigadores para los ensayos de determinación del consumo y digestibilidad, así como la alimentación de los animales en producción y aunque no hemos encontrado trabajos experimentales sobre el efecto de la cantidad de forraje de los países templados sobre el valor nutritivo, estos autores recomiendan mantener un valor fijo de residuo, por los efectos que pueden tener en los resultados experimentales comparativos.

En pastos tropicales, al estudiar el efecto de ofrecer el pasto bermuda a voluntad o restringido encontraron que el incremento de la cantidad de forraje ofrecida era beneficiosa al aumentar la digestibilidad de los nutrientes y especialmente de la proteína bruta; sin embargo, cuando realizaron el mismo estudio en el pasto guinea, no encontraron efectos apreciables sobre la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica como promedio, aunque existió una tendencia a disminuir cuando se ofreció el forraje a voluntad.

Zemmelink, Hagar y Davies (1972) encontraron que el pasto *Andropogon gayanus*, al aumentar la cantidad ofrecida se incrementó el consumo de la materia seca y el contenido de proteína bruta de lo consumido, pero no por selección de las diferentes partes de la planta sino por el aumento de lo consumo del forraje total.

Los trabajos que presentan más claridad del efecto de la cantidad de forraje ofrecido sobre el valor nutritivo, especialmente en el consumo, son los realizados en Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia y (CIAT, 1972; 1973; 1974 y 1978), encontrándose que el consumo se incrementa hasta niveles de oferta de alrededor de 100 g de materia por kg de peso metabólico diario; mientras que la digestibilidad continúa elevándose a niveles de oferta más altos, en algunos casos, existiendo variaciones en la influencia entre variedades y especies, especialmente en las leguminosas. El efecto beneficioso lo han obtenido por un mayor consumo de hojas, inflorescencia entre variedades y especies, especialmente en las leguminosas. El efecto beneficioso lo han obtenido por un mayor consumo de hojas, inflorescencia y partes más digestibles de los tallos, debido que al incrementarse el nivel de oferta, existieron más posibilidades de selección por parte del animal.

Minson (1971) al estudiar un grupo de variedades de *Panicum*, encontró que la diferencia entre variedades está asociada al contenido de hojas y hábito de crecimiento y floración, lo cual se confirma por los resultados encontrados por Minson y Laredo (1972), los cuales reportaron que cuando el contenido de hoja fluctúa entre 39 y 68%, el consumo varió de 52 a 81 g de materia seca por kg de peso metabólico y que los animales tienen preferencia por las hojas, seleccionándolas cuando es posible y aumentando el consumo total por parte de los

animales, lo que ha sido por Laredo y Minson demostrado en (1973), los cuales encontraron que los promedios de consumo de las hojas fueron 46% mayores que el de los tallos, estando asociados el mayor consumo de hojas con su mayor retención en el retículo-rumen.

Los escasos resultados sobre el efecto de la cantidad de forraje ofrecido sobre el valor nutritivo en el área tropical, indican efectos beneficiosos sobre la digestibilidad y consumo, pero carecen de un análisis integral del fenómeno que permita conocer si existen beneficios reales en el incremento de la cantidad de forraje ofrecido.

### Revisión de la literatura sobre las especies de pastos y forrajes utilizados en el trabajo experimental

A continuación haremos un resumen de los resultados obtenidos en la literatura, con referencia particular a Cuba, sobre las especies de pastos y forrajes utilizados en el trabajo experimental que conforma la Tesis.

- **King grass o pasto rey (*Pennisetum Purpureum* x *Pennisetum thypoides*)**

El king grass o pasto rey es un híbrido producto del cruzamiento entre *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum thypoides*, perteneciente al grupo de gramíneas forrajeras, llamada hierba elefante por la gran altura que alcanza, introducida en Cuba en 1974, alcanzó rápidamente gran aceptación entre los ganaderos, debido principalmente, a su buen establecimiento, rápido desarrollo, elevado rendimiento de forraje y una composición química aceptable. Originario de África del Sur, es actualmente cultivada en numerosos países tropicales de diversas condiciones de suelo y clima. Posee hojas largas y anchas cuyo color va del verde claro al verde oscuro, presentando vellosidades suaves y no muy largas. El tallo puede alcanzar un diámetro entre 13 y 15 cm. Siendo algo flexible cuando es joven y rígido cuando alcanza su madurez. Florece entre los meses de diciembre y febrero (época seca de días cortos y temperaturas bajas). Sin ser abundante su floración, apareciendo cuando la planta alcanza de 1 a 1,5 m presenta la particularidad de que su crecimiento no se detiene durante este proceso, pudiendo alcanzar una altura superior a 4 m aunque la cosecha del forraje debe realizarse cuando ha alcanzado alrededor de 1,5 m. Puede sembrarse en cualquier época del año siempre que se mantenga en condiciones adecuadas del suelo, siendo preferible su siembra a principios de la época de lluvia realizándola en suelos con una preparación convencional y utilizando el tallo como semilla, el cual puede ser utilizado entero aunque es preferible cortarlo en trozos de 3 a 5 yemas. La distancia de siembra utilizada entre surcos puede variar desde 75 hasta 140 cm, siendo preferiblemente las distancias de 100 a 120 cm, regando los trozos a surco corrido y a profundidades no mayores a 10-15 cm. Una hectárea fertilizada adecuadamente y cortada a los 3 ó 4 meses que es la mejor edad, puede ofrecer semillas para no menos de 10 hectáreas a sembrar con densidades de 2,5 a 3 toneladas por hectáreas de tallos (Ramos y col., 1979; Corbea y Martínez, 1992; Ayala y col., 1983).

El king grass se caracteriza por sus altos rendimientos de forraje, pudiendo alcanzar hasta 50 toneladas de materia seca por hectárea en su primer año de explotación (Ramos y col., 1979; Herrera y col., 1979), con aceptables rendimientos en la época seca si es utilizado el riego, en la cual puede alcanzar hasta el 40% del total anual (Hernández y col., 1979; Hernández y Gómez, 1979), aunque los rendimientos promedios están alrededor de las 30 toneladas de materia seca en el año cuando es cosechado a edades en que su composición química es aceptable (Gerardo y Thompson, 1984). Responde muy bien al riego y fertilización, reportándose los mejores resultados en términos de rendimiento y económicos cuando se combinan el riego en la época de seca la fertilización de 350-400 kg de nitrógeno por hectárea al año y cortes cada 60 días (Ramos y col., 1979; Crespo y col., 1981), aunque también se ha destacado cuando se ha explotado en sistemas de secano y fertilización nitrogenada de 240 kg/ha/año (Gerardo y col., 1982).

Esta forrajera presenta buenos resultados también para su conservación como ensilaje, mostrando una buena calidad fermentativa y nutritiva (Domínguez y col., 1982; Ojeda y Cáceres, 1984), debiéndose cosechar para este fin cuando tiene entre 60 y 70 días de edad.

Algunas de las características de su calidad reportada por Ramos y col. (1979) y Herrera y col. (1981) son los de poseer un bajo contenido de materia seca y proteína bruta, así como altos contenidos en fibra bruta y carbohidratos solubles y menos del 60% de digestibilidad de la materia seca *in vitro*; mientras que en las determinaciones del valor nutritivo *in vivo*, se han obtenido resultados más favorables, lográndose digestibilidades entre el 60 y 70% y contenidos de nutrientes aceptables, pudiéndose alcanzar producciones potenciales de producción de leche de alrededor de 11 litros por vaca diariamente cuando es cosechado entre 55-60 días en la época de lluvia y de 60 y 70 en la seca. (García y Cáceres, 1982).

- ***Sorghum bicolor* (Sorgo forrajero)**

*Sorghum bicolor* es una planta anual que puede alcanzar de 1,5 a 1,8 m de altura (Harvard-Duclos, 1969), siendo preferido como pasto de corte por su hábito de crecimiento. (Alfaro, 1966; Spragu, 1966).

Nativo de África, China y la India, se encuentra extendido en multitud de zonas, tanto tropicales, como subtropicales. Se adapta bien a diversas condiciones edafoclimáticas, es altamente resistente a la sequía

debido a su sistema radicular profundo (Opazo, 1926), adaptándose a regiones cálidas con precipitación anual entre 254 y 1 270 mm (Whyte, Moir y Cooper, 1964). Se ha podido establecer que puede crecer perfectamente desde el nivel del mar hasta 1 800 m de altitud y una temperatura promedio entre 21 y 30°C, no soportando temperaturas bajas; resultando 26°C la temperatura media más favorable para su desarrollo; mientras que las superiores a 35°C reducen progresivamente el rendimiento (Vega y Esperance, 1984).

En nuestro país, *Sorghum bicolor* ha mostrado en varios ensayos de especies y variedades de gramíneas, que puede producir más de 20 toneladas de materia seca por hectárea y año, alcanzar un buen contenido de nutrientes, brindar una alta respuesta al riego y fertilización nitrogenada y sobre todo que se destaca por un buen equilibrio productivo durante el año, obteniéndose más del 40% con la época de seca (Funes, Yepes y Hernández, 1971; 1974; Yepes, 1975; Dudar, Machado y Pedraza, 1975).

La alta viabilidad de la semilla, incluso después de más de 6 años almacenada (Yepes y Matías, 1975), la gran resistencia a la invasión de malas hierbas después del establecimiento y el poco efecto que tuvo la roya (*Puccinia* sp.) sobre el rendimiento (Dudar y col., 1975) son otras de las ventajas que se ha reportado sobre esta forrajera.

García Trujillo (1977) recomienda la utilización de esta forrajera, como uno de los medios para incrementar la producción de alimentos en la época de seca, debido a que es menos afectada por las bajas temperaturas y la disminución de la radiación solar, además de estar adaptado fisiológicamente para dar un mayor rendimiento, siempre que se utilice el riego y la fertilización. Rábago y Rodríguez (1970) al estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento encontraron que el óptimo económico era alrededor de 80 kg de nitrógeno por hectárea y corte, utilizando una densidad de siembra de 20 kg de semilla/ha y riego de 50 mm cada 12-14 días.

Otras de las ventajas señaladas ha sido la utilización de esta forrajera intercalada en otros pastos para el incremento de los rendimientos por área, obteniéndose buenos resultados de intercalamiento en pasto guinea en la época de lluvias (Ugarte y col., 1975; 1976a, 1976b), en pasto pangola en la época de lluvia (Ugarte y col., 1976c; 1980) y en pasto bermuda cruzada en la época de lluvia (Martínez, 1983).

En revisión de la literatura realizada por Vega y Esperance (1984) se señala que *Sorghum bicolor* es ampliamente utilizado para la alimentación de vacas lecheras, los rendimientos en términos de materia seca están entre los más altos logrados en gramíneas tropicales, debido a la gran eficiencia fotosintética, puede ser intercalado en la época de seca, ya que responde bien al riego y la fertilización, así como también sembrarlo solo al final de la época de lluvia para cosechar en la época seca, produce un ensilaje de alta calidad debido a su gran cantidad de carbohidratos solubles, lo que permite un eficiente fermentación en el proceso de conservación, la siembra se debe realizar a chorrillo, con distancia entre surcos de 60 a 70 cm y densidades de 10 a 15 kg de semilla por hectárea y que la cosecha debe realizarse entre los 45 y 60 días de edad.

En los ensayos de valor nutritivo se ha reportado alta digestibilidad (80%) especialmente cuando se ha utilizado como forraje verde y aunque el ensilaje y el heno no alcanzan valores tan altos, los obtenidos son satisfactorios; mientras que por el contrario, los consumos de materia seca son de medios bajos, especialmente cuando el estado de madurez es avanzado (Butterworth, 1967; Demarquilly, 1970; Fribour Duck y Culvahyanal, 1976).

En Cuba, al evaluar esta forrajera a diferentes edades de corte con riego en la época de seca y fertilizaciones de 60 kg de nitrógeno por hectárea en cada corte, se han encontrado valores de proteína bruta superiores al 12% y en la digestibilidad de la materia orgánica al 70% cuando es cosechada en estado joven, lo cual permite obtener consumos aceptables y potenciales de producción de leche calculada superior a 10 kg/vaca/día a las edades de 35 a 56 días, recomendándose cosechar entre los 42 y 56 días, recomendándose cosechar entre los 42 y 56 días de edad (Cáceres y García, 1982).

- **Guinea likoni (*Panicum maximum* cv. Likoni)**

El pasto guinea likoni es una variedad de la especie *Panicum maximum* introducida en Cuba en 1971, destacándose por su rendimientos, calidad, potencial de producción animal, adaptación a diversos medios edafoclimáticos y alta producción de semilla. Sin riego, ni fertilización, ha producido altos rendimientos (12 toneladas de materia seca por hectárea y año), respondiendo al riego y fertilización, obteniéndose bajo este riego de explotación hasta 26 toneladas. El contenido de proteína bruta oscila entre 7,6 y 13% y presentan un potencial de producción de leche de 9 a 10 kg/vaca/día, la guinea likoni crece formando un césped tupido por el gran número de hijos (200 a 300) que presenta en su macolla y su alta producción de hojas. Por su parte se agrupa en los tipos de guinea medianos, pudiendo alcanzar su follaje una altura de 32 a 50 cm en época de seca y 54 a 92 cm en la época de lluvia. Posee una gran plasticidad ecológica, adaptándose con gran facilidad a diversas condiciones edafoclimáticas. Se establece en suelos arcillosos, pesados, ligeros, alcalinos y arenosos, aunque su vigor en estos últimos se ve muy afectado. Esta variedad produce semilla todo el año, con producciones de hasta 700 kg/ha, las cuales presentan dormancia, por lo que debe ser almacenada en frío durante 3 a 15 meses. Se puede sembrar en hileras (4 a 6 kg de semilla/ha). La distancia entre surcos puede

variar de 70 a 100 cm. y a surco corrido (chorrillo), pudiéndose fertilizar a los 55 a 70 días después de germinada. Es altamente resistente a las plagas y enfermedades y a la invasión de malas hierbas con fertilización nitrogenada de 200 kg/ha/año y riego en la época de seca, puede alcanzar rendimientos de más de 20 toneladas de materia seca, y si se incrementa el fertilizante a 400 kg, puede sobrepasar las 25 toneladas. Ha mostrado buenos resultados en su conservación como ensilaje y heno y la producción de leche alcanza de 6,8 a 7,4 kg por vaca y día en sistemas de fertilización media (150-180 kg N/ha/año) es capaz de producir de 9 a 10 kg de leche/vaca/día (Hernández y Cáceres, 1983).

- **Buffel biloela (*Cenchrus ciliaris*)**

El pasto buffel biloela se adapta muy bien a regiones de precipitaciones relativamente bajas (750-900 mm/año) con una estación de seca prolongada, pero responde bien al riego y a la fertilización, no admitiendo inundaciones prolongadas, sus tallos son finos, de consistencia dura y sus hojas finas miden 5 y 8 mm y más de 30 cm de largo. Crece formando macollas erectas, pudiendo alcanzar alturas de 0,5 m. Es una variedad precoz, floreciendo alrededor de las cuatro semanas de rebrote y presenta floración típica todo el año, mientras que la masiva la presenta en el mes de noviembre. Puede producir abundante semilla (hasta 300 kg/ha/año), las cuales presentan dormancia, por lo que deben ser utilizadas antes de los seis meses de cosechadas (Hernández y Simón, 1980).

Introducida en Cuba en 1963 procedente de Australia, se ha destacado en diferentes condiciones de suelo y clima, tanto en seca como con la aplicación de riego, respondiendo bien a la fertilización nitrogenada y obteniéndose producciones de materia seca entre 20 y 30 años, con pocas diferencias estacionales. Presenta una alta resistencia a la sequía, plagas y enfermedades y un contenido aceptable de nutrientes (Oliva y col., 1979; Menéndez y Gerardo, 1980; Menéndez y col.; 1980; Hernández y col., 1981a, 1981b), permitiéndose además la facilidad de sembrarlo por semilla botánica, obteniéndose con la aplicación de 180 y 360 kg de N/ha/año aproximadamente 200 y 300 kg de semilla/ha/año, respectivamente y alrededor de 100 kg cuando no se fertiliza, recomendándose cosecharla a los 60 días de rebrote y mantenerla almacenada en cámara fría no menos de seis meses, aunque se han obtenido germinaciones del 14% cuando se ha almacenado a temperatura ambiente (Bilbao y col., 1976; Gómez y col., 1978).

La siembra se recomienda a voleo y pasa posteriormente un rodillo, utilizándose densidades de 8 kg de semilla total ó 4-5 kg de semilla pura por hectárea (Corbea y Martínez, 1980).

Utilizada para corte (forraje), la fertilización que mejora resultados es la de 400 kg de N/ha/año, con riego en la época de seca (Hernández y Cárdenas, 1984), superando las 20 toneladas de materia seca por hectárea y año, con frecuencia de corte de seis semanas. Con este nivel de fertilización y corte cada 42 días de rebrote, se obtienen contenidos de proteína bruta de 9-12%, digestibilidad de la materia seca del 63%, un aceptable consumo y su potencial de producción de leche calculado es de alrededor de 14 L/vaca/día (Cáceres y García, 1982).

En pastoreo se ha obtenido más de 600 kg de ganancia de peso vivo por hectárea y año, mientras que en producción de leche se ha alcanzado producciones de alrededor de 9 L/vaca/día (Machado y Hernández, 1984).

- **Estrella jamaicano (*Cynodon nlemfluensis* cv. *Nlemfluensis*)**

El pasto estrella, junto a otras 7 especies, pertenece al género *Cynodon* por no representar rizomas, caracterizándose por sus largos y fuertes estolones. Es originario de África Oriental, extendiéndose a varios países tropicales. Es una gramínea perenne, rastrera con largos y fuertes estolones y en su inflorescencia varios verticilos que se originan en un punto común, pudiendo variar en coloración de acuerdo a la variedad. Sus hojas lisas, son de medianas a largas, modificando su coloración de acuerdo a la variedad, fertilización u otras condiciones ambientales. Los tallos rastreros o erectos, son muy fuertes y bien ramificados, presentando un sistema radicular muy amplio y profundo de acuerdo a su hábito de crecimiento.

Se propaga por estolones o trozos y produce una cubierta densa en un período relativamente corto. El pasto estrella jamaicano, perteneciente a la variedad *Nlemfluensis*, se introdujo en Cuba en 1973 procedente de Jamaica, propagándose rápidamente en varias regiones del país. Los estolones de esta variedad tienden a ser más finos que el resto de las variedades, floreciendo de noviembre a enero y presenta algunas diferencias con otras variedades, es especial su coloración que es verde intenso. Se adapta a suelos de fertilidad media a alta con drenaje deficiente a regular y condiciones de secano logrando producir en estas condiciones de 16 a 20 toneladas de materia seca por hectárea y año (Hernández y Pereira, 1981).

En un estudio comparativo de 25 gramíneas introducidas, se reportan rendimientos de 16 y 9,5 toneladas de materia seca por hectárea y año cuando se amplió el riego en la época seca (Gerardo y Oliva, 1974a) sin riego (Gerardo y Oliva, 1979b) respectivamente, por lo que como se puede apreciar, presenta una gran respuesta al riego.

Al estudiar la respuesta de este pasto a niveles crecientes de fertilización nitrogenada, Ramos y col. (1980; 1982), encontraron los máximos rendimientos (28,1 toneladas de materia seca por hectáreas y año) con la

combinación de frecuencias de cortes cada 6 semanas y 400 kg de N/ha/año, recomendando fertilizaciones de 200 a 400 kg y frecuencia de corte de 5 a 6 semanas, pues se obtiene los mejores rendimientos de pasto y eficiencia de utilización del nitrógeno, por la respuesta que ofrece este al riego y la fertilización.

Los valores de proteína bruta de alrededor del 9 al 10% y de digestibilidad de la materia seca de 60 a 70% en forraje verde y heno reportados por Chenost (1973), Caro-Costas y col. (1976), nos indican que este pasto presenta un buen valor nutritivo, lo cual queda demostrado además por las ganancias obtenidas de más de 600 g por animal diariamente y de 150 kg por hectáreas al año y producciones de hasta 11,6 litros de leche por vaca y día, a base de pasto solo y altas cargas de animales por hectáreas, cuando se utiliza el riego y fertilización, según ha sido reportado por Hernández y Pereira (1981) en una revisión realizada sobre este pasto.

- **Bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*)**

El pasto bermuda cruzada-1, un híbrido completamente estéril, introducido en Cuba en 1972, extendiéndose rápidamente y ocupando una parte importante de los pastos mejorados en la producción ganadera de nuestro país es una gramínea perenne y estolonífera, presentando hábito de crecimiento rastrero y formando un césped tupido muy apreciado por los productores por su resistencia al pastoreo y pisoteo.

Puede alcanzar entre 80 y 90 cm. de altura, con entrenudos de 8 a 9 cm. Las hojas presentes en número de 2 a 3 en un mismo nudo, particularidad que le permite ser más hojosa, lanceolada, suaves y presentan pelos cortos en ambas caras, variando su color verde claro a oscuro, dependiendo del nivel de fertilización nitrogenada y el estado de madurez, fluctuando sus dimensiones de 2 a 6 cm de ancho y de 11 a 15 cm de largo. La siembra por tallos vegetativos puede realizarse en cualquier época del año, siempre que se mantenga buena humedad en el suelo, pero es preferible realizarla a principios de la época de lluvia, pudiéndose utilizar de 1,5 a 2 toneladas de semillas por hectárea. El banco de semillas debe ser fertilizado por 80 kg de nitrógeno por hectárea y el corte debe realizarse de 60-90 días de rebrote para ser sembrada en un suelo de preparación adecuado a distancia entre surcos de 45 a 60 cm con lo cual se logrará que se cubra el 80% del área en alrededor de 3 meses.

Los rendimientos de materia seca más altos del pasto bermuda cruzada-1 obtenidos en Cuba están alrededor de las 27 toneladas por hectárea y año (Portieles y Aspiolea, 1978; Ramos, 1980). Aunque en las dosis óptimas económicas de fertilización (300 a 400 kg de N/ha/año), frecuencia de corte de 45 a 60 días y riego en la época seca, los promedios se encuentran entre 16 y 20 toneladas (Gerardi y Oliva, 1979a; Machado, 1980; Paretas y col.; 1981; Hernández y Cárdenas, 1983), mientras que sin la aplicación de riego y dosis de alrededor de 200 kg N/ha/año se han obtenido aproximadamente 13 toneladas y sin riego ni fertilización se han obtenido alrededor de 8 toneladas (Hernández y Cárdenas, 1983), por lo que se puede considerar una alta respuesta al riego y fertilización nitrogenada.

Su valor nutritivo en estado joven (30 días o menos) es muy bueno, reportándose contenido de proteína bruta de alrededor de 17% digestibilidad de la materia seca superior al 62% y consumo superiores a 3 kg de materia seca por 100 kg de peso vivo, descendiendo rápidamente con el estado de madurez, aunque es recomendable utilizar frecuencias de corte entre 6 y 8 semanas a fin de no afectar los rendimientos y duración del pastizal, con lo cual se obtienen valores de proteína bruta entre 8-10%, digestibilidad de la materia seca de alrededor de 57% y consumo de 2,8 a 3 kg de materia seca por 100 kg de peso vivo.

Con el pasto bermuda cruzada-1 se obtienen henos y ensilajes de excelentes calidad cuando se utilizan frecuencias de corte de 6 a 8 semanas (Gutiérrez y col., 1979; Domínguez y Elías, 1981; Cáceres y Esperance, 1981), alcanzándose con ensilaje solo producciones de 5,8 kg de leche por vaca diariamente.

Las ganancias diarias de terneros están alrededor de 400 g, tanto cuando utilizamos el pasto bermuda cruzada-1 en forma de forraje (Valdés y col., 1982) como en pastoreo (Lamela, Alfonso y Simón, 1984) mientras que en sistema de pastoreo en seco, fertilización de 150 kg de N/ha/año y 2 a 5 toros por hectáreas, se ha alcanzado alrededor de 350 a 650 g de ganancia diaria por animal y 474 de 639 kg de ganancia por hectárea (Valdés y col., 1980; Valdés, Melina, 1980; Alfonso y col., 1981), lo cual indica las perspectivas para este fin, aunque los mejores resultados se han alcanzados en su utilización en sistema de pastos con riego, fertilización de 240 a 400 kg de N/ha/año y cargas aproximadamente de 3,5 vacas por hectárea, obteniéndose producciones de leche superior a 9 kg/vaca/día y 9 500 g/ha/año con vacas mestizas y de 13 kg/vaca/día y 15 000 kg/vaca/día/año con vacas altas productoras (Jerez, Herrera, 1977; Jerez y col., 1977; Echeverría y col., 1981; Hernández y Roseta, 1983; Lamela y col., 1984), indicándose que su mejor utilización debe ser para la producción de leche en los sistemas con riego y fertilización nitrogenada entre 200 y 400 kg/ha/año.



## CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Características ecológicas

#### Condiciones climáticas de Cuba

Cuba esta situada en la zona tropical entre 23°17'9" y 19°49'36" longitud Norte y 74°87'52" y 84°57'54" longitud Oeste, caracterizada por altas temperaturas del aire o intensidad de la radiación solar y dos estaciones o períodos climáticos bien determinados; el período lluvioso y cálido que existe desde mayo-octubre y otro de pocas lluvias y ecológicamente más seco y menos cálido que se extiende desde noviembre-abril. Su radiación solar ha sido estimada en 470 y 370 calorías por cm<sup>2</sup> diarios para la época lluviosa y poco lluviosa respectivamente. La temperatura promedio oscila de 20°C (enero, mes más frío) a 29°C (julio-agosto, meses más calurosos). La precipitación es alrededor de 1 500 mm/año con casi el 80% de las mismas entre los meses de mayo y octubre. La evaporación diaria es de 8-10 mm/día de abril a septiembre y de 6-8 mm/día de octubre a marzo. La humedad relativa promedio es de 60 a 80% para seca y lluvia respectivamente (Atlas Geográfico de Cuba, 1970).

#### Condiciones ecológicas del área experimental

##### Situación geográfica del área experimental

Los trabajos experimentales se llevaron a cabo en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", la cual se encuentra situada en la zona central de la provincia de Matanzas (zona occidental de Cuba), en el punto geográfico determinado por los 22°48'7" de latitud Norte y los 81°2' de longitud Oeste a una altura de 19,01 m sobre el nivel del mar (Anon, 1971).

#### Características climatológicas del área experimental

En la tabla 1 se presentan las principales características climáticas del área experimental, registradas en los años en que fueron realizados los experimentos, pudiéndose observar que las temperaturas en el período de mayo-octubre (época de lluvia) son superiores a las medias anuales y de noviembre-enero (época de seca) son inferiores, destacándose enero como el mes de más bajas temperaturas y julio y agosto los más calurosos.

Tabla 1. Principales características climáticas del área experimental (promedio 7 años, 1976-1982).

Meses	Temperatura °C			Lluvia (mm)	Humedad relativa (%)	Evaporación (mm)
	Máxima	Mínima	Media			
Enero	25,5	13,3	19,9	42,8	76,4	101,4
Febrero	27,6	13,8	20,7	51,2	73,4	139,2
Marzo	30,0	16,1	23,1	47,5	70,0	192,2
Abril	31,1	17,6	24,2	96,8	69,4	213,9
Mayo	31,9	20,1	26,0	254,7	76,4	183,2
Junio	32,2	21,6	26,9	250,4	80,4	161,7
Julio	33,0	21,5	27,3	141,1	78,4	185,4
Agosto	33,0	21,6	27,3	145,3	79,7	188,5
Septiembre	32,6	21,3	27,0	219,7	81,9	143,4
Octubre	30,6	20,2	25,4	124,9	83,0	134,2
Noviembre	29,1	17,8	23,5	49,8	81,0	114,0
Diciembre	28,0	15,7	21,9	30,1	79,4	113,2
Total promedio	30,5	18,4	24,5	1454,3	77,5	1870,3
Mayo/octubre (lluvia)	32,2	21,1	26,7	1136,1	80,0	996,4
Nov./enero (seca)	28,7	15,7	22,2	318,2	74,9	873,9

El promedio de lluvias es de 1 454,3 mm, siendo el período mayo-octubre el de mayor precipitación, con el 78,1% del total anual, con 1 136,1 mm, mientras que el período de noviembre-abril es de solamente 318,2 mm, destacándose los meses mayo-junio con las mayores precipitaciones y diciembre con las menores precipitaciones.

El promedio anual de la humedad relativa es de 77,5%, inferior al período mayo–octubre (80%) y superior a la de noviembre–abril (época de seca) con solamente un 74,9% de la humedad relativa promedio.

Las mayores evaporaciones ocurren en la época de mayo–octubre, aunque inferiores a las lluvias ocurridas en ese período, mientras que aún siendo inferiores las evaporaciones de seca (noviembre–abril) que la época de lluvia, estas resultan muy superiores a las precipitaciones ocurridas, lo cual nos indica la necesidad de riego en la época de noviembre–abril y no así en la época de mayo–octubre, aunque en julio–agosto resultaron algo inferiores las lluvias que las evaporaciones.

Como se puede apreciar, existen diferencias considerables entre la época señalada como lluviosa (mayo–octubre) y poco lluviosa (noviembre–abril) en todos los parámetros climáticos registrados.

### **El suelo del área experimental**

Los suelos utilizados para desarrollar el trabajo experimental son Ferralíticos Rojos, de relieve llano y rápida desecación. Son arcillosos sobre una base de roca caliza dura y cavernosa; cuyos rasgos morfológicos sobresalen en el de ser profundos con una notable uniformidad en el perfil, siendo su uniformidad química la más importante característica, no mostrando cambios apreciables hasta profundidades de más de 4,5 m.

La acción de la meteorización ha disminuido la presencia de carbonato de calcio y ha aumentado la de aluminio y hierro. El perfil entre 0-10 cm es de color rojo a rojo pardo por la presencia de materia orgánica, presenta escaso sistema radicular y algunas concreciones de hierro. A la profundidad de 10 y 30 cm el color rojo es más intenso y hay mayor compactación, se encuentra mayor cantidad de raíces y pocas concreciones y a partir de los 30 cm, el color rojo brillante está seco y el sistema radicular comienza a ser escaso, presenta un 30% de concreciones de hierro y el perfil se torna más variable (Anon, 1973; 1975).

En análisis químico realizado a estos suelos en Indio Hatuey reportó las siguientes características químicas: pH 6,03; materia orgánica 2,90%; nitrógeno 0,18%; fósforo 2,83 mg/100 g; potasio 7,14 mg/100 g y calcio 0,23%; (Remy, 1982) indicándose que los mismos han variado sus características originales por las fertilizaciones a que han sido sometidos durante muchos años.

### **Metodología general del trabajo**

Los materiales y métodos, así como las demás cuestiones específicas se describen en cada experimento en particular, por lo que en este capítulo solamente describiremos los métodos y procedimientos comunes a todos los experimentos.

Por su utilización práctica, economía y similitud con los bovinos, los ovinos son utilizados mundialmente para la determinación del valor nutritivo de los alimentos para los rumiantes (Maynard, 1947; Minson y col, 1960; Milford, 1960; Weise y Demarquilly, 1970; Chenost, 1972; Todoron, 1980; Venol y Flam, 1981; Barab y Bodia, 1982); e incluso a pesar de no poderse extrapolar los valores de consumo de los forrajes de una especie a otra (INRA, 1981; García y Cáceres, 1982); estos clasifican siguiendo en general el mismo orden, tanto si se ofrecen al ganado ovino, como al bovino, por lo que los experimentos fundamentales los hemos realizado con ovinos, aunque también se realizaron experimentos con vacas lecheras a fin de comprobar algunos de los resultados obtenidos con ovinos.

Para la determinación del valor nutritivo se utilizó el método de colección total de heces fecales y pesajes de alimentos y residuos, utilizando 6 carneros adultos (2 a 4 años de edad) castrados con pesos vivos de 37 a 40 kg y alojados en jaulas de metabolismo individuales para los experimentos de comparación de especies, efecto de la edad, época, fertilización nitrogenada y cantidad de forraje ofrecido y 6-8 vacas de 2 a 3 lactaciones en producción de leche y alojadas individualmente en boxes de 4 x 4 m en los experimentos de utilización de los forrajes en vacas lecheras. En los forrajes a medir, fueron utilizadas las parcelas con un corte de uniformidad el día medio de la semana (miércoles), para que al evaluarlo tuviera la edad  $x \pm 2$  días, teniendo las parcelas que fueron utilizadas en carneros, entre 1 500 a 2 500 m<sup>2</sup>, mientras que las utilizadas en vacas tenían de 1,5 a 2 ha, fertilizándolas inmediatamente después del corte de uniformidad con urea, superfosfato triple y cloruro de potasio, de forma tal que guardará una relación de 2:1:2 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, distribuyendo el N después de cada corte y el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en dos veces al año, al inicio y al final de la época de lluvia. En la época de riego se utilizó el riego a razón de 250 m<sup>3</sup>/ha (50 mm aproximadamente) cada 15-20 días. Una vez que los rebrotes alcanzaron la edad de cosecha, se comenzó la adaptación del forraje durante 9 a 10 días y a continuación se realizaron los períodos de medición por los días (sábado y domingo) que no se realizó medición, pero que sí se continuó ofreciendo el mismo forraje o sea que cada período experimental consta de 5 días de medición. El forraje se cortó diariamente en horas de la mañana, realizando el corte con una máquina frontal o a mano para los experimentos con carneros troceándolo a 2 ó 3 cm en una máquina estacionaria; mientras que en los experimentos con vacas se cortó con una cosechadora de arrastre, que troceaba entre 5-10 cm,

suminiéndolo directamente sin retrocearlo. El forraje se suministró a los animales dos veces al día (8:00 a.m. y 2:00 p.m.) a voluntad (10% de residuo excepto en los experimentos de efecto de la cantidad de forraje), pesándolo en toda ocasión y el residuo se recogió en todos los casos antes de la comida de la mañana, momento en que también se recolectaban las heces y se pesaban individualmente. En el momento de pesaje de alimentos y residuos, se tomaban 300 g de muestras y al pesar las heces, un 10% de las mismas en fresco por cada animal. Inmediatamente, se llevaban a una estufa de ventilación forzada para ser secadas a 80°C durante 48 horas (peso constante) aproximadamente, afín de determinar el contenido de materia seca en alimentos ofrecidos, residuos y heces fecales de cada muestra y se calculaba el consumo y la digestibilidad de la materia seca individualmente afín de determinar si existía algún error experimental o dificultad con algún animal, eliminando la muestra en caso de existir alguna dificultad e inmediatamente se procedía a unir las muestras diarias por animal para ser enviadas a laboratorio y analizado el contenido de cenizas, nitrógeno y fibra según el método AOAC (1960) y determinar el contenido de materia orgánica por diferencia de 100% de materia seca y cenizas, realizándose por triplicado todos los análisis. A continuación se realizan los cálculos correspondientes a la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta (N x 6,25) y fibra y el consumo en base al peso vivo y peso metabólico ( $P^{0,75}$ ) por cada animal y de los contenidos energéticos de proteína bruta digeribles según los métodos analíticos descritos por investigaciones francesas (INRA) 1978; Vermorel, 1976; Verité y Demarquilly, 1978); adaptados a nuestras condiciones (García y Cáceres, 1984.).

### Valor energético

En nuestro país tradicionalmente se han expresado los aportes de los alimentos y las necesidades de los rumiantes en energía digestible y metabolizable, introduciéndose recientemente las expresiones en energía neta (García y Cáceres, 1984), razón por la cual se presentan todas las formas de expresión en el documento.

Por otra parte, en nuestro país es utilizada actualmente como unidad de medida la caloría (Kcal o Mcal) para expresar el valor energético motivo por el cual todas las ecuaciones han sido confeccionadas para expresarla en esa unidad de medida de la energía el Jules (KJ o MJ), por lo que todos los valores energéticos obtenidos en los resultados se transformarán a esta unidad multiplicando por 4,185.

### Energía bruta (EB)

$EB = 4\,543 + 2,0113 \times PB \pm 32,8$   $r = 0,935^{***}$ , expresándose la PB (proteína bruta – N x 6,25) en g/kg de materia orgánica y la EB en kcal/kg de materia seca, multiplicando por el por ciento de materia orgánica y dividiendo por 100.

### Energía digestible (ED)

$ED = EB \times dEB$ , donde la ED se expresa en kcal por kg de materia seca y la dEB (digestibilidad de la energía bruta) en por ciento calculándose esta última a partir de la digestibilidad de la materia orgánica expresada en por ciento (dMO%) en la ecuación siguiente:

$$dEB = 1,0087 \times dMO - 0,372 \quad r = 0,996^{***}$$

### Energía metabolizable (EM)

$EM = ED = ED \times \frac{EM}{ED}$  donde la EM y ED se expresa en kcal por kg de materia seca y la relación  $\frac{EM}{ED}$  se calcula a partir de la ecuación siguiente:

$$\frac{EM}{ED} = 0,8286 - (8,77 \times 10^{-5} \times FB) - 1,74 \times 10^{-4} \times PB + 0,024NA$$

con  $r = 0,90^{***}$ , donde FB (fibra bruta del forraje consumido) y PB (proteína bruta del forraje consumido) se expresan en gramos por kg de materia seca y NA es el nivel de alimentación que se obtiene al dividir el consumo de materia orgánica digerible (CMOD) en g por kg de  $P^{0,75}$  (peso metabólico que realiza el animal del forraje específico entre 23 para los carneros y 55 para las vacas, lo cual corresponde al consumo de materia orgánica necesario para el mantenimiento de estos animales respectivamente.

$$NA = \frac{CMOD (g/kg P^{0,75})}{23 (g/kg P^{0,75})} \quad \text{ó} \quad \frac{CMOD}{55} \quad \text{debiéndose}$$

Además sustituir el coeficiente 0,8286 por 0,8240 para los cálculos con vacas o bovinos en general

### **Energía neta leche neta (ENL) y energía neta engorde (ENE)**

La ENL es utilizada para el cálculo en rumiantes en producción de leche o no y en los que encuentran en mantenimiento o crecimiento moderado (<700 g de ganancia por día en bovinos) mientras que la ENE utilizada para animales de crecimiento rápido, calculándose a partir de las ecuaciones siguientes:

$$\text{ENL} = \text{EM} \text{KL} \text{ donde } \text{KL} = 0,463 + 0,24 \text{ g } \text{ y } \text{ ENE} = \text{EM} \times \text{Kmf}, \text{ donde } \text{Kmf} = \frac{0,3358q^2 + 0,6508q + 0,005}{0,9235q + 0,2830}$$

Expresándose ambas energías en kcal por kg de materia seca y donde  $q = \frac{\text{EM}}{\text{EB}}$  y KI y Kmf corresponden a la eficiencia de la utilización de la EM (energía metabolizable) para la producción de leche y engorde respectivamente.

### **Valor proteico**

En nuestro país se ha utilizado tradicionalmente la proteína bruta (PB = nitrógeno total x 6,25) y ocasionalmente la proteína bruta digestible (PBD) como forma de expresión del aporte nitrogenado de los alimentos y de las necesidades de este nutriente en los rumiantes; sin embargo, desde hace tiempo se conocen sus limitaciones, ya que la primera solo mide la cantidad que entra en el rumen y la segunda cantidad de PB, que desaparece aparentemente en el rumen, sin tener en cuenta el destino de las mismas. Ambas expresiones no diferencian proteínas de diferentes calidades, si tienen en cuenta la síntesis microbiana, o sea que no miden el valor nitrogenado real, que es la cantidad de aminoácidos de la ración que se observe en el intestino delgado y proceden en parte de la proteína del alimento que escapa de la degradación microbiana del rumen y en parte de la proteína microbiana sintetizada a partir del nitrógeno degradable del alimento y del nitrógeno endógeno. Teniendo en cuenta lo antes expresado se ha comenzado a introducir el sistema de proteína verdadera realmente digestible en el intestino delgado (PDI) que ha sido originalmente desarrollado por Journet y Verité (1978) y que ha sido adaptada a nuestras condiciones (García y Cáceres, 1984c), siendo esta expresión la suma de la proteína digestible del alimento que no se ha degradado en el rumen (PDIA) y de la proteína microbiana digestible es (PDIM) y en la cual cada alimento tiene dos valores nitrogenados; uno limitado por su contenido en nitrógeno degradable en el rumen (PDIN = PDIA + PDIME). Estos dos valores permiten calcular el valor nitrogenado real de un alimento, el cual en el caso de los alimentos que se ofrecen solos, corresponde al menor valor de PDI, mientras que el valor mayor indica solamente el potencial PDI del alimento. Cuando se confecciona una ración, es necesario equilibrar el valor de PDIE con el PDIN y ambos con los requerimientos de PDI de los animales (tienen un solo valor de PDI como requerimiento), lo cual se puede lograr con la suplementación de nitrógeno no proteico (urea), en el caso que la limitante sea PDIN (si presenta menor valor).

Con proteína verdadera (torta de soya u otro) cuando la limitante es PDIE (si presenta el menor valor de PDI).

El sistema de expresión PDI permite una mejor utilización de los forrajes y del nitrógeno proteico por lo cual ofrece ventajas económicas en la alimentación de los rumiantes.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, presentaremos en este trabajo los resultados en todos los sistemas explicados, de los cuales explicaremos a continuación el procedimiento a seguir para realizar los cálculos.

### **Proteína bruta (PB)**

La PB, no es más que la cantidad de nitrógeno total multiplicado por 6,25 pudiendo expresarse en por ciento y en gramos por kg y que en nuestro caso lo relacionaremos con el 100% de la materia seca de los forrajes.

### **Proteína bruta digestible (PBD)**

La proteína bruta digestible se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{PBD} = \frac{\text{PB} \times \text{dPB}}{100} \quad \text{donde la PBD y PB se expresa en gramos por kg de materia seca y la dPB (digestibilidad de la proteína bruta) en por ciento}$$

### **Proteína digestible en intestino (PDI)**

La proteína digestible en intestino (PDI) tiene dos formas de expresión la PDIE y la PDIN, por lo que para su determinación se utilizan cálculos y ecuaciones diferentes y que describiremos a continuación:

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

$$PDIA = PIA \times dr$$

$$PIA = PB \times 0,455$$

$$dr = \frac{PIA - PANDI}{PIA}$$

$$PANDI = PBND - 0,501 - 0,033 \text{ MOD} - 0,009 \text{ MOND}$$

$$PDIME = 75,6 \times \text{MOD}$$

donde PIA significa proteína alimentaria que llega al intestino delgado PB a  $N \times 6,25$  dr es la digestibilidad real en intestino, PANDI es la proteína bruta no digestible del alimento, MOD la materia orgánica no digestible, todo expresado en gramos por kg de materia seca.

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

siendo PDIA el mismo valor para ambas ecuaciones y calculándose así de igual forma, por lo que solamente será necesario calcular PDIMN, realizándose por la ecuación siguiente:

$$PDIMN = 0,305 \times PB, \text{ donde PB se expresa en g/kg de materia seca}$$

En todos los experimentos se utilizó un diseño de clasificación simple (completamente aleatorizado) en los animales, aplicándose la prueba de rango múltiple de Duncan (1955) para hacer las comparaciones entre las medias y en los experimentos de efecto de la cantidad de alimento se aplicó además la correlación y regresión simple.

### **Consideraciones económicas**

Con el fin de complementar los resultados biológicos y hacer más confiable las conclusiones y recomendaciones que se deriven de los mismos se realizaron algunas consideraciones económicas en base a los costos de cada uno de los forrajes y nutrientes en los experimentos con carneros y en el costo de nutrientes y mantenimientos energéticos y proteico de una vaca tipo de 400 kg de peso vivo, en el experimento de vacas lecheras. Para determinar el costo de la tonelada de forraje verde se tendrá en cuenta los insumos y operaciones en cada caso en particular hasta la cosecha del forraje, las cuales no describiremos en nuestro trabajo por lo extenso de las mismas y no ser objetivo nuestro el realizar un análisis económico detallado. Las consideraciones económicas se basarán por tanto en el costo del forraje y sus contenidos de nutrientes haciendo énfasis principalmente en el costo. PDIN, por ser la mayor limitante nutritiva en todos nuestros forrajes, y en la energía neta leche (ENL), se expresa dando el costo en 100 MJ de ENL y por kg de PDIN afín de hacer más fácil las comparaciones, ya que los requerimientos de mantenimiento de los animales están en esas proporciones aproximadamente, aunque mantendremos en nuestras condiciones económicas los costos de la tonelada de materia seca y proteína bruta a fin de poder realizar las comparaciones con otros trabajos del área tropical.

### CAPÍTULO III. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO

Como se puede apreciar en la revisión bibliográfica se han encontrado diferencias apreciables del valor nutritivo entre las especies forrajeras, en otros países, razón por la cual realizamos estas evaluaciones afín de conocer la repetibilidad de estos resultados en nuestras condiciones y si se justifican las determinaciones del valor nutritivo en el proceso de selección de nuevas especies forrajeras, tal como se ha establecido en el esquema de evaluación en nuestro país.

#### Materiales y métodos

Para estudiar la influencia de las especies forrajeras sobre el valor nutritivo y rendimientos de nutrimentos fueron seleccionadas las seis gramíneas más utilizadas actualmente en el país o que tienen más perspectivas de extenderse y que presentan características o hábitos de crecimiento marcadamente diferente según se puede apreciar en la revisión de la literatura, siendo las siguientes: king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) y sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*), ambas altas y erectas; guinea likoni (*Panicum maximum*) y buffel biloela (*Cenchrus ciliaris*) de altura media, erectas y que forman macollas; estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*) y bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*) del tipo rastreras.

Se realizaron 14 períodos experimentales en cada una durante 2 años de evaluación, para un total de 84 períodos experimentales de 5 días cada uno, utilizando la metodología descrita en carneros. La fertilización con N se realizó después de cada corte, distribuyéndola de forma tal (60 kg/ha/corte) que al final de cada año de evaluación se hubieran aplicado 400 kg de N/ha/año, mientras que el fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ) se aplicó en dos ocasiones al año en la época de lluvia hasta completar 200 y 400 kg/ha al año respectivamente. La edad de corte fue de 8 semanas en la época de lluvia y 10 semanas en la época de seca para el king grass y sorgo forrajero, mientras que guinea likoni, buffel, estrella y bermuda se cosecharon a las 6 y 8 semanas para la lluvia y seca respectivamente, edades que se han considerado como óptimas para el corte de estas especies en los estudios de rendimiento de forraje.

#### Resultados

##### Composición química

En los contenidos de materia seca, materia orgánica y proteína bruta (tabla 2) se presentan diferencias muy altamente significativas ( $P < 0,001^{***}$ ) entre especies, no así en el contenido de fibra bruta. Como se puede apreciar, los valores más altos de materia seca corresponden a las especies rastreras (estrella y bermuda), situándose a continuación las de porte medio (buffel y guinea) y por último los de porte alto (sorgo y king grass), sin presentar diferencias entre las especies de hábitos de crecimientos similares, presentándose el contenido de materia orgánica algo parecido, pues las rastreras (estrella y bermuda) presentan los valores más altos sin diferencias entre ellas y a continuación el sorgo y el king grass que no difieren entre sí y los valores más bajos corresponden a guinea seguida del buffel, con diferencias significativas entre ambas. En cuanto al contenido de proteína bruta, no se presenta un orden por hábito de crecimiento, pues el valor más alto lo presenta el sorgo, seguido de bermuda, guinea y estrella, mientras que los valores más bajos corresponden al buffel y al king grass, por lo que parece ser que este nutriente responde a características fisiológicas individuales de cada especie. El no haberse encontrado diferencias en el contenido de fibra, posiblemente se deba a que seleccionamos la mejor edad de corte para cada especie, pues normalmente a iguales edades se han encontrado diferencias considerables entre estos con valores más altos en el king grass, estrella y buffel.

Tabla 2. Composición química (%) de las especies forrajeras.

Especies	Materia seca	Materia orgánica en base seca	Proteína bruta en base seca	Fibra bruta en base seca
King grass	17,9 <sup>c</sup>	88,4 <sup>b</sup>	6,28 <sup>d</sup>	32,8
Sorgo	18,7 <sup>c</sup>	89,7 <sup>b</sup>	10,15 <sup>a</sup>	31,3
Guinea	23,8 <sup>b</sup>	86,3 <sup>c</sup>	8,08 <sup>bc</sup>	33,2
Buffel	25,7 <sup>ab</sup>	84,1 <sup>d</sup>	6,91 <sup>cd</sup>	33,3
Estrella	28,7 <sup>a</sup>	92,2 <sup>a</sup>	7,71 <sup>bcd</sup>	33,4
Bermuda	27,0 <sup>ab</sup>	92,4 <sup>a</sup>	8,71 <sup>ab</sup>	33,9
ES $\bar{X}$	1,01	0,54	0,52	0,76
Significación	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	NS

### Digestibilidad (%) de los principales nutrientes

Como se puede apreciar en la tabla 3, la digestibilidad de la materia orgánica, fibra y energía bruta presentan diferencias muy altamente significativas ( $P < 0,001$ ), entre especies, mientras que en la digestibilidad de la proteína bruta la diferencia tiene una menor significación ( $P < 0,05$ ).

Tabla 3. Digestibilidad aparente (%) de los principales nutrientes de 6 especies forrajeras.

Especies	Materia orgánica	Proteína bruta	Fibra	Energía bruta
King grass	64,2 <sup>a</sup>	53,9 <sup>bc</sup>	66,6 <sup>ab</sup>	64,7 <sup>ab</sup>
Sorgo	64,9 <sup>a</sup>	62,3 <sup>a</sup>	68,5 <sup>a</sup>	65,8 <sup>a</sup>
Guinea	56,8 <sup>bc</sup>	59,3 <sup>ab</sup>	60,7 <sup>c</sup>	58,0 <sup>cd</sup>
Buffel	59,7 <sup>b</sup>	56,5 <sup>abc</sup>	63,1 <sup>bc</sup>	60,2 <sup>bcd</sup>
Estrella	56,1 <sup>c</sup>	50,9 <sup>c</sup>	60,2 <sup>c</sup>	57,1 <sup>d</sup>
Bermuda	57,0 <sup>bc</sup>	59,3 <sup>ab</sup>	62,1 <sup>c</sup>	58,0 <sup>cd</sup>
ES $\bar{X}$	1,10	2,48	1,30	1,14
Significación	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	NS

Los valores más altos de la digestibilidad de la materia orgánica correspondieron al king grass y sorgo, sin diferencia entre sí, siguiéndola en orden buffel y guinea, con valores intermedios y el valor más bajo el estrella; coincidiendo este orden con el obtenido en la digestibilidad de la energía bruta, lo cual era de esperar, pues están estrechamente relacionadas.

El sorgo presenta el valor más alto de digestibilidad de la proteína bruta, siguiéndole en orden decreciente, pero sin diferencias significativa la guinea likoni, bermuda cruzada y buffel, correspondiéndole los valores inferiores al king grass y estrella jamaicano, coincidiendo con el contenido de proteína bruta de estas especies, lo cual era de esperar, pues en la digestibilidad aparente de este nutriente y su contenido, existe una estrecha relación generalmente.

La digestibilidad de la fibra más elevada se alcanza en sorgo y king grass, sin diferencia entre ellas, y a continuación en orden descendiente se sitúa el buffel, que no presenta diferencia con el king grass ni con la bermuda, guinea likoni y estrella que presentaron las menores digestibilidades de la fibra.

### Contenido energético (MJ/kg de materia seca consumida)

En la tabla 4 se presentan los valores de energía bruta, digestible, metabolizable, neta leche y neta engorde, pudiéndose apreciar que existen diferencias muy altamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre las especies en toda forma de expresión de las mismas. Los valores de energía bruta más altos corresponden a bermuda cruzada y estrella jamaicano, siguiéndole en orden descendiente el sorgo forrajero, sin diferencia con el estrella jamaicano, mientras que el king grass y guinea likoni presentan valores intermedios sin diferencias entre sí y el valor más bajo lo presenta el buffel biloela, coincidiendo el orden con los contenidos de proteína bruta y materia orgánica de las especies, debido a la relación que existe entre estos nutrientes y la proteína bruta. Sin embargo, el orden en energía digestible, que como hemos visto se relaciona con el contenido de materia orgánica y su digestibilidad, corresponde el valor más elevado a king grass que difiere del resto de las variedades, siguiéndola en orden bermuda, estrella, sorgo y buffel que no difieren entre sí, mientras que guinea likoni presenta el valor más bajo, la cual no difiere con el sorgo y el buffel, apreciándose aproximadamente el mismo orden en energía metabolizable, en el cual se nota menos diferencia. El contenido de energía neta leche y engorde, que en definitiva son las más importantes, presenta menos variaciones en las especies forrajeras, siendo superiores en king grass y sorgo que difieren del resto de las especies que no presentan diferencias entre sí.

Tabla 4. Contenido energético en cada kilogramo de materia seca ingerida de 6 especies forrajeras (MJ).

Especies	Energía bruta	Energía digestible	Energía metabolizable	Energía neta leche	Energía neta engorde
King grass	17,288 <sup>c</sup>	11,199 <sup>a</sup>	9,182 <sup>b</sup>	5,424 <sup>a</sup>	5,286 <sup>a</sup>
Sorgo forrajero	17,970 <sup>b</sup>	10,140 <sup>ed</sup>	9,747 <sup>ca</sup>	5,771 <sup>a</sup>	5,687 <sup>a</sup>
Guinea likoni	17,075 <sup>c</sup>	9,651 <sup>d</sup>	8,102 <sup>e</sup>	4,670 <sup>b</sup>	4,373 <sup>b</sup>
Buffel biloela	16,648 <sup>d</sup>	10,023 <sup>ed</sup>	8,161 <sup>ed</sup>	4,746 <sup>b</sup>	4,491 <sup>b</sup>
Estrella jamaicano	18,163 <sup>ab</sup>	10,370 <sup>c</sup>	8,516 <sup>de</sup>	4,901 <sup>b</sup>	4,570 <sup>b</sup>
Bermuda cruzada-1	18,305 <sup>a</sup>	10,596 <sup>b</sup>	8,667 <sup>cd</sup>	5,005 <sup>b</sup>	4,683 <sup>b</sup>
Significación	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$

### Contenido de proteína digestible (g/kg de materia seca consumida)

En la tabla 5 se presentan los contenidos de proteína digestible por kg de materia seca consumida en sus tres formas de expresión pudiéndose observar que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) entre las especies estudiadas, pasa la PBD y PDIE, mientras que en PDIN se presentan diferencias más bajas ( $P < 0,05$ ), lo cual está influenciado por la alta variabilidad de este parámetro en las determinaciones realizadas. Los valores más altos de PED se alcanzan en el sorgo forrajero y bermuda cruzada, situándose a continuación, guinea likoni que no difiere con bermuda, mientras que los valores más bajos se presentaron en king grass, buffel biloela y estrella jamaicano, lo cual está relacionado con el contenido de proteína bruta de las especies. Cuando se observan los resultados de PDIE y PDIN, se puede apreciar aproximadamente el mismo orden que presentan las especies en el contenido de PED, aunque con valores superiores en su mayoría. Algo interesante que se puede notar en esta tabla es el cambio que ocurre en king grass, el cual presenta un alto valor de PDIN, lo que está relacionado con su alto contenido de materia orgánica digestible.

Tabla 5. Contenido energético en cada kilogramo de materia seca ingerida de 6 especies forrajeras (MJ).

Especies	PBD	PDIE	PDIN
King grass	34,07 <sup>c</sup>	67,18 <sup>abc</sup>	43,04 <sup>c</sup>
Sorgo forrajero	63,61 <sup>a</sup>	75,00 <sup>a</sup>	61,87 <sup>ab</sup>
Guinea likoni	49,05 <sup>bc</sup>	62,11 <sup>bc</sup>	49,66 <sup>c</sup>
Buffel biloela	39,74 <sup>c</sup>	60,52 <sup>c</sup>	43,46 <sup>c</sup>
Estrella jamaicano	39,16 <sup>c</sup>	59,86 <sup>c</sup>	45,18 <sup>c</sup>
Bermuda cruzada-1	55,23 <sup>ab</sup>	79,28 <sup>a</sup>	69,82 <sup>a</sup>
ES $\bar{X}$	4,74	2,60	9,44
Significación	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,05$

En esta tabla podemos observar que los valores de PBD y PDIN, que es la proteína verdaderamente utilizable por el animal, son superiores a los PBD en la mayoría de los casos, con lo cual se demuestra lo señalado en la metodología experimental sobre las ventajas del sistema PDI y las diferencias significativas del sistema de expresión de proteína bruta digestible (PBD).

### Consumo de forrajes y nutrientes diarios

El consumo de forrajes y nutrientes de las diferentes especies forrajeras se presentan en la tabla 6, en la cual se puede apreciar que existen diferencias significativas en todos los parámetros estudiados ya sea del forraje verde, así como de la materia seca y nutrientes, pudiéndose observar que el consumo en verde, expresado en grasas por animal y en gramos por peso metabólico ( $P < 0,075$ ), que realizan los carneros diariamente, las especies más consumidas son king grass, sorgo y guinea likoni, mientras que las menos consumidas son bermuda cruzada, estrella y buffel; sin embargo, cuando se expresan los consumos en base a materia seca los resultados cambian considerablemente, pues en las especies estrella y bermuda que tenían un valor de consumo en verde, son las que presentan un mayor consumo de materia seca, mientras que king grass y sorgo presentan el menor valor, manteniéndose el mismo orden en guinea likoni que presenta el valor más alto de consumo de materia seca y buffel biloela con el menor valor, pudiéndose explicar estas variaciones por el alto contenido de agua (bajo por ciento de materia seca) de las especies king grass y sorgo y en le buffel biloela por su menor valor nutritivo; coincidiendo los resultados de consumo de materia orgánica expresados en g/kg  $P < 0,75$  con los de consumo de materia seca.

Al contrario de lo que ocurre en lo anteriormente expresado, cuando analizamos el consumo de materia seca digestible, solo se encontraron diferencias significativas entre el buffel y el resto de las especies, las cuales no presentan diferencias entre sí, lo que indica que estas dos expresiones no son muy confiables en la comparación del valor nutritivo, pues como veremos a continuación, los parámetros que sí nos dan un valor real, por ser los utilizados para el requerimiento del animal, tales como la energía metabolizable (EN), energía neta leche (ENL), energía neta engorde (ENE) y las proteínas digestibles (PBD, PDIE y PDIN), si presentan diferencias apreciables.

### Rendimientos por hectárea anual de forrajes y nutrientes

Los rendimientos de forraje en verde y en base seca, así como de los diferentes nutrientes, se presentan en la tabla 7, pudiéndose apreciar diferencias considerables entre las especies con similar hábito de crecimiento. El



Capítulo III. Estudio de la influencia de las especies forrajeras sobre el valor nutritivo

mayor rendimiento de forraje verde se obtiene con king grass, siguiéndole en orden descendente el sorgo forrajero y la guinea likoni que no difieren entre sí y a continuación se sitúan el buffel biloela, bermuda cruzada-1 y estrella jamaicano con diferencias apreciables entre sí, manteniéndose el mismo orden en el resto de los rendimientos, excepto en el sorgo forrajero que cambia su orden de producción de materia seca y nutrientes debido a que su contenido de agua es elevado como en el king grass que también presenta un bajo contenido de materia seca, pero que es compensado por su alta producción de forraje verde, aunque debido a su bajo contenido de nitrógeno, el rendimiento de proteína bruta y proteína digestible se ve reducido, resultando inferiores en el sorgo forrajero y guinea likoni. En el rendimiento de ENL el primer lugar lo ocupa el king grass, segundo guinea likoni y sorgo, tercero buffel y bermuda cruzada y por último estrella jamaicano. Si comparamos las especies por hábito de crecimiento, podemos observar que el king grass es superior al sorgo en la mayoría de los parámetros de rendimientos, excepto en proteína bruta y digestible; guinea likoni es superior a buffel biloela y bermuda cruzada a estrella jamaicano.

Tabla 6. Consumo de forraje y nutrientes diarios realizados por carneros en 6 especies forrajeras.

	Especies					
	King grass	Sorgo forrajero	Guinea likoni	Buffel biloela	Estrella jamaicano	Bermuda cruzada-1
Materia verde (g/animal)	4 873 <sup>a</sup>	4 550 <sup>a</sup>	4 276 <sup>a</sup>	3 123 <sup>c</sup>	3 529 <sup>b</sup>	3 579 <sup>b</sup>
Materia seca (g/animal)	870 <sup>b</sup>	850 <sup>b</sup>	1 019 <sup>a</sup>	803 <sup>b</sup>	1 013 <sup>a</sup>	966 <sup>a</sup>
Materia verde (g/kg P <sup>0,75</sup> )	306,5 <sup>a</sup>	286,2 <sup>ab</sup>	268,9 <sup>b</sup>	196,4 <sup>d</sup>	221,9 <sup>c</sup>	225,1 <sup>c</sup>
Materia seca (g/kg P <sup>0,75</sup> )	54,7 <sup>b</sup>	53,4 <sup>b</sup>	64,1 <sup>a</sup>	50,5 <sup>b</sup>	63,9 <sup>a</sup>	60,8 <sup>a</sup>
Materia orgánica (g/kg P <sup>0,75</sup> )	48,4 <sup>b</sup>	47,9 <sup>b</sup>	55,3 <sup>a</sup>	42,5 <sup>b</sup>	58,7 <sup>a</sup>	56,2 <sup>a</sup>
Materia seca (Dig. g/kg P <sup>0,75</sup> )	33,1 <sup>a</sup>	33,2 <sup>a</sup>	33,4 <sup>a</sup>	29,6 <sup>b</sup>	34,5 <sup>a</sup>	33,5 <sup>a</sup>
Materia orgánica (Dig. g/kg P <sup>0,75</sup> )	37,1 <sup>a</sup>	31,1 <sup>a</sup>	31,4 <sup>a</sup>	25,4 <sup>b</sup>	32,9 <sup>a</sup>	32,0 <sup>a</sup>
Energía metabolizable (MJ/kg P <sup>0,75</sup> )	503,7 <sup>c</sup>	522,8 <sup>b</sup>	537,4 <sup>ab</sup>	414,0 <sup>d</sup>	544,3 <sup>a</sup>	528,2 <sup>b</sup>
Energía neta leche (MJ/kg P <sup>0,75</sup> )	296,7 <sup>b</sup>	308,2 <sup>ab</sup>	299,3 <sup>b</sup>	239,7 <sup>c</sup>	312,2 <sup>a</sup>	304,2 <sup>b</sup>
Energía neta engorde (MJ/kg P <sup>0,75</sup> )	289,1 <sup>ab</sup>	303,7 <sup>a</sup>	280,3 <sup>a</sup>	226,8 <sup>c</sup>	291,1 <sup>a</sup>	284,7 <sup>b</sup>
PEM (MJ/kg P <sup>0,75</sup> )	1,905 <sup>c</sup>	3,458 <sup>a</sup>	3,190 <sup>a</sup>	2,015 <sup>bc</sup>	2,564 <sup>abc</sup>	3,004 <sup>ab</sup>
PDIE (MJ/kg P <sup>0,75</sup> )	3,675 <sup>c</sup>	4,005 <sup>b</sup>	3,982 <sup>b</sup>	2,572 <sup>b</sup>	3,514 <sup>c</sup>	4,820 <sup>a</sup>
PDIN (MJ/kg P <sup>0,75</sup> )	2,354 <sup>d</sup>	3,304 <sup>b</sup>	3,183 <sup>b</sup>	2,195 <sup>d</sup>	2,878 <sup>c</sup>	4,245 <sup>a</sup>

Tabla 7. Rendimientos de forraje y nutrientes por hectárea al año (promedio de 2 años de evaluación).

Indicadores del rendimiento	Especies forrajeras					
	King grass	Sorgo forraje	Guinea likoni	Buffel biloela	Estrella jamaicano	Bermuda cruzada-1
Forraje verde (t)	152,0	107,5	106,3	82,9	59,6	73,3
Materia seca (t)	27,2	20,1	25,3	21,3	17,1	19,8
Materia seca digest. (t)	16,4	12,4	13,4	12,4	9,2	10,9
Materia orgánica (t)	24,0	18,0	21,8	17,9	15,8	18,3
Materia orgánica digest. (t)	15,4	11,7	12,4	10,7	8,9	10,4
Proteína bruta (t)	1,71	2,04	2,04	1,47	1,32	1,73
Proteína bruta digest. (t)	0,92	1,27	1,21	0,83	0,67	1,09
PDIN (t)	1,17	1,24	1,26	0,93	0,77	1,38
Energía metabolizable (Miles de MJ)	249,8	195,9	205,1	173,7	145,6	171,6
Energía neta leche (Miles de MJ)						

### Costos de los forrajes y nutrientes

En la tabla 8 se presentan los costos de los forrajes y nutrientes de las especies estudiadas, pudiéndose observar que se presentan diferencias entre las mismas en los costos de todos los parámetros estudiados, especialmente en las especies de igual hábito de crecimiento. El orden de las especies en cuanto al costo de

### Capítulo III. Estudio de la influencia de las especies forrajeras sobre el valor nutritivo

los diferentes elementos es variable al igual que ocurre con los parámetros de valor nutritivo y rendimiento de nutrientes, pudiéndose destacar que a pesar del menor costo de la tonelada de forraje verde del king grass, los nutrientes, especialmente los nitrogenados se encarecen extraordinariamente, aunque su energía está entre los menos costosos. Se destacan por el alto costo de los nutrientes el sorgo y buffel y por su menor costo las especies guinea likoni, bermuda cruzada y king grass.

Tabla 8. Costos de los forrajes y nutrientes

Especies	Costos en pesos cubanos						
	Forraje verde (t)	MS (t)	PB (t)	kg PB digest.	kg PDIN	100 MJ EM	100 MJ ENL
King grass	3,15	17,60	280,00	0,52	0,41	0,19	0,32
Sorgo forrajero	5,51	29,47	290,36	0,47	0,48	0,39	0,51
Guinea likoni	4,08	17,14	212,60	0,36	0,35	0,21	0,37
B. biloela	4,94	19,23	278,59	0,49	0,44	0,24	0,41
Estrella jamaicano	6,49	22,62	293,03	0,58	0,50	0,27	0,46
Bermuda cruzada-1	5,46	20,21	231,34	0,39	0,29	0,23	0,40

Haciendo un balance entre el costo del kg de PDIN y de ENL y estableciendo un orden de mérito, podemos ver que los forrajes más económicos son los de guinea likoni y bermuda cruzada-1, siguiéndole king grass, buffel y los menos económicos el sorgo forrajero y el estrella jamaicano.

#### Discusión

Las diferencias en el contenido de fibra entre especies forrajeras ha sido reportada por algunos investigadores (Chenost, 1973; Olubajo y Oyenuga, 1975 y Arroyo y col., 1975; Crespo y col., 1981), sin embargo en nuestro trabajo no hemos encontrado diferencia, debido posiblemente a que hemos utilizado edades de cosecha óptimas en cada especie para su comparación y el gran número de mediciones realizadas, coincidiendo nuestros resultados con los obtenidos en estas especies en Cuba, cuando hemos promediado los resultados de un número elevado de mediciones (Machado y col., 1978; Gerardo y Oliva, 1979a, 1979b, 1982; Gerardo y Ortiz, 1981; Oquendo y col., 1983).

Arroyo y Rivera (1961) han reportado diferencias en la digestibilidad de la energía y contenido de proteína bruta digestible y energía en gramíneas de diferentes hábitos de crecimiento y también en las de iguales hábitos de crecimiento, lo cual ha sido confirmado en nuestros resultados en los diferentes hábitos de crecimiento, mientras que en las plantas similares, solamente se presentaron diferencias en el contenido de proteína bruta digestible y no en la digestibilidad y contenido de energía.

Borges (1966) ha expresado que las diferencias en el contenido de proteína bruta en especies tropicales, ocasionan diferencias en el contenido y producción de proteína bruta digestible, sin embargo no siempre se cumple esto, pues los parámetros mencionados no solamente dependen del contenido de proteína bruta, sino también de la digestibilidad de este nutriente y del rendimiento de forraje en cada especie en particular, tal como ha ocurrido en nuestro caso en bermuda cruzada-1, estrella jamaicano y guinea likoni, las cuales presentaron iguales contenidos de proteína bruta, sin embargo sus contenidos y producciones de proteína bruta digestible son totalmente diferentes.

Aunque ha sido señalado por algunos autores la no existencia de relación entre el contenido de agua de los forrajes y el consumo de materia seca (Holmes y Lang, 1963; Phillips y Lankin, 1964), considero que los bajos consumos de materia seca en king grass y sorgo forrajero deben estar relacionados con sus altos contenidos de agua como ha sido reportado en pastos tropicales por Butterworth (1961) y Halley y Dougall (1962), pues no parecen existir otros factores que puedan limitar el consumo de materia seca, ya que ambas especies alcanzan los contenidos de nutrientes y digestibilidad que pueden permitir, según han expresado Blaxter y Wilson (1963), Wilford y Minson (1966). Minson y Wilford (1967) y Hibbs y Conrad (1978), el normal proceso digestivo en los animales y que no afecten físicamente el consumo.

Jonson y col. (1967a) han expresado que en la ingestión de proteína bruta digestible y de energía están estrechamente relacionado con el contenido de estos nutrientes en la planta, lo cual puede ser quizás aplicado a especies forrajeras muy similares y no ser generalizado para todas las especies, pues en nuestros resultados hemos encontrado que en especies con iguales contenidos de estos nutrientes, el consumo de los mismos es totalmente diferente, pues existe el efecto de las diferencias de consumo de materia seca entre las especies, que generalmente tiene mayor importancia que el contenido de estos nutrientes, como ha sido señalado por varios investigadores (Paladines y De Alba, 1963; Vicente-Chandler, 1965; Milford y Minson, 1965-1966).

### *Capítulo III. Estudio de la influencia de las especies forrajeras sobre el valor nutritivo*

La composición química, digestibilidad de materia seca y otros nutrientes digestibles (Arroyo y Rivera, 1961; Burton y col., 1967; McCroskey y col., 1968; Haveland y col., 1971; Louis y col., 1979; Soto y col. 1980; Herrera, 1980, 1981; Roche y Vera, 1981; Legel, 1981; Cesar, 1981; Schultze-Kraft, 1983), los consumos de materia seca (Paladines y De Alba, 1963; Reid, 1965; Vicente-Chandler, 1965; Milford y Minson, 1965, 1966; Waldo y col., 1970; Arroyo y col., 1973; Boudet, 1975; Naegelé, 1977; Gutiérrez y col., 1978; Hutton, 1978) y materia seca digestible expresados en gramos por kg de peso metabólico (Wilson, 1971, 1972; Chenost, 1973; Olubajo y Oyenuga, 1975; Silva, 1977; Gutiérrez y col., 1978) y los rendimientos y costos de materia seca y proteína bruta digestible (Paretas, 1976; Soldevilla y col., 1979; López y col., 1981; Crespo y col., 1981; Paretas y col., 1981; Machado y Pedraza, 1981; Machado y Muñoz, 1982; Remy, 1982; Machado y Gerardo, 1983) han sido utilizados como indicadores del valor nutritivo y calidad de los forrajes en los estudios agronómicos y de selección de nuevas especies y variedades, en los cuales efectivamente hemos encontrado diferencias entre las especies en nuestro trabajo; sin embargo cuando comparamos los resultados obtenidos por estos indicadores y los obtenidos con los consumos, rendimientos y costos de sustancias nitrogenadas digestibles (PBD y PDIN) y energéticos (energía metabolizable y neta), que son en definitiva los utilizados por los animales para su mantenimiento y producción, hemos encontrado que las especies no toman el mismo orden, por lo que considero que estos indicadores expresan más adecuadamente el valor nutritivo de los forrajes tal como ha sido indicado por algunos investigadores (Johnson y col., 1967a; García-Trujillo, 1977; Hibbs y Conrad, 1978; Lippke, 1980; Abate y col., 1981) y en general la diferencia entre las especies, que los tradicionalmente utilizados por la gran mayoría de los investigadores para el estudio de los forrajes.

Como conclusión, podemos decir que efectivamente existen diferencias entre especies en el valor nutritivo y calidad, debiendo hacerse las comparaciones en base a los consumos, rendimientos y costos de sustancias nitrogenadas digestibles (PBD o PDIN) y energéticas (energía metabolizable o neta leche) afín de tener una mayor confiabilidad de los resultados.

Tomando como base los indicadores recomendados, encontramos que el orden de la calidad de las especies estudiadas es el siguiente: bermuda cruzada-1, guinea likoni, king grass, sorgo forrajero, buffel biloela y estrella jamaicano.

## CAPÍTULO IV. INFLUENCIA DE LA EDAD DE COSECHA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES

Aunque se ha generalizado la idea de que el valor nutritivo de las plantas forrajeras disminuye con la edad o avance del estado de madurez hemos podido observar en la revisión de la literatura que en las gramíneas tropicales no siempre se cumple esto, existiendo resultados contradictorios al respecto, variando con las especies, tratamientos, condiciones edafoclimáticas y otras condiciones en que han sido realizadas las evaluaciones, así como los parámetros o mediciones en que se han basado los investigadores, incluyéndose en muy pocos casos las mediciones de consumos y rendimientos de nutrientes, los cuales como hemos visto en el capítulo anterior son de suma importancia para realizar un análisis integral del problema. Teniendo en cuenta lo antes expresado y la no existencia de estudios integrales sobre el tema en nuestro país, es por lo que realizamos el estudio de la influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de tres gramíneas forrajeras tropicales.

### Materiales y métodos

Para estudiar la influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo y rendimientos de nutrientes fueron seleccionados los pastos king grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*), guinea likoni (*P. maximum*) y bermuda cruzada-1, fueron los de mejor comportamiento en el estudio de comparación de especies en sus respectivos hábitos de crecimiento y son los más utilizados o presentan mayor perspectivas de ser extendidos en las áreas forrajeras del país.

Debido a que en nuestras condiciones es extremadamente difícil y muy poco preciso determinar el grado de madurez por el estado fisiológico de las gramíneas forrajeras a estudiar, hemos decidido basar los criterios de estado de madurez por la edad de cosecha, o sea por los días ya transcurridos entre las cosechas.

Se utilizaron frecuencias de corte de 49, 56, 63 y 70 días en king grass 35, 42, 49 y 56 en guinea likoni y 28, 35, 42, 49 y 56 en bermuda cruzada-1 y fertilizaciones de 400 kg de N/ha/año, en todos los casos se realizaron 5 pruebas con carneros en king grass y guinea likoni y 7 en bermuda cruzada-1 en cada una de las edades evaluadas para un total de 20 períodos experimentales en cada uno de los dos primeros pastos y 35 en bermuda cruzada-1, según la metodología experimental descrita anteriormente.

### Resultados

#### Influencia de la edad sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes en king grass

Se encontraron diferencias entre las edades en el contenido de materia seca, proteína bruta y fibra, incrementándose la materia seca y fibra y disminuyendo la proteína bruta a medida que el pasto tuvo mayor edad mientras que el contenido de materia orgánica y energía bruta no se vieron afectados (tabla 9).

Tabla 9. Composición química del pasto king grass a diferentes edades.

Edad (días)	Materia seca (%)	Materia orgánica (%) base seca	Proteína bruta (b.s.) (%)	Fibra (%) (b.s.)	Energía bruta (b.s.) MJ/kg
49	14,6 <sup>a</sup>	86,1	8,64 <sup>a</sup>	30,5 <sup>a</sup>	17,12
56	16,2 <sup>ab</sup>	87,6	7,98 <sup>ab</sup>	31,2 <sup>ab</sup>	17,30
63	17,0 <sup>b</sup>	88,2	6,48 <sup>bc</sup>	33,2 <sup>bc</sup>	17,28
70	18,1 <sup>b</sup>	89,0	5,80 <sup>c</sup>	34,2 <sup>c</sup>	17,40
ES $\bar{X}$	P<1,38	0,99	0,85	1,21	0,155
Signif.	P<0,05	NS	P<0,01	P<0,05	NS

La digestibilidad (tabla 10) de los diferentes componentes nutritivos disminuyó con la edad, siendo el descenso más acentuado entre los 63 y 70 días, con las mayores diferencias en la digestibilidad de la proteína bruta, lo cual coincide con el descenso de su contenido.

Los contenidos de energía por kg de materia seca consumida (tabla 11) no presentan diferencias significativas entre las edades, aunque existe la tendencia a disminuir con la edad del pasto, siendo más acentuada la disminución entre los 63 y 70 días, mientras que por el contrario en la proteína digestible si existen diferencias significativas (tabla 12). El consumo de forrajes y nutrientes (tabla 13) disminuyen con el incremento de la edad, aunque como se puede observar, las diferencias significativas se obtienen cuando existen dos o más semanas de diferencia en la edad.

*Capítulo IV. Influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

Los rendimientos (tabla 14) de forraje y energía se incrementan con la edad, mientras que los de proteína bruta y digestible disminuyen, especialmente después de los 56 días, pudiéndose observar que realmente los incrementos de energía son muy pequeños a partir de esta edad, mientras que los rendimientos de proteína disminuyen considerablemente.

Tabla 10. Digestibilidad (%) del pasto king grass a diferentes edades.

Edad (días)	Materia seca	Materia orgánica	Proteína bruta	Fibra	Energía bruta
49	62,8 <sup>a</sup>	66,7 <sup>a</sup>	59,8 <sup>a</sup>	70,4 <sup>a</sup>	67,1 <sup>a</sup>
56	62,3 <sup>a</sup>	65,9 <sup>a</sup>	56,2 <sup>a</sup>	67,4 <sup>ab</sup>	66,3 <sup>a</sup>
63	59,6 <sup>b</sup>	64,5 <sup>ab</sup>	51,4 <sup>b</sup>	67,8 <sup>ab</sup>	65,0 <sup>ab</sup>
70	56,5 <sup>c</sup>	61,5 <sup>b</sup>	45,1 <sup>c</sup>	64,1 <sup>b</sup>	61,9 <sup>b</sup>
ES $\bar{x}$	1,64	1,88	4,37	2,19	1,90
Signif.	P<0,05	P<0,05	P<0,001	P<0,01	P<0,05

Tabla 11. Valores energéticos (MJ/kg MS) del king grass a diferentes edades.

Edad	EB	ED	EN	ENL	ENE
49	17,12	11,46	9,40	5,59	5,50
56	17,30	11,51	9,44	5,61	5,52
63	17,28	11,22	9,20	5,44	5,31
70	17,40	10,77	8,78	5,13	4,91
Signif.	NS	NS	NS	NS	NS

Tabla 12. Valores proteicos digestibles (g/kg MS) del king grass a diferentes edades.

Edad	PBD	PDIE	PDIN
49	53,4 <sup>a</sup>	73,6 <sup>a</sup>	56,6 <sup>a</sup>
56	48,0 <sup>a</sup>	70,7 <sup>a</sup>	51,2 <sup>ab</sup>
63	33,5 <sup>ab</sup>	68,2 <sup>ab</sup>	42,2 <sup>b</sup>
70	26,5 <sup>b</sup>	59,6 <sup>b</sup>	35,9 <sup>b</sup>
ES $\bar{x}$	6,89	3,19	4,91
Signif.	P<0,05	P<0,05	P<0,05

Tabla 13. Consumo de forraje y nutrientes del pasto king grass a diferentes edades.

Edad	Forraje verde	Materia seca		MS digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	ENL (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	Proteína digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )
		g/día	g/día P <sup>0,75</sup>			
49	6 145	898	56,5 <sup>a</sup>	35,4 <sup>a</sup>	316 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>
56	5 241	849	53,4 <sup>ab</sup>	32,2 <sup>a</sup>	300 <sup>ab</sup>	2,73 <sup>ab</sup>
63	4 770	811	51,0 <sup>bc</sup>	30,2 <sup>b</sup>	277 <sup>bc</sup>	2,15 <sup>bc</sup>
70	4 383	793	49,9 <sup>c</sup>	28,1 <sup>b</sup>	256 <sup>c</sup>	1,79 <sup>c</sup>
ES $\bar{x}$	-	-	1,70	0,88	17,8	0,37
Signif.	-	-	P<0,05	P<0,001	P<0,05	P<0,05

Tabla 14. Rendimientos de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto king grass a diferentes edades.

Edad (días)	Forraje verde (t)	MS (t)	MS digest. (t)	PB (t)	PDIN (t)	ENL (miles de MJ)
49	206,8	30,2	20,1	2,609	1,709	168,7
56	214,2	34,7	22,9	2,769	1,777	194,6
63	217,6	37,0	23,9	2,398	1,561	201,3
70	219,8	39,8	24,5	2,308	1,429	204,0

Los costos del forraje y energía (tabla 15) disminuyen con la edad, mientras que en los de proteína ocurre lo contrario a partir de los 56 días de edad, en la cual se presenta el menor costo, por lo que podemos decir que al igual que en el valor nutritivo y rendimientos de nutrientes, la edad de cosecha influye sobre los costos de los nutrientes en el king grass.

**Influencia de la edad sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de hierba guinea likoni**

La composición química del pasto guinea likoni se presenta en la (tabla 16), pudiéndose observar que el contenido de materia se incrementó con la edad, mientras que el contenido de proteína bruta disminuyó, no existiendo influencia de las edades estudiadas sobre los contenidos de materia orgánica, fibra y energía bruta.

Tabla 15. Influencia de la edad de cosecha del king grass sobre los costos de forrajes y nutrientes.

Costos en pesos cubanos					
Edades	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	PDIN (kg)	100 MJ de ENL
49	2,80	19,17	221,94	0,339	0,343
56	2,72	16,79	210,41	0,328	0,299
63	2,67	15,70	242,28	0,372	0,289
70	2,64	14,58	251,42	0,406	0,284

Tabla 16. Composición química del pasto guinea likoni a diferentes edades.

Edad (días)	Materia seca (MS) %	Materia orgánica (MO) %	Proteína bruta (PB) %	Fibra bruta (FB) %	Energía bruta (EB) MJ/kg MS
35	21,9 <sup>b</sup>	86,7	9,46 <sup>a</sup>	32,10	17,21
42	22,8 <sup>b</sup>	87,2	8,12 <sup>b</sup>	33,34	12,20
49	23,7 <sup>b</sup>	86,2	7,58 <sup>bc</sup>	33,48	17,14
56	25,3 <sup>a</sup>	86,5	7,12 <sup>c</sup>	31,86	17,10
ES $\bar{x}$	0,9622	0,9787	0,8352	1,5382	0,1754
Signif.	P<0,001	NS	P<0,05	NS	NS

La digestibilidad de los nutrientes (tabla 17) se ve más afectada por la edad que la composición química, pues como se puede observar, solamente en la digestibilidad de la energía no se presentaron diferencias significativas entre las edades, aunque si existe la tendencia a disminuir con las frecuencias de corte más largas, mientras que por el contrario, el contenido de proteína digestible (tabla 18 y 19) sí presentaban diferencias significativas entre las edades, siendo la cosecha a los 35 días la que presenta los valores más altos.

Tabla 17. Digestibilidad (%) del pasto guinea likoni a diferentes edades.

Edad (días)	MS	MO	PB	FB	EB
35	55,7 <sup>a</sup>	61,1 <sup>a</sup>	66,4 <sup>a</sup>	63,8 <sup>a</sup>	61,6
42	53,0 <sup>a</sup>	57,6 <sup>ab</sup>	59,6 <sup>b</sup>	63,3 <sup>a</sup>	59,2
49	50,3 <sup>ab</sup>	55,0 <sup>bc</sup>	57,4 <sup>bc</sup>	59,8 <sup>ab</sup>	55,8
56	47,7 <sup>b</sup>	51,4 <sup>c</sup>	55,6 <sup>c</sup>	56,2 <sup>b</sup>	57,1
Signif.	P<0,01	P<0,001	P<0,01	P<0,01	NS

Tabla 18. Valores energéticos (MJ/kg materia seca) del pasto guinea likoni a diferentes edades.

Edad	Energía bruta	Energía digestible	Energía metabolizable	Energía neta leche	Energía neta engorde
35	17,267	10,642	8,722	5,152	5,009
42	17,200	10,195	8,366	4,829	4,583
49	17,138	9,579	7,843	4,537	4,290
56	17,096	10,103	7,947	4,470	4,122
ES $\bar{x}$	0,1754	0,3678	0,2641	0,1998	0,2634
Signif.	NS	NS	NS	NS	NS

Tabla 19. Valores proteicos digestibles (g/kg MS) del pasto guinea likoni a diferentes edades.

Edad	PBD	PDIE	PDIN
35	62,9 <sup>a</sup>	73,1 <sup>a</sup>	61,8 <sup>a</sup>
42	49,3 <sup>b</sup>	62,5 <sup>b</sup>	50,0 <sup>b</sup>
49	45,1 <sup>b</sup>	60,8 <sup>b</sup>	47,9 <sup>b</sup>
56	44,3 <sup>b</sup>	58,2 <sup>b</sup>	45,3 <sup>b</sup>
ES $\bar{x}$	7,17	4,60	5,86
Signif.	P<0,01	P<0,01	P<0,01

#### Capítulo IV. Influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes

En el consumo de forrajes y nutrientes (tabla 20), solamente se presentan diferencias significativas en el consumo de energía y proteína digestible, aunque existen tendencias a la disminución en todos los demás parámetros medidos a medida que avanza la edad de cosecha.

Tabla 20. Consumo de forraje y nutrientes del pasto guinea likoni.

Edad	Forraje verde g/día	Materia seca		MS digestible g/kg P <sup>0,75</sup>	ENL Kj/kg P <sup>0,75</sup>	PD g/kg P <sup>0,75</sup>
		g/día	g/kg P <sup>0,75</sup>			
35	4599	1009	63,5	35,4	327 <sup>a</sup>	3,92 <sup>a</sup>
42	4464	1017	64,0	33,9	309 <sup>a</sup>	3,20 <sup>b</sup>
49	4069	966	60,7	30,5	275 <sup>b</sup>	2,91 <sup>bc</sup>
56	3371	989	62,2	32,1	278 <sup>b</sup>	2,82 <sup>c</sup>
ES $\bar{x}$	-		2,84	1,68	30,0	0,43
Signif.			NS	NS	P<0,05	P<0,01

Los rendimientos por área (tabla 21) de forraje, energía y proteína bruta se incrementan con la edad, aunque con una tendencia a ser menor el incremento a medida que el pasto se hace más maduro; mientras que por el contrario, los rendimientos de proteínas digestibles disminuye considerablemente.

Los costos de forrajes y nutrientes en la hierba guinea likoni están influenciados por la edad de cosecha, disminuyendo a medida que se incrementa la edad, aunque se puede notar un ligero incremento del costo del kilogramo de proteína digestible de los 35 a 42 días de edad (tabla 22).

Tabla 21. Rendimiento de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto guinea likoni.

Edad (días)	Forraje verde (t)	MS (t)	MS digestible (t)	PB (t)	PDIN	ENL en miles de MJ
35	98,2	21,5	11,98	2,034	1,329	102,4
42	111,4	25,4	13,46	2,062	1,270	122,7
49	115,2	27,3	13,73	2,069	1,308	123,8
56	110,4	27,9	13,31	1,986	1,264	124,7

Tabla 22. Influencia de la edad de cosecha de guinea likoni sobre los costos de forrajes y nutrientes.

Costos en pesos cubanos					
Edad	Forraje verde (t)	MS(t)	PB (t)	PDIN (kg)	100 MJ de ENL
35	4,33	19,78	209,5	0,320	0,415
42	3,79	16,62	204,76	0,332	0,344
49	3,40	14,35	189,31	0,299	0,316
56	3,08	12,19	171,21	0,269	0,273

#### Influencia de la edad sobre el valor nutritivo y rendimientos de nutrientes en la hierba bermuda cruzada-1

La composición química del pasto bermuda cruzada-1 (tabla 23) se ve afectada por la edad, incrementándose el contenido de materia seca, materia orgánica y fibra disminuyendo la proteína bruta a medida que se incrementa la edad, mientras que el contenido de energía bruta, prácticamente no sufre variación.

Tabla 23. Composición química del pasto bermuda cruzada-1.

Edad	MS (%)	MO (%)	PB (%)	FB (%)	EB (MJ/kg MS)
28	21,5 <sup>b</sup>	91,1 <sup>b</sup>	10,53 <sup>a</sup>	32,6 <sup>bc</sup>	18,21
35	22,6 <sup>b</sup>	92,4 <sup>ab</sup>	9,18 <sup>ab</sup>	32,1 <sup>c</sup>	18,24
42	25,1 <sup>a</sup>	92,6 <sup>ab</sup>	7,68 <sup>b</sup>	33,6 <sup>bc</sup>	18,26
49	28,6 <sup>a</sup>	92,3 <sup>a</sup>	7,24 <sup>b</sup>	35,3 <sup>ab</sup>	18,14
56	30,4 <sup>a</sup>	93,5 <sup>a</sup>	7,03 <sup>b</sup>	37,7 <sup>a</sup>	18,31
ES $\bar{x}$	1,10	0,42	1,067	0,950	0,093
Signif.	P<0,001	P<0,05	P<0,05	P<0,01	NS



*Capítulo IV. Influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

La digestibilidad de los diferentes nutrientes (tabla 24) disminuye considerablemente con el incremento de la edad, presentándose diferencias altamente significativas entre las edades en todos los parámetros, evaluados ocurriendo lo mismo con el contenido de energía digestible, metabolizable y neta (tabla 25), las proteínas digestibles (tabla 26) y el consumo de forrajes y nutrientes (tabla 27), con los mejores resultados entre los 28 y 42 días de edad.

Tabla 24. Digestibilidad de los nutrientes (%) del pasto bermuda cruzada-1.

Edad	MS	MO	PB	FB	EB
28	58,1 <sup>a</sup>	62,3 <sup>a</sup>	69,5 <sup>a</sup>	64,9 <sup>a</sup>	61,2 <sup>a</sup>
35	60,8 <sup>a</sup>	58,6 <sup>b</sup>	63,3 <sup>b</sup>	60,3 <sup>b</sup>	59,2 <sup>a</sup>
42	55,1 <sup>b</sup>	57,3 <sup>b</sup>	52,1 <sup>c</sup>	58,1 <sup>c</sup>	56,3 <sup>ab</sup>
49	51,7 <sup>c</sup>	55,1 <sup>bc</sup>	51,8 <sup>cd</sup>	56,2 <sup>c</sup>	53,2 <sup>c</sup>
56	50,5 <sup>c</sup>	52,8 <sup>c</sup>	50,3 <sup>d</sup>	52,3 <sup>d</sup>	53,4 <sup>bc</sup>
ES $\bar{x}$	0,96	1,25	1,63	0,73	0,98
Signif.	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001

Tabla 25. Valores energéticos (MJ/kg MS) del pasto bermuda cruzada-1.

Edad	Energía bruta	Energía digestible	Energía metabolizable	Energía neta leche	Energía neta engorde
28	18,21	10,998 <sup>b</sup>	8,964 <sup>b</sup>	5,215 <sup>b</sup>	4,938 <sup>b</sup>
35	18,24	11,881	9,776 <sup>a</sup>	5,742 <sup>a</sup>	5,754 <sup>a</sup>
42	18,26	10,517 <sup>bc</sup>	8,629 <sup>c</sup>	4,963 <sup>c</sup>	4,650 <sup>bc</sup>
49	18,14	10,048 <sup>c</sup>	8,362 <sup>c</sup>	4,783 <sup>c</sup>	4,403 <sup>c</sup>
56	18,31	10,126 <sup>c</sup>	8,262 <sup>c</sup>	4,771 <sup>c</sup>	4,340 <sup>c</sup>
ES $\bar{x}$	0,093	0,204	0,172	0,122	0,147
Signif.	NS	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001

Tabla 26. Valores de proteínas digestibles (g/kg MS) del pasto bermuda cruzada-1.

Edad	PBD	PDIE	PDIN
28	68,16 <sup>a</sup>	79,90 <sup>a</sup>	68,24 <sup>a</sup>
35	55,23 <sup>b</sup>	75,04 <sup>b</sup>	58,18 <sup>b</sup>
42	42,70 <sup>c</sup>	64,67 <sup>c</sup>	47,26 <sup>c</sup>
49	35,20 <sup>cd</sup>	58,56 <sup>d</sup>	41,37 <sup>cd</sup>
56	31,53 <sup>d</sup>	56,36 <sup>d</sup>	36,38 <sup>d</sup>
ES $\bar{x}$	2,99	1,49	2,35
Signif.	P<0,001	P<0,001	P<0,001

Tabla 27. Consumo de forraje y nutrientes diarios del pasto bermuda cruzada-1.

Edad	Forraje verde g/animal	MS g/animal	MS g/kg P <sup>0,75</sup>	MS digestible g/kg P <sup>0,75</sup>	ENL Kj/P <sup>0,75</sup>	PDIN g/kg P <sup>0,75</sup>
28	4753	1020	64,2 <sup>ab</sup>	37,3 <sup>a</sup>	335 <sup>b</sup>	4,38 <sup>a</sup>
35	4522	1022	64,3 <sup>a</sup>	39,1 <sup>a</sup>	369 <sup>a</sup>	3,74 <sup>b</sup>
42	3837	1039	65,4 <sup>a</sup>	36,1 <sup>a</sup>	325 <sup>b</sup>	3,09 <sup>c</sup>
49	3574	964	60,6 <sup>bc</sup>	31,4 <sup>b</sup>	289 <sup>c</sup>	2,51 <sup>d</sup>
56	2956	899	56,5 <sup>c</sup>	28,6 <sup>b</sup>	269 <sup>c</sup>	2,06 <sup>d</sup>
ES $\bar{x}$	-	-	1,38	0,76	17,16	0,16
Signif.	-	-	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001

El rendimiento por área (tabla 28) de forraje; energía y proteína bruta se incrementan con la edad, mientras que por el contrario, el de proteína digestible disminuye considerablemente. Los costos de los forrajes y nutrientes (tabla 29) disminuyen con la edad de cosecha, aunque de una forma regular entre las edades estudiadas, o sea que la influencia de la edad sobre los costos de los nutrientes es variable de forma similar a lo que ocurre en el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes y en el caso del king grass el costo de la proteína se incrementó con la edad.



*Capítulo IV. Influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

Tabla 28. Rendimiento de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto bermuda cruzada-1.

Edad	Forraje verde (t)	MS (t)	MS digestible (t)	PB (t)	(PDIN) (t)	ENL en miles de MJ
28	78,1	16,8	9,8	1,7769	1,146	87,6
35	81,0	18,3	11,1	1,679	1,065	105,1
42	86,9	21,8	12,0	1,674	1,030	108,3
49	88,5	25,3	13,1	1,832	1,047	121,0
56	88,2	27,8	14,0	1,954	1,011	132,6

Tabla 29. Influencia de la edad de cosecha de bermuda cruzada-1 sobre los costos de forrajes y nutrientes.

Edades	Costos en pesos cubanos				
	Forraje verde (t)	MS (t)	PB (t)	kg (PDIN)	100 MJ de ENL
28	5,19	24,12	229,14	0,354	0,463
35	4,35	19,25	209,86	0,331	0,335
42	3,79	15,11	196,74	0,320	0,304
49	3,11	10,88	150,24	0,263	0,227
56	2,86	9,07	129,09	0,250	0,190

## Discusión

Los resultados obtenidos en la composición química y digestibilidad de los nutrientes en las tres especies estudiadas, indican un incremento en la materia seca y fibra a medida que se incrementa la edad, mientras que la proteína bruta disminuye, nutriente en el cual se aprecia un mayor efecto, pues desciende alrededor del 10-15% semanalmente, en tanto que la digestibilidad de los nutrientes desciende en todos los casos, coincidiendo con la mayoría de los reportes de la literatura (McCroskey y col., 1968; Tonme y Martinenko, 1972; Arroyo y col., 1975; Slepser y Mott, 1976; Pozo y Vohnout, 1977; Lippke, 1980; Rocha y Vera, 1981; Pecthier, 1983).

El descenso del valor nutritivo con la edad, tiene un comportamiento diferente en cada especie estudiada, observándose un mayor efecto en King grass que en las otras dos especies estudiadas, lo cual ratifica lo reportado por Schultze-Kraft (1983) que el estudiar especies de diferentes hábitos de crecimiento, encontró que en las de porte más alto, al descenso en el valor nutritivo era más acentuado.

El descenso de la digestibilidad de la materia seca fue como promedio de 0,3 a 0,4 unidades porcentuales diarias, algo superior a lo reportado por Minson (1971), lo cual puede deberse a comportamientos particulares de las especies estudiadas, pues en otros casos han sido reportado resultado similares a los nuestros (Butterworth, 1963; Grúene y col., 1965; Combellas y González, 1971; Goldind y col., 1976).

Los componentes energéticos sufrieron muy poca variación con la edad en tres especies estudiadas, pues aunque existió la tendencia a disminuir en algunos casos, no llegó a ser significativa en ninguna de las edades estudiadas coincidiendo con la reportado por César (1981), mientras que la digestibilidad de la energía bruta si sufrió una disminución coincidiendo nuestros resultados con los obtenidos por Boudet (1975) y Pizarro y col., (1981), aunque en la guinea likoni no llegó a ser significativa la diferencia.

Como ha sido reportado por varios investigadores (Sotomayor y col., 1974; Boudet, 1975; César, 1981), la digestibilidad y contenido de los compuesto nitrogenados digestibles, sufren la mayor disminución con el incremento de la edad en las especies estudiadas, disminuyendo entre el 30-50% el contenido de compuestos nitrogenados digestibles en solo 3-4 semanas, ocurriendo el menor efecto en la hierba guinea likoni, lo cual coincide con su menor variación en el contenido y digestibilidad de proteína bruta.

El consumo de materia seca y materia seca digestible disminuyó con la edad en king grass y bermuda cruzada-1, coincidiendo con la gran mayoría de los resultados de literatura (Grieve y col., 1965; Ruíz y Cairo, 1976; Hutton, 1978; Pizarro y col., 1981; Abate y col., 1981), no existiendo efecto en la guinea likoni, lo cual puede deberse a características de esta especie y también a que es la que menos variación sufrió de esta especie de esta especie y también a queso la que menos variación sufrió en el contenido de propina brutal, la cual estuvo siempre por encima del 7%, por lo que un factor menos que pudiera haber efectuado el consumo (Milford y Minson, 1966) así como también a que la fibra no se vio afectada por la edad, coincidiendo estos resultados con los reportados en esta y otras especies (Jonson y col., 1967c, Chenost, 1973; Gutiérrez y col., 1978) aunque ha sido reportado una disminución significativa en la variedad de hierba guinea estudiada por nosotros (Xandé, 1979), pero en diferentes condiciones completamente diferentes a las muestras, donde los consumos son más afectados que en nuestro país, aunque en definitiva, en los nutrientes que son utilizados por el animal, si encontramos influencia de la edad sobre el consumo de los mismos, coincidiendo con lo reportado por Pizarro y col., (1961) y Abate y col., (1981), disminuyendo el consumo de proteína digestible y energía neta en las tres especies estudiadas a medida que avanzó la madurez.

#### *Capítulo IV. Influencia de la edad de cosecha sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

Paladines y De Alba (1963) y Milford y Minson, (1965) señalan que las diferencias del valor nutritivo son apreciables cuando los intervalos de edad de cosecha son muy diferentes, con lo cual coinciden nuestros resultados, pues hemos podido apreciar que aunque existe la tendencia a disminuir en todo momento, sólo se hacen significativas las diferencias en la mayoría de los parámetros estudiados cuando existan dos o más semanas de diferencias en la edad.

El rendimiento de proteína bruta y proteína bruta digestible es superior en las edades más jóvenes, aunque pueden ser superiores en las edades más avanzadas en algunas especies, (Tomme y Martinenko, 1972), como ocurrió en el king grass a los 56 días con respecto a la edad inferior y guinea likoni a los 49 días con respecto a los 42, debido en ambos casos a que los contenidos y digestibilidad de la proteína bruta sufrieron muy poca disminución, mientras que el rendimiento de materia seca si se incrementó apreciablemente.

El costo de la energía disminuye con la edad en las tres especies estudiadas, debido a que el costo del forraje también disminuye mientras que el rendimiento de este nutriente por hectárea se incrementa con la edad, sin embargo, el costo de la proteína digestible no presenta las mismas características en las tres especies, pues en king grass se incrementa con la edad y en las otras dos especies disminuye, lo cual está dado por la poca variación del costo del forraje en el king grass y la gran disminución del rendimiento de este nutriente con la edad, ocurriendo lo contrario con las otras dos especies estudiadas.

Del análisis de nuestros resultados, podemos concluir que efectivamente existe una disminución del valor nutritivo a medida que avanza la madurez en las tres especies estudiadas, con los valores más altos en las plantas más jóvenes, sin embargo, no debe olvidarse en ningún momento el rendimiento de nutrientes por hectárea, lo cual es de suma importancia, como ha sido señalado por Movciciansh y Maiorova (1959) Tomme y Martinenko (1972) y Zafren (1977), en la explotación de los forrajes, al igual que los costos de los nutrientes, encontrado que los mejores resultados en estos dos indicadores, me coinciden exactamente a los obtenidos en el valor nutritivo, correspondiente a las edades de 49, 35 y 28 a 35 días los valores nutritivos más elevado para el king grass, guinea likoni y bermuda cruzada-1, mientras que analizando en conjunto todos los indicadores, las edades óptimas de cosecha fueron a los 56 días en king grass y 49 en guinea likoni y bermuda cruzada-1 por lo que debe tenerse en cuenta al estudiar los efectos de la edad en los forrajes, no solamente el valor nutritivo, sino también los rendimientos de nutrientes y si es posible los costos también, para poder llegar a conclusiones más precisas.

## CAPITULO V. INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES

Los resultados encontrados en la literatura sobre la influencia de la época del año en el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de los forrajes tropicales son contradictorios y muy limitados en los parámetros medidos e informaciones brindadas, siendo casi inexistentes en nuestro país los estudios sobre este problema como hemos visto se presentan dos épocas climáticas bien diferenciadas, lo cual nos motivó a realizar el presente estudio, con el fin de conocer si realmente existe o no influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de las gramíneas forrajeras en nuestras condiciones.

### Materiales y métodos

Para estudiar la influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes fueron seleccionadas las especies forrajeras king grass, guinea likoni y bermuda cruzada-1 ya establecida, las cuales fueron fertilizadas con 400-200-400 kg de NPK por hectárea al año y se utilizó riego en la época de seda, cosechándose cada 56, 42 y 35 días respectivamente, realizándose un total de 8 evaluaciones en king grass, 9 en guinea likoni y 12 en bermuda cruzada-1 en cada época del año.

El experimento tuvo una duración de dos años y se aplicó el procedimiento experimental descrito en el capítulo de metodología.

### Resultados

#### ***Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de king grass***

En la tabla 30 se presenta la composición y la digestibilidad de los nutrientes de king grass, pudiéndose observar que el contenido de materia seca y proteína bruta son superiores en la época seca, ocurriendo lo contrario en la fibra, mientras que la materia orgánica no se ve afectada por la época del año.

Tabla 30. Composición y digestibilidad (%) de los elementos nutritivos del pasto king grass.

Componentes	Composición		ES $\bar{x}$	Signif.	Digestibilidad		ES $\bar{x}$	Signif.
	Lluvia	Seca			Lluvia	Seca		
Materia seca (MS)	15,6	19,2	0,53	P<0,01	62,0	59,5	1,61	NS
Materia orgánica	89,6	87,3	0,80	NS	66,6	63,3	1,62	NS
Proteína bruta (PB)	5,55	6,84	0,41	P<0,05	47,5	55,9	3,86	P<0,01
Fibra bruta (FB)	35,1	30,6	0,76	P<0,001	70,5	63,9	1,57	P<0,01
Energía bruta (EB)	-	-	-	-	67,1	63,8	1,63	NS

En cuanto a la digestibilidad, los únicos nutrientes afectados son la proteína bruta y la fibra, aunque en sentido inverso, pues es superior la digestibilidad de la proteína bruta en la época seca y la fibra en la época lluvia, mientras que la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y energía bruta no presentan diferencias entre épocas, aunque como se puede apreciar, existe la tendencia a ser mayores en la época de lluvia.

Como se puede observar en la (tabla 31), de todas las formas de expresión de la energía, solamente en la digestible se presenta diferencia significativa, con valores superiores en la época de lluvia, aunque existe la misma tendencia en las demás; mientras que en el contenido de proteína digestible en todas sus formas de expresión ocurre lo contrario, siendo superiores en la época seca.

Tabla 31. Contenidos de energía (MJ) y proteína digestible (g) por kg de materia seca del pasto king grass.

Elementos nutritivos	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Significación
Energía bruta	17,485	17,159	0,125	NS
Energía digestible	11,732	10,947	0,250	P<0,05
Energía metabolizable	9,575	9,010	0,235	NS
Energía neta leche	5,721	5,307	0,172	NS
Energía neta engorde	5,503	5,143	0,223	NS
Proteína bruta digestible	26,4	39,6	4,32	P<0,05
PDIE	64,7	69,3	2,22	P<0,005
PDIN	36,0	48,3	3,05	P<0,05

## *Capítulo V. Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

Los valores de consumo de forrajes y nutrientes, especialmente el de este último, que es en definitiva la mejor expresión del valor nutritivo, son superiores en la época seca.

Con relación a los rendimientos de forrajes y nutrientes por hectáreas al año del king grass se puede decir que la producción de forraje y energía es generalmente más del doble en la época de lluvia, sin embargo, la producción de sustancias nitrogenadas, especialmente las digestibles, debido a su mayor contenido en la época de seca, no se ven tan afectadas alcanzándose entre un 50 a 60% más en la época de lluvia que en la seca; lo cual trae como consecuencia que el costo de los forrajes y nutrientes (tabla 32) también se vean afectados, disminuyendo en la época de lluvia alrededor de la mitad con relación a la seca.

Tabla 32. Influencia de la época sobre los costos de forrajes y nutrientes del king grass.

Época	Costos en pesos cubanos				
	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	kg proteína digestible (PDIN)	100 MJ de ENL
Seca	5,21	27,06	395,81	0,561	0,510
Lluvia	2,18	13,97	251,83	0,388	0,244
Incremento del costo (%)	140	94	57	45	109

### ***Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de la guinea likoni***

La composición química de la guinea likoni sufre variaciones significativas con la época del año, siendo superiores la materia seca y proteína bruta en la época seca, ocurriendo lo contrario con la materia orgánica y fibra, las cuales son superiores en lluvia, mientras que la digestibilidad de los nutrientes no se ven afectadas por la época aunque existe la tendencia a ser mayores en la época de lluvia (tabla 33).

Tabla 33. Composición y digestibilidad (%) del pasto guinea likoni en lluvia y seca.

Elementos nutritivos	Composición				Digestibilidad			
	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Signif.	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Signif.
MS	21,7	26,0	0,94	P<0,01	53,4	52,6	1,54	NS
MO	88,6	85,4	0,41	P<0,001	57,6	57,7	1,38	NS
PB	7,47	8,99	0,61	P<0,05	61,5	60,1	2,75	NS
FB	34,6	31,1	0,90	P<0,05	62,8	60,9	1,76	NS
EB	-	-	-	-	59,1	58,2	1,43	NS

El contenido energético y de sustancias nitrogenadas digestibles de guinea likoni se presentan en la (tabla 34) pudiéndose observar que la energía bruta y metabolizable son superiores significativamente en la época de lluvia, existiendo la misma tendencia en la energía digestible, neta leche y neta engorde, mientras que en las sustancias nitrogenadas digestibles ocurre lo contrario, presentándose los valores más altos en la época de seca, con diferencias significativas en todas sus excepciones.

Tabla 34. Contenido energético (MJ) y proteico (g) por kg de materia seca del pasto guinea likoni.

Nutrientes	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Significación
EB	17,464	16,970	0,093	P<0,01
ED	10,333	9,872	0,265	NS
EM	8,437	7,897	0,171	P<0,05
ENL	4,896	4,670	0,156	NS
ENE	4,633	4,382	0,189	NS
PBD	47,13	54,87	5,65	P<0,01
PDIE	61,1	65,1	3,27	P<0,05
PDIN	49,9	53,3	4,38	P<0,05

Como se puede apreciar en la (tabla 35) los consumos de materia seca digestible y energía neta de guinea likoni no sufrieron variaciones significativas entre épocas, aunque existe la tendencia a ser superiores en la época de seca, mientras que el consumo de proteína digestible sí es significativamente superior en esta época, incrementándose más del 13% con relación a la época de lluvia.

Los rendimientos de forrajes y nutrientes (tabla 36) son superiores en la época de lluvia y aunque en el caso de las sustancias nitrogenadas no llegan a presentarse las diferencias tan elevadas como ocurre en el forraje y

*Capítulo V. Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

energía, se incrementan alrededor del 60% en proteína bruta y más del 75% en proteína digestible en la época de lluvia, disminuyendo los costos de forrajes y nutrientes en esta época considerablemente (tabla 37).

Tabla 35. Consumo de forraje y nutrientes diarios de pasto guinea likoni en lluvia y seca.

Indicadores	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Significación
Forraje verde (g/animal)	4 423	3 912	-	-
Materia seca (g/animal)	959	1016	-	-
Materia seca (g/kg P <sup>0,75</sup> )	60,3	63,9	1,79	Ns
Materia seca digest. (g/kg P <sup>0,75</sup> )	32,2	33,6	1,44	Ns
Energía neta (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	295,2	298,4	17,87	Ns
Proteína digest. (g/kg P <sup>0,75</sup> )	3,01	3,41	0,40	P<0,05

Tabla 36. Rendimiento de forrajes y nutrientes por hectárea al año del pasto guinea likoni en lluvia y seca.

Época	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Materia seca digestible (t)	Proteína bruta (t)	Proteína digestible PDIN (t)	Energía neta leche en miles de MJ
Seca	34,3	8,9	4,68	0,800	0,474	41,6
Lluvia	77,5	16,8	8,97	1,255	0,838	82,3
Incremento en lluvia (%)	126	88,8	91,7	56,9	76,8	98

Tabla 37. Influencia de la época sobre los costos de forrajes y nutrientes de guinea likoni.

Costos en pesos cubanos						
Época	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	Proteína digestible (kg)	100 MJ de ENE	
Seca	6,97	26,09	290,26	0,490	0,558	
Lluvia	2,97	13,70	183,41	0,275	0,280	
Incremento del costo (%)	128	90	58	78	99	

***Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes en bermuda cruzada-1***

En el pasto bermuda cruzada-1 el contenido de materia seca (MS) es superior en la época de seca, mientras que la materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), y energía bruta (EB) no sufren variación, sin embargo, la digestibilidad de todos estos elementos si presentan diferencias entre épocas, encontrándose los valores más altos de digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y fibra en la época de lluvia y de la proteína en la época de seca (tabla 38).

Tabla 38. Composición y digestibilidad (%) del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca.

Nutrientes	Composición				Digestibilidad			
	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Signif.	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Signif.
MS	25,1	29,8	0,87	P<0,05	57,4	53,3	1,30	P<0,05
MO	92,2	92,6	0,75	NS	60,3	55,8	1,15	P<0,01
PB	7,88	7,81	0,45	NS	54,4	58,3	2,49	P<0,05
FB	34,2	34,6	0,74	NS	66,0	60,8	1,35	P<0,01
EB	-	-	-	-	60,7	56,3	1,16	P<0,01

Los contenidos de energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) energía neta leche, (ENL) y energía neta engorde (ENE) por kilogramo de materia seca del pasto bermuda cruzada-1 presentan diferencias significativas entre épocas, con los mayores valores en la época de lluvia; mientras que por el contrario, los

*Capítulo V. Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

valores de proteínas digestibles, y energía bruta (EB) no presentaron diferencias significativas en esta especie (tabla 39).

El consumo de forraje verde del pasto bermuda es muy superior en la época de lluvia, sin embargo, cuando se expresan los consumos en materia seca y nutrientes, no se presentan diferencias significativas entre épocas (tabla 40).

Al igual que en los anteriores pastos, en bermuda cruzada-1 existe una mayor producción de forrajes y nutrientes en la época de lluvia, aunque las diferencias entre épocas son algo inferiores, excepto en los elementos nitrogenados, que la diferencia a favor de la época de lluvia es superior (tabla 41), ocurriendo algo similar en los costos de los forrajes y nutrientes (tabla 42), disminuyendo alrededor de la mitad en la época de lluvia.

Tabla 39. Contenido energético (MJ) y proteico (g) por kg de materia seca del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca.

Nutrientes	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Significación
EB	18,180	18,259	0,090	Ns
ED	11,019	10,266	0,209	P<0,05
EM	9,090	9,065	0,179	P<0,01
ENL	5,307	4,821	0,127	P<0,01
ENE	5,064	4,453	0,155	P<0,01
PBD	46,3	47,3	4,54	NS
PDIE	67,6	65,9	2,78	NS
PDIN	49,9	50,7	3,60	NS

Tabla 40. Consumo de forraje y nutrientes diarios del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca.

Indicadores	Lluvia	Seca	ES $\bar{x}$	Significación
Forraje verde (g/animal)	3 999	3 323	-	-
Materia seca (g/animal)	1004,6	990,7	-	-
Materia seca (g/kg P <sup>0,75</sup> )	63,2	62,3	1,50	NS
Materia seca dig. (g/kg P <sup>0,75</sup> )	36,5	33,3	1,42	NS
Energía neta (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	335,4	300,3	20,80	NS
Proteína digest. (g/kg P <sup>0,75</sup> )	3,15	3,16	0,28	NS

Tabla 41. Rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto bermuda cruzada-1 en lluvia y seca.

Época	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Materia seca digestible (%)	Proteína bruta (t)	Proteína Digestible PDIN (t)	Energía neta leche en miles MJ
Seca	24,2	7,2	3,84	0,562	0,365	34,7
Lluvia	50,2	12,6	7,23	0,993	0,629	66,9
Incremento en lluvia (%)	107	75	88	77	72	93

Tabla 42. Influencia de la época sobre los costos de forrajes y nutrientes de bermuda cruzada-1.

Época	Costos en pesos cubanos				
	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	Proteína digestible (kg)	100 MJ de ENL
Seca	8,76	29,44	377,21	0,581	0,611
Lluvia	4,12	16,41	208,28	0,329	0,309
Incremento del costo (%)	113	79	81	77	98

## **Discusión**

En las tres especies estudiadas se encontró un mayor contenido de humedad en la época de lluvia, lo cual debía haber limitado el consumo de materia seca (Butterworth, 1961; Halley y Dougall, 1962), sin embargo, esto solamente ocurrió en el king grass, debido a que fue el único en que el contenido de materia seca estuvo alrededor de los valores que han sido reportado como limitantes (19%) en el consumo de los forrajes (Demarquilly, 1965; García Trujillo y Cáceres, 1982), mientras que en guinea likoni y bermuda cruzada-1 se presentaron valores de materia seca muy superiores en esta época, lo cual puede explicar en parte que no se presentarán diferencias en el consumo de materia seca entre época, aunque también debe haber afectado los contenidos de proteína bruta, que el king grass es muy inferior a los señalados como limitante en el consumo (Milford y Minson, 1966; Lippke, 1980), en las demás no bajó del 6% en ninguna época.

Se ha reportado un menor consumo de forraje verde en la época de lluvia (Arroyo y col., 1976) lo cual solo ocurrió en el king grass, mientras que en guinea likoni y bermuda cruzada-1 ocurrió lo contrario, lo cual puede también explicarse en parte por las diferencias de materia seca de las especies, pues estas dos últimas presentan valores elevados en la época de seca, por lo que con una menor cantidad de forraje verde lograron consumir la materia seca acorde a la capacidad de los animales.

El menor contenido de energía digestible (ED) en la época de seca en el king grass, puede explicarse debido a que, aunque no se presentó diferencia significativa en el contenido y digestibilidad de materia orgánica, entre épocas, ambos parámetros presentan más bajos valores y al intervenir en la digestibilidad de la energía, hacen que la energía digestible sea menor en la época seca.

El mayor contenido de materia orgánica en la época de lluvia en guinea likoni hace que se presente un mayor contenido de energía bruta, lo que unido a la tendencia a ser mayor la energía digestible y el coeficiente de eficiencia de conversión de esta energía metabolizable, hacen que se presente un mayor contenido de esta última en esta época; aunque en definitiva en el contenido de energía neta no se presentan diferencias entre épocas en esta especie, al igual que ocurre en el king grass, mientras que en bermuda cruzada-1 al no presentarse diferencias en el contenido de proteína bruta, pero sí en todas las demás formas de expresión de la energía, lo cual puede explicarse por las diferencias existentes en la digestibilidad de los nutrientes, incluyendo la de energía bruta y al mismo tiempo por las diferencias en las eficiencias de transformación siendo superior estadísticamente la energía en la época de lluvia por lo que la influencia de la época del año sobre el valor energético puede estar asociado a características de las especies en particular, aunque como se puede apreciar existe la tendencia en todos los casos a ser mayor la energía en la época de lluvia, lo cual parece estar relacionado con el contenido y digestibilidad de la materia orgánica.

El mayor consumo de materia seca en el king grass en la época seca incidió significativamente sobre el consumo de energía neta, mientras que en guinea likoni y bermuda cruzada-1 al no presentarse diferencias en el consumo de materia seca, no se encontró influencia en la época en este parámetro, lo cual coincide con lo reportado por Buttersorth y col. (1961) y Jonson y col. (1976b), por lo que se puede considerar que el efecto de la época sobre el consumo de materia seca y energía, responde a características de la especie, especialmente por el efecto del contenido de agua del forraje que actúan sobre el consumo de materia seca, que es en definitiva el factor preponderante sobre el consumo de energía aunque no se puede descartar el efecto del clima sobre el fisiologismo del animal (Ragadale y col., 1950; Brody, 1956; Minson y McLeod, 1970; Delgado, 1974; García-Trujillo, 1977; Michalet-Doreau y Xandé, 1979).

Como se podrá apreciar a continuación, los reportes encontrados en la literatura del área tropical sobre la influencia de la época sobre el contenido de proteína bruta y fibra son contradictorias, así tenemos que Mendoza (1974) al estudiar el Buffel viólela sin riego, encontró que la proteína bruta disminuyó en la época de seca y la fibra bruta, se incrementó; Jonson y col. (1976a), Millar y Cowlshaw (1976), Xandé y Vivier (1978), Michalet-Doreau y Xandé (1979) y Herrera (1979) no encontraron efecto de la época al estudiar especies diferentes; McCroskey y col., (1968) al estudiar la bermuda, encontraron diferencias en la composición química a favor de la época seca; Tergas y col. (1971), encontraron que la celulosa bruta se incrementó en la época seca en el pasto Faragua sin riego; mientras que Kamistra y col. (1966) encontraron lo contrario en otra especie; Remy (1982) al estudiar el efecto de la época sobre el contenido de proteína bruta en la bermuda cruzada-1, encontró mayor contenido en la época seca en el primer año pero no en el segundo año experimental.

Lo anteriormente señalado puede explicar los resultados contradictorios encontrados por nosotros en estos nutrientes y en el valor nutritivo en general, pues en el king grass y guinea likoni si existió un efecto de la época sobre el contenido de proteína bruta y fibra, incrementándose la primera y disminuyendo la segunda en la época de seca, mientras que en bermuda cruzada no se presentó efecto, ocurriendo lo mismo en el contenido de proteína digestible, lo cual era de esperarse por la estrecha relación que existe entre el contenido de proteína bruta y digestible y (Milford y Minson, 1965; García-Trujillo y Cáceres, 1984), así como el consumo de este nutriente el cual está además influenciado por las diferencias en el consumo de materia seca.

## *Capítulo V. Influencia de la época del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

En cuanto a la influencia de la época sobre el rendimiento de forraje y nutrientes, nuestros resultados coinciden con lo reportado en la literatura, confirmándose que efectivamente se presentan diferencias apreciables a favor de la época de lluvia (Cooper, 1970; Sallette, 1970; García-Trujillo, 1974; Remy, 1982), encontrándose que estos se duplican, lo cual hizo que al mismo tiempo los costos sufrieran igual efecto o sea descendieron en esta época a menos de la mitad con relación a la seca, época en la que se incrementaron considerablemente debido a obtenerse menores rendimientos con igual nivel de fertilización y demás insumos y agregarse además el gasto por el uso de riego.

Como conclusión podemos decir que efectivamente existe una marcada influencia de la época sobre el valor nutritivo, pero que el mismo es variable con la especie estudiada, tal como hemos podido apreciar en la literatura, debiendo considerarse además las condiciones experimentales e incluso de las regiones donde se han realizado los estudios (César, 1961), lo cual hace difícil las comparaciones y la transferencia de resultados; mientras que en el rendimiento de nutrientes no hay dudas de que la época de lluvia actúa favorablemente en todos los casos estudiados, aún cuando se aplique riego en la época de seca e igual nivel de fertilización, influyendo además en los costos de los forrajes y nutrientes, los cuales son considerablemente inferiores en la época de lluvia.



## CAPITULO VI. INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES

En la revisión de la literatura pudimos apreciar que los resultados de los efectos de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo de las gramíneas tropicales son extremadamente contradictorios, mientras que los estudios sobre el rendimiento de forrajes y nutrientes son muy limitados y en su mayoría han estudiado casi exclusivamente, el efecto sobre el rendimiento de materia seca y proteína, todo lo cual; nos motivó a estudiar la influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de gramíneas tropicales en nuestras condiciones.

### Materiales y métodos

Para el estudio de la influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes fueron utilizados los niveles de 200 y 400 kg de nitrógeno por hectárea al año en los pastos guinea likoni y bermuda cruzada-1 y de 400 y 800 en king grass, los cuales fueron distribuidos después de cada corte a partes iguales. Estos niveles fueron seleccionados debido a que los mismos abarcan a los óptimos reportados experimentalmente en nuestro país en estas especies forrajeras y los posibles a utilizar actualmente en las áreas forrajeras de nuestra ganadería.

El procedimiento experimental utilizado fue el descrito en el capítulo II, realizándose 8 pruebas con carneros en king grass, 12 en guinea likoni y 9 en bermuda cruzada-1 en cada nivel de fertilización a las edades de cosecha de 56, 42 y 35 días, king grass, guinea likoni y bermuda cruzada-1 respectivamente.

### Resultados

#### ***Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes del pasto king grass***

El incremento de la fertilización nitrogenada en el pasto king grass produjo un descenso significativo en el contenido de materia seca y fibra y un aumento en el de proteína bruta y aunque no se presentó diferencia significativa en la materia orgánica, se observa una tendencia a disminuir, mientras que por el contrario, la digestibilidad de los nutrientes no sufrieron variaciones (tabla 43).

Tabla 43. Influencia de la fertilización nitrogenada (kg/ha/año) sobre la composición y digestibilidad de los nutrientes en el pasto king grass.

Nutrientes	Composición				Digestibilidad			
	400	800	ES	Singnif.	400	800	ES	Signif.
MS	16,98	11,96	0,67	P<0,001	63,3	62,2	1,35	NS
MO	87,6	85,8	0,73	NS	67,5	65,1	1,15	NS
PB	6,42	9,56	0,59	P<0,001	54,8	55,8	3,46	NS
FB	32,8	31,1	0,50	P<0,05	69,4	68,7	8,08	NS
EB	-	-	-	-	68,0	65,8	1,06	NS

El contenido energético tiende a disminuir con el incremento de la fertilización nitrogenada, pero sin diferencias significativas entre los niveles utilizados, mientras que los de proteínas digestibles sí aumentaron significativamente (tabla 44).

Tabla 44. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor energético (MJ) de proteína digestible (g) por kg de MS de los pastos king grass.

Nutrientes	Nivel de N (kg/ha/año)		ES $\bar{X}$	Significación
	400	800		
EB	17,171	17,159	0,114	NS
ED	11,672	11,241	0,213	NS
EM	9,613	9,086	0,188	NS
ENL	5,742	5,369	0,132	NS
ENE	5,700	5,311	0,161	NS
PBD	35,19	53,35	5,64	P<0,05
PDIE	63,68	72,88	3,22	P<0,05
PDIN	44,44	52,54	4,76	P<0,05

## Capítulo VI. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes

El consumo de forraje verde es más elevado con el nivel más alto de fertilización nitrogenada, sin embargo, debido al menor contenido de materia seca, el consumo de materia seca digestible y energía se hace similar en ambos niveles, mientras que el de proteína bruta digestible es significativamente superior al incrementar el nivel de fertilización nitrogenada (tabla 45).

Tabla 45. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el consumo diario de forraje y nutrientes del pasto king grass.

Indicadores del consumo	Nivel de N (kg/ha/año)		ES $\bar{X}$	Significación
	400	800		
Forraje verde (g/animal)	5 238	6 965	-	-
Materia seca (g/animal)	889,4	833,5	-	-
Materia seca (g/kg P <sup>0,75</sup> )	55,9	52,4	2,60	NS
Materia seca Digest. (g/kg P <sup>0,75</sup> )	35,5	32,5	2,02	NS
Proteína digest. (g/kg P <sup>0,75</sup> )	2,48	2,75	0,34	P<0,05
Energía neta leche (Kj/kg P <sup>0,75</sup> )	321,0	281,3	29,6	NS

Los rendimientos de forraje y energía se incrementaron casi el 50% al aumentar el nivel de fertilización nitrogenada de 400 a 800 kg/ha/año siendo el aumento de proteína bruta y digestible los más significativos. Al obtenerse más del doble de rendimiento de estos nutrientes (tabla 46), pero al mismo tiempo se incrementaron los costos del forraje y los nutrientes, alcanzándose incrementos del costo de proteínas digestibles y energía alrededor del 30 al 55% (tabla 47).

Tabla 46. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto king grass.

Indicador	Nivel de N /kg/ha/año)		Incremento
	400	800	
Forraje verde (t)	214,2	361,2	69
Materia seca (t)	36,4	43,2	16
Materia seca digest. (t)	23,0	26,9	16
Proteína bruta (t)	2,337	4,130	77
Proteína digestible (PDIN) (t)	1,618	2,270	71
Energía metabolizable en miles de MJ	349,9	414,8	19
Energía neta leche en miles de MS	209,0	248,0	19

Tabla 47. Influencia del nivel de fertilización sobre los costos de forrajes y nutrientes de king grass (kg N/ha/año).

Nivel de fertilización	Costos en pesos cubanos				
	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	Proteína digestible (kg)	100 MJ de ENL
400	3,53	20,77	323,55	0,467	0,362
800	3,87	32,36	330,46	0,616	0,564
Incremento del costo (%)	10	56	5	32	56

### **Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes del pasto guinea likoni**

Al aumentar el nivel de fertilización nitrogenada de 200 a 400 kg/ha/año en el pasto guinea likoni se produjo un descenso significativo del contenido de materia seca y se incrementó significativamente el contenido de proteína bruta y fibra bruta, mientras que la materia orgánica no sufrió variación alguna. En la digestibilidad de los nutrientes, solamente se encontró diferencia significativa en proteína bruta, la cual se incrementó con el nivel de fertilización, mientras que las demás tienden a disminuir, pero sin llegar a ser significativos (tabla 48).

Capítulo VI. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes

Tabla 48. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la composición y digestibilidad de nutrientes (%) del pasto guinea likoni.

Nutrientes	Composición				Digestibilidad			
	200	400	ES $\bar{X}$	Signif.	200	400	ES	Signif.
MS	24,5	22,1	0,59	P<0,01	54,5	53,4	1,16	NS
MO	86,9	86,6	0,58	NS	59,6	58,4	1,09	NS
PB	6,46	8,53	0,60	P<0,05	51,8	64,1	2,84	P<0,01
FB	31,1	33,5	0,65	P<0,05	64,5	62,6	1,20	NS
EB	-	-	-	-	60,5	59,7	1,08	NS

El contenido energético por kg de materia seca no se vio afectado significativamente al incrementar el nivel de fertilización nitrogenada, aunque existe la tendencia a disminuir; mientras que la proteína digestible se incrementó considerablemente (tabla 49).

Tabla 49 Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el consumo diario de forrajes y nutrientes del pasto guinea likoni.

Indicador	Nivel de N (kg/ha/año)		ES $\bar{X}$	Signif.
	200	400		
Forraje verde g/animal	3928	4451	-	-
Materia seca g/animal	961,3	984,1	-	-
Materia seca g/kg P <sup>0,75</sup>	60,5	61,9	2,32	NS
MSD g/kg P <sup>0,75</sup>	32,8	34,3	1,20	NS
PDIN g/kg P <sup>0,75</sup>	2,44	3,50	0,37	P<0,05
ENL KJ/kg P <sup>0,75</sup>	293,4	307,8	17,58	NS

El aumento de la fertilización nitrogenada de 200 a 400 kg/ha/año no influyó significativamente en el consumo de forraje verde, materia seca, materia seca digestible y energía metabolizable, aunque existió la tendencia a incrementarse; mientras que el consumo de proteína bruta digestible si es incrementado significativamente (tabla 50).

Tabla 50. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de energía (MJ) y proteína digestible (g) por kg de MS del pasto guinea likoni.

Indicador	Nivel de N (kg/ha/año)		ES $\bar{X}$	Signif.
	200	400		
EB	17,071	17,217	0,975	NS
ED	10,324	10,295	0,215	NS
EM	8,324	8,458	0,172	NS
ENL	4,850	4,972	0,127	NS
ENE	4,612	4,796	0,169	NS
PBD	34,8	55,9	5,20	P<0,01
PDIE	60,0	69,1	2,90	P<0,05
PDIN	40,4	56,5	4,01	P<0,01

Los rendimientos de forraje y nutrientes aumentaron significativamente con el incremento de la fertilización nitrogenada, especialmente la proteína bruta y digestible, las cuales prácticamente se duplican al pasar de 200 a 400 kg de N/ha/año (tabla 51), incrementándose también los costos de los forrajes y nutrientes, especialmente el de energía (tabla 52).

*Capítulo VI. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

Tabla 51. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto guinea likoni.

Indicador del rendimiento	Nivel de N (kg/ha/año)		Incremento (%)
	200	400	
Materia seca (t)	76,4	116,2	52
Materia seca (t)	18,7	25,2	37
Materia seca diges. (t)	10,2	13,7	34
Proteína bruta (t)	1,208	2,192	81
Proteína digestible (PDIN) (t)	0,755	1,452	92
Energía metabolizable en miles de MJ	155,7	217,4	40
Energía neta leche en miles de MJ	90,7	124,5	37

Tabla 52. Influencia del nivel de fertilización sobre los costos de forrajes y nutrientes de guinea likoni (kg N/ha/año)

Nivel de fertilización	Costos en pesos cubanos				
	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	Proteína digestible (PDIN) (kg)	100 MJ de ENL
200	3,75	15,32	237,17	0,379	0,316
400	4,81	21,75	254,98	0,385	0,449
Incremento del costo (%)	28	42	8	2	42

**Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimientos de nutrientes del pasto bermuda cruzada-1**

En el pasto bermuda cruzada-1, el incremento de la fertilización nitrogenada de 200 a 400 kg/ha/año no afectó el contenido de materia seca, materia orgánica y fibra; pero sí el de proteína bruta, la cual aumentó significativamente al igual que su digestibilidad, mientras que la digestibilidad de los demás nutrientes tampoco se vieron afectados (tabla 53).

Tabla 53. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la composición y digestibilidad de nutrientes (%) del pasto bermuda cruzada-1.

Indicador	Composición				Digestibilidad			
	200	400	ES	Singnif.	200	400	ES	Signif.
MS	28,5	27,3	1,14	NS	56,1	53,6	1,58	NS
MO	92,3	92,9	0,42	NS	58,4	56,0	1,57	NS
PB	7,6	8,8	0,51	P<0,05	55,4	59,4	3,17	P<0,05
FB	34,2	33,8	0,79	NS	64,1	60,2	1,58	NS
EB	-	-	-	-	58,9	56,4	1,58	NS

La energía contenida en cada kg de materia seca no sufrió variación significativa, aunque existió la tendencia a incrementarse la energía bruta y digestible y a disminuir la metabolizable y neta a medida que aumentó el nivel de fertilización nitrogenada mientras que la proteína bruta, digestible y PDIN se incrementaron significativamente con el aumento de la fertilización y aunque no significativamente, en la PDIE tiende a incrementarse también.

Los consumos de forraje verde, materia seca, materia seca digestible, energía y proteína bruta digestible no presentan diferencias significativas entre niveles de fertilización nitrogenada, aunque existió la tendencia a incrementarse el consumo de proteína digestible y a disminuir en los demás parámetros con el aumento de la fertilización (tabla 54).

Los rendimientos de forrajes y nutrientes (tabla 55) se incrementaron considerablemente con el aumento de la fertilización nitrogenada, especialmente los de proteína bruta y digestible, que alcanzan incrementos de alrededor de 70 y 80% respectivamente (ocurriendo lo mismo en los costos de forrajes y nutrientes, aunque en menor proporción, pues se incrementaron entre el 25-50% (tabla 56), con el mayor incremento en el costo de la energía.

Capítulo VI. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes

Tabla 54. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el consumo diario de forraje y nutrientes del pasto bermuda cruzada-1.

Indicador del consumo	Nivel de N (kg/ha/año)		ES $\bar{X}$	Signif.
	200	400		
Forraje verde g/animal	3 854	3 455	-	-
Materia seca g/animal	1 023	944	-	-
Materia seca g/kg P <sup>0,75</sup>	64,3	59,4	1,69	NS
MSD g/kg P <sup>0,75</sup>	36,4	32,2	1,69	NS
PDIN g/kg P <sup>0,75</sup>	3,13	3,27	0,36	P<0,05
ENL KJ/kg P <sup>0,75</sup>	328,8	289,1	6,18	NS

Tabla 55. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de forraje y nutrientes por hectárea al año del pasto bermuda cruzada-1.

Indicador del rendimiento	Nivel de N (kg/ha/año)		Incremento (%)
	200	400	
Forraje verde (t)	48,4	73,6	52
Materia seca (t)	13,8	20,1	46
Materia seca digestible (t)	7,74	10,77	39
Proteína bruta (t)	1,049	1,769	69
Proteína digest. (PDIN) (t)	0,672	1,108	65
Energía metabolizable en miles de MJ	121,7	170,3	40
Energía neta leche en miles de MJ	70,6	97,8	38

Tabla 56. Influencia del nivel de fertilización sobre los costos de forraje y nutrientes de bermuda cruzada-1.

Nivel de fertilización kg N/ha/año	Costos en pesos cubanos				
	Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	Proteína digestible (PDIN) (kg)	100 MJ de ENL
200	4,65	16,31	204,55	0,355	0,319
400	6,44	23,58	267,94	0,428	0,485
Incremento del costo (%)	38	45	25	28	52

## Discusión

La gran mayoría de los reportes de la literatura coinciden en que al incrementar la fertilización nitrogenada, disminuye el contenido de materia seca como consecuencia de una mayor actividad fisiológica de la planta (Lazemby y Roger, 1965; Pérez-Infante, 1970; Sallette, 1970; Crespo, 1974; Paretas, 1976; Herrera, 1979; Herrera y col., 1979), disminuyendo al mismo tiempo el contenido de fibra debido a un retardo en la madurez fisiológica de la planta (Jamil, 1956; Vicente-Chandler y col., 1953-1964; Jonson y col., 1967a; Herrera, 1979) e incrementándose el de proteína bruta (Jamil, 1956; Vicente Chandler y col., 1953; 1964; Reid y col., 1964; Minson, 1966; Wilkinson y col., 1970; Jeffery, 1971; Tergas y col., 1971; Tomme y Martinenko, 1972; Herrera, 1979; Xandé, 1979; Jonson y col., 1979a; Lizarraga y Zambrano, 1980; Tucker y col., 1983) como consecuencia del incremento del tamaño de las hojas y el volumen de las células y el protoplasma con lo que se aumenta la actividad fotosintética y por tanto el contenido nitrogenado de la planta (Moveicianah y Maiorova, 1959); sin embargo, existen algunos resultados contrarios en cuanto al efecto sobre el contenido de materia seca (Xandé, 1979; Ramos y col., 1979), de la fibra (Whitehead, 1970; Chicco y col., 1971; Pezo, 1972) y de la proteína (Pezo, 1972) como consecuencia de las diferencias en los niveles de fertilización utilizados, condiciones experimentales y de las respuestas diferenciadas de las especies forrajeras ante la fertilización nitrogenada (Moveicianah y Maiorova, 1959), lo cual puede explicar los resultados obtenidos por nosotros en el contenido de materia seca y fibra, pues hemos encontrado que al incrementarse la fertilización nitrogenada, en el king grass y guinea likoni disminuyó el contenido de materia seca y en bermuda cruzada no sufrió variación, mientras que la fibra disminuyó en king grass y aumentó en guinea likoni y no sufrió variación en bermuda cruzada-1, pudiéndose explicar, como hemos dicho anteriormente por las respuestas diferenciadas de las especies y niveles de fertilización, tal como hemos podido observar en los resultados reportados por Rivera y col., (1960); Chenost (1973); Ramos y col. (1979), Herrera y col. (1979); Lizarraga y Zambrano (1980); Soto y col. (1980) y Fritz (1983). En cuanto al efecto sobre el contenido de proteína bruta, existen coincidencias de nuestros resultados con la inmensa mayoría de los reportes de la literatura, incrementándose a medida que aumenta la

## *Capítulo VI. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

fertilización nitrogenada en las tres especies estudiadas, aunque con respuestas diferentes, tal como ha sido señalado por Moveicianah y Maiorova (1959).

McIlroy (1967) ha señalado que la fertilización nitrogenada puede aumentar el contenido de nitrógeno y disminuir el de carbohidratos soluble, sin embargo el contenido total de la célula no sufre variación, ni tampoco la composición de la pared celular, por lo que no debía afectar la digestibilidad de la materia seca (DMS) y el consumo de materia seca (CMS), excepto cuando el contenido de proteína bruta (PB) limite la actividad de la microflora ruminal como ha sido demostrado por Blaxter y Wilson (1963); Chaptman y Kretschmer (1964); Minson (1967) y Minson y Milford (1967) al incrementar el contenido de proteína bruta de los forrajes por efecto del aumento de la fertilización nitrogenada, lo cual al parecer no ocurrió en nuestro caso, pues no encontramos efecto en la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, fibra y energía bruta, ni tampoco en el consumo de materia seca y materia seca digestible en ninguna de las especies estudiadas, lo cual tiene su explicación en que hemos utilizado niveles relativamente altos de fertilización en ningún caso se comparó con cero fertilización, como ocurrió en los ensayos de los autores antes mencionados, coincidiendo nuestros resultados con la mayoría de los reportados en la literatura (Rivera y col., 1960; Reid y col., 1964; Marten y Donker, 1964; Minson, 1966; Calder y McLeod, 1968; Wilkinson y col., 1970; Chicco y col., 1971; Tergas y col., 1971; Pezo, 1972; Chenost, 1973; Minson, 1973; Almanza y Paretas, 1973; Funes, 1975) y en los casos en que no coincidimos es porque se han utilizado niveles de fertilización muy alejado de los nuestros y generalmente comparado con y sin fertilización (Reid y col., 1964; Jeffery, 1971; Ford y Williams, 1973; Stobbs, 1973; Ogwand y Mugerwa, 1976; Soto, 1979; Fritz, 1983).

En ninguna de las especies estudiadas encontramos influencia de la fertilización nitrogenada sobre el contenido y digestibilidad de la materia orgánica y energía bruta y por consiguiente no se vio afectado el contenido energético, coincidiendo con lo reportado en la literatura (Jonson y col., 1967a; CRAAG, 1974).

Aunque existió la tendencia a incrementarse la digestibilidad de la proteína bruta en el king grass con el aumento de la fertilización nitrogenada, no se alcanzó diferencias significativas posiblemente debido a que los dos niveles utilizados son muy elevados, pues en la guinea likoni y bermuda cruzada-1 con niveles inferiores ni presentaron un incremento significativo en este parámetro, mientras que el contenido de proteína digestible se incrementó en las tres especies estudiadas, lo cual era de esperar por la alta correlación existente entre el contenido de proteína bruta y proteína bruta digestible, coincidiendo con lo reportado en la literatura (Moveicianah y Maiorova, 1959; Reid y col., 1964; Reid Clark y Jung, 1964; Jeffery, 1971; CRAAG, 1974; Xandé, 1979; Lizarraga y Zambrano, 1980; Peñuñuri y col., 1980; Soto y col., 1980).

Tal como era de esperarse, al no presentarse influencia de la fertilización nitrogenada sobre el consumo de materia seca y contenido energético en ninguna de las especies estudiadas, no existió efecto sobre el consumo de energía, mientras que por el contrario en el de proteína digestible se observó un incremento significativo con la fertilización en el king grass y guinea likoni y aunque no se presenta diferencia en la bermuda cruzada-1, también se observa tendencia al incremento.

Los resultados de la literatura demuestran que al incrementarse la fertilización nitrogenada se aumentan los rendimientos de forraje y nutrientes, especialmente en energía y sustancias nitrogenadas, llegando hasta producirse más del doble en algunos casos (Movicianah y Maiorova, 1959; CRAAG, 1974; Kutusova, 1974; Remy, 1982; Tucker y col., 1983), coincidiendo nuestros resultados con lo reportado, pues los rendimientos de forraje verde se incrementaron considerablemente (50-70%) con el nivel de fertilización, aunque debido a que en este incremento interviene considerablemente el aumento de agua, los rendimientos en términos de materia seca y energía solo alcanzan incrementos del alrededor del 20% en king grass y del 40% en guinea likoni y bermuda cruzada, pudiéndose explicar las diferencias de incrementos por los diferentes niveles más bajos, coincidiendo con lo reportado por Paretas (1976), Herrera (1980), Crespo y col. (1980) y Remy (1982) con estos niveles de fertilización y especies, pudiéndose observar que los mayores efectos se obtienen en el rendimiento de sustancias nitrogenadas, coincidiendo con los autores antes mencionados, alcanzándose incrementos superiores al 70% en proteínas brutas y digestibles en el king grass, entre 80-90% en guinea likoni y 65-70% en bermuda cruzada-1.

Los costos de forrajes y nutrientes se incrementan con el nivel de fertilización, siendo variable el incremento del costo según la especie y nivel de fertilización, así como de los nutrientes considerados coincidiendo nuestros resultados con lo reportado por Crespo y col. (1981), pudiéndose observar que el costo de la tonelada de materia seca y el de la energía son los que más se incrementan por el menor efecto de la fertilización sobre estos, mientras que ocurre lo mismo con el king grass y bermuda cruzada-1 especialmente en el costo de las sustancias nitrogenadas.

Como conclusión podemos decir que la fertilización nitrogenada presentó muy poca o ninguna influencia sobre los componentes energéticos y el consumo de materia seca y por consiguiente del consumo de energía; siendo su mayor efecto sobre los componentes nitrogenados y la digestibilidad y consumo de estos, así como sobre los rendimientos de forraje, energía y sustancias nitrogenadas, actuando en el mismo sentido sobre los costos de los nutrientes, los cuales se incrementan en menor proporción en los compuestos nitrogenados.

## CAPITULO VII. INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE NUTRIENTES

### Resultados

#### Composición química

Como se puede apreciar en la tabla 57, el contenido de proteína bruta del forraje consumido es la más afectada por la cantidad ofrecida, incrementándose a medida que aumenta la ración, aunque también el contenido de fibra y materia seca disminuye y la materia orgánica tiende a incrementarse en el king grass y guinea likoni, ocurriendo lo contrario en bermuda cruzada en este nutriente.

Tabla 57. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido (raciones) sobre la composición química (%) del forraje consumido.

Raciones	Raciones	Residuo (%)	Materia seca	Materia orgánica	Proteína bruta	Fibra
King grass	I	13	16,7	89,7	5,83	37,5
	II	19	16,1	90,6	6,13	32,7
	III	29	16,9	90,9	6,25	32,7
Guinea likoni	I	14	24,5	84,9	5,89	36,5
	II	27	22,4	88,1	9,65	29,5
	III	39	19,2	87,8	10,80	27,3
Bermuda cruzada-1	I	11	32,6	93,4	5,56	30,7
	II	44	29,4	92,6	7,54	29,5
	III	56	26,5	92,6	10,77	28,7

- Digestibilidad

La digestibilidad (tabla 58) de los nutrientes consumidos se ve marcadamente influenciada, incrementándose con la cantidad de forraje, ofrecido en los tres pastos estudiados, ocurriendo los mayores incrementos en la digestibilidad de la proteína y fibra.

Tabla 58. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre la digestibilidad (%).

Especies	Raciones	Residuo (%)	Materia seca	Materia orgánica	Proteína bruta	Fibra	Energía bruta
King grass	I	13	50,0	55,0	54,7	56,3	55,8
	II	19	54,8	59,5	55,5	65,5	60,3
	III	29	56,3	60,8	65,0	68,0	61,5
Guinea likoni	I	14	49,5	51,0	46,0	44,0	51,0
	II	27	49,5	54,5	56,5	53,0	54,5
	III	39	56,0	60,5	63,5	59,5	60,5
Bermuda cruzada-1	I	11	42,5	45,0	49,0	50,5	45,4
	II	44	53,0	54,5	65,0	59,0	54,9
	III	56	63,0	64,5	77,5	66,0	65,0

- Consumo de las diferentes partes de la planta

El consumo total de forraje (tabla 59) se incrementa con el aumento de ración en todos los pastos estudiados, estando determinado este incremento por el mayor consumo de hojas, pudiéndose apreciar además que el consumo de los tallos y partes muertas disminuyen.

- Proporción de diferentes partes del forraje consumido

El porcentaje de hojas aumenta y el de tallos disminuye a medida que se incrementa la ración en king grass y bermuda, mientras que en guinea likoni prácticamente no sufre variación y el de partes muertas tampoco no se ve gran afectación en ninguna de las variedades estudiadas (tabla 60).

- Contenido energético del forraje consumido

El contenido de energía bruta (EB) por kg de materia seca consumido no sufre variación con el incremento de forraje ofrecido; sin embargo al ser transformado por el animal en energía digestible (ED), metabolizable



*Capítulo VII. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

(EM) y neta leche (ENL) y engorde (ENE), es observada una gran influencia a medida que aumenta la ración (tabla 61).

Tabla 59. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el consumo de las diferentes partes de la planta (g de MS/animal/día).

Especies	Raciones	Residuo (%)	Total	Hojas	Tallos	Partes muertas
King grass	I	13	585	466	102	17
	II	19	691	602	71	18
	III	29	753	702	39	12
Guinea likoni	I	14	486	408	66	12
	II	27	859	791	60	8
	III	39	956	896	55	5
Bermuda cruzada-1	I	11	708	600	92	16
	II	44	1 009	941	57	11
	III	56	1 229	1 195	27	7

Tabla 60. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre la proporción de las diferentes partes consumidas (%).

Especies	Raciones	Residuo (%)	Hojas	Tallos	Partes muertas
King grass	I	13	79,7	17,4	2,9
	II	19	87,1	10,3	2,6
	III	29	93,2	5,2	1,6
Guinea likoni	I	14	84,0	13,5	2,5
	II	27	92,0	7,0	1,0
	III	39	93,7	5,8	0,5
Bermuda cruzada-1	I	11	84,7	13,0	2,3
	II	44	93,3	5,6	1,1
	III	56	97,2	2,2	0,6

Tabla 61. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el contenido energético (MJ/kg MS) de lo consumido.

Especies	Raciones	Residuo (%)	EB	ED	EM	ENL	ENE
King grass	I	13	17,47	9,75	7,84	4,46	4,08
	II	19	17,62	10,63	8,59	5,01	4,79
	III	29	17,64	10,85	8,87	5,17	4,68
Guinea likoni	I	14	16,67	8,50	6,80	3,77	3,23
	II	27	17,58	9,58	7,81	4,48	4,17
	III	39	17,57	10,63	8,69	5,07	4,84
Bermuda cruzada-1	I	11	18,22	8,27	6,72	3,71	3,09
	II	44	18,49	10,15	8,35	4,82	4,97
	III	56	18,51	12,03	10,03	5,95	5,83

- Contenido de proteínas digestibles

En la (tabla 62) se presentan los valores de proteína bruta digestible (PBD), PDIE y PDIN; pudiéndose apreciar que a medida de que aumenta la ración, se incrementa considerablemente estos valores en todas las especies estudiadas.

- Consumo de los principales nutrientes

El consumo de los principales nutrientes (tabla 63) se incrementa sensiblemente en todos los pastos estudiados a medida que aumenta la ración, especialmente en guinea likoni y bermuda cruzada-1.

- Rendimientos de forraje y nutrientes

Como se puede apreciar en la (tabla 64), los rendimientos aprovechables (restando el residuo al rendimiento total) de materia seca (MS), materia seca digestible (MSD), materia orgánica (MO) y materia orgánica digestible (MOD), descienden de forma apreciable con el aumento de la ración (aumento de residuo), sin embargo, cuando observamos los rendimientos de los nutrientes realmente aprovechados por los animales, existen comportamientos diferentes de las especies, pues la proteína bruta desciende en el king grass y tiende a



*Capítulo VII. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

aumentar en guinea likoni y bermuda; la proteína bruta digestible (PBD) aumenta en todos los casos y la energía metabolizable desciende en king grass y bermuda cruzada-1 y aumenta sus rendimientos en la guinea likoni; pero en todos los casos el rendimiento de nutrientes aprovechables sufren variaciones con la variación de la cantidad de forraje ofrecido.

Tabla 62. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el contenido de sustancias nitrogenadas digestibles (g/kg de MS consumida).

Especies	Raciones	Residuo (%)	PBD	PDIE	PDIN
King grass	I	13	31,9	57,6	36,2
	II	19	34,0	62,1	38,4
	III	29	40,6	63,5	38,9
Guinea likoni	I	14	27,1	51,4	36,6
	II	27	54,5	66,4	58,7
	III	39	68,6	74,3	65,5
Bermuda cruzada-1	I	11	27,2	49,3	34,5
	II	44	49,8	64,6	46,2
	III	56	83,5	82,3	65,3

Tabla 63. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el consumo de diferentes nutrientes por animal y día.

Especies	Raciones	Residuo (%)	MSD (g)	MOD (g)	PDIN (g)	ENL MJ
King grass	I	13	293	289	21,2	2,61
	II	19	379	373	26,5	3,46
	III	29	424	416	29,3	3,89
Guinea likoni	I	14	240	210	17,8	1,83
	II	27	424	411	50,4	3,85
	III	39	533	505	62,6	4,85
Bermuda cruzada-1	I	11	301	298	24,4	2,63
	II	44	535	509	46,6	4,86
	III	56	774	734	80,3	7,31

Tabla 64. Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el rendimiento de forraje y nutrientes aprovechables por hectárea al año.

Especies	Raciones	Residuo (%)	MS (t)	MSD (t)	MO (t)	MOD (t)	PB (t)	PDIN (t)	ENL miles de MJ
King grass	I	13	34,6	17,3	31,0	17,1	2,017	1,253	154,3
	II	19	32,2	17,6	29,2	17,4	1,974	1,286	161,3
	III	29	28,3	15,9	25,7	15,6	1,769	1,101	146,3
Guinea likoni	I	14	24,0	11,9	20,4	10,4	1,414	0,878	80,5
	II	27	20,4	10,1	18,0	9,8	1,969	1,197	91,4
	III	39	17,0	9,5	14,9	9,0	1,836	1,114	86,2
Bermuda cruzada-1	I	11	19,4	8,2	18,1	8,2	1,079	0,669	72,0
	II	44	12,2	6,5	11,3	6,2	0,920	0,564	58,8
	III	56	9,6	6,0	8,9	5,7	1,034	0,627	57,1

- Correlación entre la cantidad de forraje ofrecido y el valor nutritivo del forraje consumido

La relación entre la cantidad de forraje ofrecido y la digestibilidad de los nutrientes fue significativa en las tres especies estudiadas individualmente y al agruparlas, pero los valores de r fueron moderados en king grass (tabla 65), guinea likoni (tabla 66) y en el comportamiento de las tres especies (tabla 67), mientras que en la bermuda cruzada-1 (tabla 68) fueron muy altos.

Las correlaciones más fuertes se presentaron en los indicadores del consumo del contenido energético, excepto en el contenido de proteína bruta digestible y en el contenido de energía metabolizable del king grass (tabla 66), que presenta relaciones algo más bajas, aunque siempre significativas, ocurriendo lo mismo en el contenido energético al agrupar los resultados de las tres especies estudiadas (tabla 69), mientras que en guinea likoni y bermuda cruzada-1 (tabla 67), parámetros de consumo que fueron estudiados.

- Influencia de la cantidad de forraje ofrecido sobre el costo de los nutrientes consumidos

El costo de los forrajes y nutrientes (tabla 70) de las tres especies estudiadas se incrementan con el aumento de la ración de forrajes, llegando a duplicarse en algunos casos, especialmente cuando las raciones son tan grandes que provocan un alto porcentaje de residuo, como ocurre en bermuda cruzada-1, por lo que el

Capítulo VII. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes

beneficio que se obtiene en el valor nutritivo se pierde en el incremento excesivo de los costos de los forrajes y nutrientes en estos niveles de oferta tan elevados.

Tabla 65. Relación entre el valor nutritivo y nivel de oferta (g MS/kg P<sup>0,75</sup>).

Parámetros del valor nutritivo del pasto ingerido	Ecuaciones de regresión	ES $\bar{X}$	r	Significación
Digestibilidad de la MS (%)	50,7302 + 0,761x	0,0463	0,6700	P<0,01
Digestibilidad de la MO (%)	55,4765 + 0,750x	0,0429	0,6900	P<0,01
Digestibilidad de la FB (%)	63,4081 + 0,378x	0,0613	0,5100	P<0,05
Digestibilidad de la PB (%)	41,6619 + 0,3309x	0,0887	0,4840	P<0,01
Ingestión de la MS (g/kg P <sup>0,75</sup> )	10,561 + 0,5783	0,0375	0,9155	P<0,001
Ingestión de la MS digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	4,0327 + 0,3520x	0,0310	0,8584	P<0,001
Ingestión de la MO digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	3,0024 + 0,3494x	0,0275	0,8819	P<0,001
Ingestión de la energía metabolizable (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	53,5847 + 5,7138x	0,4457	0,8838	P<0,001
Ingestión de PB digestible(g/kg P <sup>0,75</sup> )	0,7810 + 0,0061x	0,0025	0,3600	P<0,01
Contenido de energía metabolizable (KJ/kg MS ingerida)	7771,629 + 0,0163x	0,0067	0,3479	P<0,05

X = Nivel de oferta expresado en gramos de materia seca por kg de peso metabólico (P<sup>0,75</sup>)

Tabla 66. Relación entre el valor nutritivo del pasto guinea likoni ingerido y el nivel de oferta (g materia seca/kg de P<sup>0,75</sup>) n = 24.

Parámetros del valor nutritivo del pasto ingerido	Ecuaciones de regresión	ES $\bar{X}$	r	Significación
Digestibilidad de la MS (%)	40,479 + 0,1521x	0,05	0,56	P<0,01
Digestibilidad de la MO (%)	38,3976 + 0,2219x	0,05	0,67	P<0,001
Digestibilidad de la PB (%)	29,5550 + 0,3630x	0,09	0,65	P<0,01
Digestibilidad de la FB (%)	29,9418 + 0,3223x	0,06	0,74	P<0,001
Ingestión de la MS (g/kg P <sup>0,75</sup> )	5,5703 + 0,5850	0,05	0,93	P<0,001
Ingestión de la MS digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	1,6015 + 0,3677x	0,03	0,95	P<0,001
Ingestión de la MO digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	-3,8187 + 0,3778x	0,03	0,94	P<0,001
Ingestión de la energía metabolizable (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	-88,0549 + 6,5181x	0,50	0,94	P<0,001
Ingestión de PB digestible(g/kg P <sup>0,75</sup> )	-1,8755 + 0,618x	0,01	0,86	P<0,01
Contenido de energía metabolizable (KJ/kg MS ingerida)	4475,82 + 45,260x	7,28	0,80	P<0,001

Tabla 67. Relación entre el nivel de oferta (g materia seca/kg de P<sup>0,75</sup>) y el valor nutritivo del pasto bermuda (n=24).

Parámetros del valor nutritivo del pasto ingerido	Ecuaciones de regresión	ES $\bar{X}$	r	Significación
Digestibilidad de la MS (%)	35,7506 + 0,1587x	0,01	0,92	P<0,001
Digestibilidad de la MO (%)	38,2752 + 0,1524x	0,01	0,92	P<0,001
Digestibilidad de la PB (%)	29,8416 + 0,2838x	0,04	0,85	P<0,001
Digestibilidad de la FB (%)	43,6824 + 0,1371x	0,02	0,82	P<0,001
Ingestión de la MS (g/kg P <sup>0,75</sup> )	29,3827 + 0,2890	0,03	0,87	P<0,001
Ingestión de la MS digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	5,8923 + 0,2539x	0,02	0,92	P<0,001
Ingestión de la MO digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	7,0863 + 0,2294x	0,02	0,92	P<0,001
Ingestión de la energía metabolizable (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	89,4050 + 4,0427x	0,33	0,98	P<0,001
Ingestión de PB digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	-1,5202 + 0,0447x	0,00	0,92	P<0,01
Contenido de energía metabolizable (KJ/kg MS ingerida)	5553,48 + 25,9056x	2,30	0,3479	P<0,05

Capítulo VII. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes

Tabla 68. Relación entre el nivel de oferta (g de materia seca/kg P<sup>0,75</sup>) y el valor nutritivo de los pastos king grass, guinea likoni y bermuda en conjunto (n=96).

Parámetros del valor nutritivo del pasto ingerido	Ecuaciones de regresión	ES $\bar{X}$	r	Significación
Digestibilidad de la MS (%)	47,8467 + 0,07986x	0,0152	0,4762	P<0,001
Digestibilidad de la MO (%)	52,5881 + 0,0629x	0,0169	0,3710	P<0,001
Digestibilidad de la PB (%)	35,1885 + 0,2332x	0,0311	0,6122	P<0,001
Digestibilidad de la FB (%)	54,8217 + 0,0562x	0,0218	0,2563	P<0,05
Ingestión de la MS (g/kg P <sup>0,75</sup> )	21,3699 + 0,3629	0,0182	0,8994	P<0,001
Ingestión de la MS digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	7,9192 + 0,2498x	0,0118	0,9084	P<0,001
Ingestión de la MO digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	8,3838 + 0,2356x	0,0168	0,8218	P<0,001
Ingestión de la energía metabolizable (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	169,65 + 3,0638x	0,3105	0,7107	P<0,001
Ingestión de PB digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	-0,9137 + 0,0409x	0,0020	0,9041	P<0,001
Contenido de energía metabolizable (KJ/kg MS ingerida)	6309,57 + 19,9892x	0,0394	0,3231	P<0,01

Tabla 69. Relación entre el nivel de oferta (g de materia seca/kg P<sup>0,75</sup>) y el valor nutritivo de los pastos king grass, guinea likoni y bermuda en conjunto (n = 96).

Parámetros del valor nutritivo del pasto ingerido	Ecuaciones de regresión	ES $\bar{X}$	r	Significación
Digestibilidad de la MS (%)	47,8467 + 0,07986x	0,0152	0,4762	P<0,001
Digestibilidad de la MO (%)	52,5881 + 0,0629x	0,0169	0,3710	P<0,001
Digestibilidad de la PB (%)	35,1885 + 0,2332x	0,0311	0,6122	P<0,001
Digestibilidad de la FB (%)	54,8217 + 0,0562x	0,0218	0,2563	P<0,05
Ingestión de la MS (g/kg P <sup>0,75</sup> )	21,3699 + 0,3629	0,0182	0,8994	P<0,001
Ingestión de la MS digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	7,9192 + 0,2498x	0,0118	0,9084	P<0,001
Ingestión de la MO digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	8,3838 + 0,2356x	0,0168	0,8218	P<0,001
Ingestión de la energía metabolizable (KJ/kg P <sup>0,75</sup> )	169,65 + 3,0638x	0,3105	0,7107	P<0,001
Ingestión de PB digestible (g/kg P <sup>0,75</sup> )	-0,9137 + 0,0409x	0,0020	0,9041	P<0,001
Contenido de energía metabolizable (KJ/kg MS ingerida)	6309,57 + 19,9892x	0,0394	0,3231	P<0,01

Tabla 70. Influencia del nivel de residuo sobre los costos de los forrajes y nutrientes consumidos de tres gramíneas forrajeras.

Especies	Residuo (%)	Costos en pesos cubanos				
		Forraje verde (t)	Materia seca (t)	Proteína bruta (t)	Proteína digestible (kg)	100 MJ de ENL
King grass	13	3,33	19,94	342,02	0,554	0,447
	19	3,73	23,17	377,98	0,603	0,462
	29	4,54	26,86	429,76	0,690	0,520
Guinea likoni	14	3,91	15,16	270,97	0,436	0,423
	27	4,96	22,14	229,43	0,377	0,494
	39	6,29	32,76	303,33	0,500	0,646
Bermuda cruzada-1	11	4,51	13,83	248,74	0,401	0,373
	44	8,34	28,37	376,26	0,614	0,588
	56	11,16	42,11	390,99	0,645	0,708

## Discusión

En un estudio del valor nutritivo de la hierba guinea, Jonson y col. (1967b) encontraron que el residuo varió del 11 al 28% en base a materia seca, lo cual no afectó significativamente el contenido de proteína bruta y fibra del forraje, debido posiblemente a que los forrajes utilizados estaban en avanzado estado de madurez, con un bajo contenido de proteína bruta y un alto contenido de fibra, pues si encontraron tendencia a mejorar la composición química al incrementarse el residuo, tal como ocurrió en king grass en estos niveles de residuos en

## *Capítulo VII. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes*

nuestro caso variando muy poco el contenido de proteína bruta, aunque si se pudo apreciar una disminución en el contenido de fibra, mientras que en la guinea likoni con estos niveles de residuo si presentó diferencias considerables en estos componentes, los cuales se acentúan al incrementarse la cantidad de forraje ofrecido, ocurriendo algo similar en bermuda cruzada-1, por lo que se pudo apreciar variaciones positivas en la composición química de los consumidos al aumentar la ración de forraje en las tres especies estudiadas.

En todas las especies estudiadas el consumo de hojas fue superior que el de talos y partes muertas, haciéndose mayor la diferencia a medida que la ración de forraje aumenta, lo cual puede explicar la mayor digestibilidad, coincidiendo con lo reportado por Hagggar y Ahned (1971), y Combellas y González (1971), los cuales demostraron que al aumentar el consumo de hojas se incrementaba el valor nutritivo, señalándose por Laredo y Minson (1973) y Laredo (1974) que las hojas se consumen en mayor proporción que el tallo debido a su menor retención en el rendimiento-rumen y si además se aumenta la posibilidad de selección por el aumento de la ración (CIAT, 1972), el incremento de consumo de hojas se hace superior y por tanto se incrementa el valor nutritivo, tal como ha sucedido en las tres especies estudiadas por nosotros.

Al aumentar la ración se logró que los animales consumieron forrajes con una mayor proporción de hojas, disminuyendo al mismo tiempo la producción de tallos y partes muertas, incrementándose el consumo total por efecto del aumento en el consumo de hojas coincidiendo con lo reportado por la mayoría de los autores (CIAT, 1972, 1973, 1974, 1978); Minson y Laredo, 1972; Deinum y Dirven, 1973); por lo que considero que los resultados contrarios reportados por Zemmerlink y col., (1972) se debieron a que utilizaron un forraje de muy baja calidad y alto porcentaje de hojas, lo cual no permitió a los animales seleccionar esta parte de la planta en mayor proporción, pues de todas formas estos autores encontraron que el consumo total de materia seca se incrementó al aumentar la ración de forraje.

El consumo de materia seca digestible se incrementó con el aumento de la ración, coincidiendo con los resultados reportados por Minson y Laredo (1972), ocurriendo lo mismo con los demás parámetros del consumo, haciéndose mayor la diferencia a medida que la ración aumenta.

Se ha reportado que el consumo se incrementa hasta los niveles de oferta 90-100 gramos de materia seca por kg de peso metabólico en carneros, decreciendo en niveles superiores, mientras que la digestibilidad sigue incrementándose, en nuestros resultados encontrando cierta coincidencia pues tanto la digestibilidad, como el consumo continuaron aumentando en niveles de oferta muy superiores, aunque esto lo pudimos observar solamente en bermuda cruzada-1 y guinea likoni, pues en king grass, debido a su bajo contenido de materia seca, no pudimos siquiera alcanzar los niveles de oferta, reportados por CIAT (1975-1978).

Más importante aún que el efecto sobre la digestibilidad y consumo de materia seca, han sido los alcanzados en el consumo de proteína digestible y energía, los cuales se incrementaron considerablemente a medida que aumentó el nivel de oferta, debido a la asociación del incremento del consumo de materia seca y contenido de nutrientes en un mismo sentido.

El rendimiento de nutrientes sufre un efecto diferente a lo ocurrido en el valor nutritivo, encontrándose que al pasar de bajos a medios los niveles de oferta, existe la tendencia a incrementarse, pero en niveles muy alto comienzan a decrecer, debido a la gran pérdida de nutrientes en el residuo, lo cual trae aparejado un encarecimiento de los nutrientes, pues los costos se elevan considerablemente al alcanzarse un menor aprovechamiento de los forrajes cosechados.

La moderada correlación encontrada entre el nivel de oferta y la digestibilidad de los nutrientes, contrario a lo ocurrido en el consumo de estos, está de acuerdo con las bajas respuestas en la digestibilidad al incrementarse el nivel de oferta, contrariamente a lo sucedido en el consumo, al cual sufrió un gran efecto favorable.

La baja correlación encontrada entre el nivel de oferta y el consumo de proteína bruta digestible y el contenido de energía en king grass, pudo estar influenciada por los bajos contenidos de materia seca y proteína bruta, los cuales seguramente afectaron el normal metabolismo de los animales al consumir este forraje, disminuyendo la digestibilidad y consumo de nutrientes.

En el análisis de los resultados hemos encontrado que efectivamente existe una marcada influencia positiva sobre el valor nutritivo de los forrajes al incrementarse la ración, siendo el mayor efecto en el consumo de materia seca y nutrientes, afectándose negativamente cuando los niveles de oferta o residuo son muy elevados, encontrándose el equilibrio entre el valor nutritivo, rendimiento y costo, alrededor del 20% de residuo, variable con la especie utilizada, por lo que aunque se puede incrementar considerablemente el valor nutritivo por esta práctica de alimentación, debe tenerse cuidado con el encarecimiento de los nutrientes, al igual que debe tenerse en cuenta el nivel de oferta al realizar comparaciones de especies forrajeras y otros tratamientos, manteniendo a nivel de residuo similar en todos los casos, para que puedan ser considerables los resultados.

## **CAPITULO VIII. COMPROBACIÓN CON VACAS LECHERAS DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS CON CARNEROS**

Si bien es cierto que las evaluaciones de los alimentos con carneros en jaulas de metabolismo nos permiten determinar con gran precisión el valor nutritivo, la mejor forma de conocer el valor de los mismos, es suministrándolos directamente a los animales que los van a utilizar en mayor cantidad para su mantenimiento y producción, lo cual nos motivó a comprobar con vacas lecheras algunos de los resultados obtenidos en las pruebas con carneros.

### **Materiales y métodos**

Para el desarrollo de este experimento fueron utilizadas vacas mestizas Holstein-Cebú (3/4–1/4) de segunda y tercera lactancia, las cuales tenían alrededor de 60 días de lactación y estaban produciendo entre 9 y 10 kilogramos de leche diario al comenzar el período preexperimental.

Los tratamientos consistieron en el suministro de forrajes sin suplementar de las especies king grass, guinea likoni y bermuda cruzada-1 cosechadas a las edades de 56 a 70, 35 a 56 y 28 a 42 días respectivamente en la época de lluvia y que habían sido fertilizados con 1,1 kilogramos de nitrógeno por hectárea y día de crecimiento, equivalente a 400 kg por hectárea al año.

Se utilizaron 7 vacas para evaluar cada especie forrajera, realizándose la medición de forma continua en las edades mencionadas, con períodos de mediciones de 5 días en cada semana, los cuales estuvieron precedidos por un período preexperimental de 21 días, etapa en la que se adaptaron los animales a los forrajes, se les suprimió el suministro de concentrado y se ajustaron las raciones de forraje individualmente de forma tal que el residuo estuviera entre el 15 y 20%. Los animales se alojaron en boxes individuales y recibieron agua y sales minerales a voluntad, realizándose el ordeño mecánico y el suministro de forraje dos veces al día, tomándose muestras de leche en cada ordeño para el análisis de materias grasas sobre la mezcla de las dos muestras y el pesaje se realizó al inicio y final de cada período de medición semanal antes de la comida de la mañana y las determinaciones del valor nutritivo fueron realizados por la misma metodología descrita para los carneros.

Para los cálculos de balance y potencial de producción de leche se tomaron los requerimientos energéticos de 70 kcal (293 KJ) por kg de peso metabólico para mantenimiento y 0,74 kcal (3,10 KJ) por kg de leche al 4% de materias grasas, mientras que para los requerimientos proteicos fueron tomados los valores de 3,25 g de PDI por kg de peso metabólico para el mantenimiento y 50 g por kg de leche al 4% de materias grasas.

### **Resultados**

A continuación expondremos los resultados de la evaluación de forrajes de diferentes especies y edades con vacas en producción de leche.

En la (tabla 71) se presenta la composición química de los forrajes consumidos, pudiéndose observar que el contenido de materia seca tiende a incrementarse con la edad, la materia orgánica prácticamente no sufre variación, al igual que la energía bruta disminuye en guinea likoni y bermuda cruzada-1, mientras que en king grass tiende a incrementarse, posiblemente debido a la producción de nuevos rebrotes en esta planta forrajera y la fibra se incrementa ligeramente. Comparando las especies, podemos ver que guinea likoni y bermuda presenta la mejor calidad, aunque esta última tiende a presentar los mejores valores, mientras que el king grass presenta una menor calidad en su composición especialmente en la proteína bruta, fibra y materia seca.

Tabla 71. Composición de los forrajes utilizados en vacas lecheras.

Especies	Edad (días)	MS (%)	MO (%)	PB (%)	Fibra (%)	EB MJ/kg MS
King grass	56	15,8	90,3	6,45	37,6	17,7
	63	16,9	90,3	6,95	39,9	17,7
	70	17,9	88,3	7,51	38,6	17,4
	Promedio	16,9	89,6	6,97	38,7	17,6
Guinea likoni	35	22,9	87,3	9,55	33,6	16,7
	42	23,5	88,6	9,15	34,4	16,9
	49	24,9	88,8	8,40	35,4	17,0
	56	25,3	89,2	7,90	36,3	17,0
	Promedio	24,2	88,5	8,75	34,9	16,9
Bermuda cruzada-1	28	22,1	93,3	10,3	30,7	17,8
	35	23,7	93,6	8,7	31,7	17,9
	42	25,1	94,3	7,6	33,9	18,0
	Promedio	23,6	93,7	8,87	32,1	17,9

*Capítulo VIII. Comprobación con vacas lecheras de los principales resultados obtenidos con carneros*

El consumo de forraje verde y materia seca (tabla 72) se incrementó con la edad, excepto en bermuda cruzada-1 que tiende a disminuir; mientras que al comparar las especies vemos que el consumo de forraje verde promedio es superior en bermuda, sin diferencia entre king grass y guinea likoni, sin embargo, cuando se hace la comparación en base a materia seca, se puede notar una mayor diferencia entre especies, manteniéndose los mejores consumos en bermuda y a continuación guinea likoni con diferencias apreciables de ambas especies con el king grass que presenta los consumos más bajos.

Tabla 72. Consumo de los forrajes por vacas lecheras.

Especies	Edades (días)	Forraje verde		Materia seca	
		kg/día	kg/100 kg de peso vivo	kg/día peso	kg/100 kg de peso vivo
King grass	56	48,4	11,89	7,65	1,879
	63	45,5	11,29	7,65	1,899
	70	48,0	12,03	8,60	2,156
	Promedio	47,3	11,74	7,97	1,978
Guinea likoni	35	46,1	11,00	10,53	2,51
	42	47,0	11,11	11,05	2,61
	49	47,0	11,03	11,70	2,74
	56	50,7	11,82	12,83	2,99
	Promedio	47,7	11,24	11,53	2,71
Bermuda cruzada-1	28	61,3	15,90	13,54	3,52
	35	48,1	12,40	11,39	2,93
	42	48,7	12,40	12,23	3,12
	Promedio	52,7	13,57	12,42	3,19

La digestibilidad en todos los nutrientes (tabla 73) disminuye con la edad en las tres especies forrajeras estudiadas, mientras que los valores promedios de digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y energía bruta no presentan diferencias entre especies, pero en la digestibilidad de proteína bruta, el king grass presenta los valores más bajos, seguido por bermuda y guinea que no presentan diferencias apreciables entre ellos, ocurriendo lo contrario en la digestibilidad de la fibra, pues el king grass presenta los valores más altos, seguido por bermuda y guinea en orden descendente.

Tabla 73. Digestibilidad (%) de los nutrientes de los forrajes estudiados en vacas lecheras.

Especies	Edades (días)	Materia seca	Materia orgánica	Proteína bruta	Fibra	Energía bruta
King grass	56	58,1	64,0	55,8	69,9	64,5
	63	54,3	59,4	54,5	67,7	59,9
	70	55,8	60,2	46,2	65,8	60,7
	Promedio	56,1	61,2	52,2	67,8	61,7
Guinea likoni	35	60,9	64,4	69,8	65,4	64,9
	42	54,5	59,5	65,1	59,3	60,0
	49	53,9	58,8	61,4	57,7	59,3
	56	50,5	54,0	57,9	54,6	54,4
	Promedio	55,0	59,2	63,6	59,3	59,7
Bermuda cruzada-1	28	59,4	62,2	67,1	66,5	62,7
	35	56,5	58,7	60,6	62,8	59,1
	42	53,1	55,7	53,7	59,8	56,1
	Promedio	56,3	58,9	60,5	63,0	59,3

El contenido energético por kg de materia seca consumido (tabla 74) presenta muy poca variación entre especies, ocurriendo lo contrario en el contenido de sustancias nitrogenadas digestibles (tabla 75) que sí presentan grandes diferencias, mientras que la edad influye marcadamente en ambos nutrientes, disminuyendo a medida que avanza la madurez aunque en king grass el efecto es menos apreciable.

Los consumos de proteína digestible (tabla 76) y de energía neta leche (tabla 77) realizando por los animales están muy influenciados por la especie forrajera utilizada, pues como se puede observar en los balances que se hacen de estos nutrientes, los consumos son inferiores en king grass, seguidos en orden ascendente por los realizados en guinea y bermuda, mientras que la edad tiene una influencia variable según la especie, pues en king grass se incrementa con la madurez y en la bermuda descendiente y la guinea prácticamente no se ve afectado el consumo de nutrientes. Como es lógico, los déficit de estos nutrientes con

*Capítulo VIII. Comprobación con vacas lecheras de los principales resultados obtenidos con carneros*

relación a los requerimientos, son elevados el king grass mientras que en guinea likoni solamente se presentan déficit en el consumo de PDIN y en la bermuda cruzada-1 existe un exceso de consumo de energía y proteína digestible, lo cual está confirmado por el comportamiento de los animales, pudiéndose observar en la (tabla 78), que los alimentos con king grass perdieron más de 500 gramos de peso vivo diario en todas las edades estudiadas, en guinea likoni ganaron más de 200 g y en bermuda se obtuvieron ganancias muy superiores, coincidiendo estos resultados con la producción real y potencial (tabla 79) pues la producción de leche obtenidas en las vacas alimentadas con king grass es muy superior a su potencial, mientras que en guinea y bermuda el potencial es superior a la que realmente produjeron los animales, pudiéndose observar además que el potencial del king grass es muy inferior, siguiéndole en orden ascendente la guinea y la bermuda, presentando esta última el más alto potencial promedio, aunque si hacemos la comparación a igual edad, no se presentan diferencias en el potencial de estos dos últimas especies.

Tabla 74. Contenido energético (MJ/kg MS) de los forrajes consumidos por vacas lecheras.

Especies	Edades	Energía bruta (EB)	Energía digestible (ED)	Proteína metabolizable (EM)	Energía neta leche (ENL)
King grass	56	17,7	11,4	9,63	4,77
	63	17,7	10,6	8,91	4,27
	70	17,4	10,6	9,08	4,47
	Promedio	17,6	10,9	9,21	4,50
Guinea likoni	35	16,7	10,8	9,42	5,58
	42	16,9	10,1	8,66	4,99
	49	17,0	10,1	8,55	4,93
	56	17,0	9,2	7,80	4,32
	Promedio	16,9	10,1	8,61	4,96
Bermuda cruzada-1	28	17,8	11,2	9,52	5,50
	35	17,9	10,6	8,66	4,92
	42	18,0	10,1	8,24	4,67
	Promedio	17,9	10,6	8,81	5,03

Tabla 75 Contenido de proteínas digestibles (g/kg MS) de los forrajes consumidos por vacas lecheras.

Especies	Edades (días)	Proteína bruta digestible	PDIE	PDIN
King grass	56	36,0	68,5	48,4
	63	37,9	61,8	42,7
	70	34,7	67,0	50,3
	Promedio	36,2	65,8	47,1
Guinea likoni	35	66,7	72,3	58,1
	42	59,6	68,3	55,7
	49	51,6	65,3	51,3
	56	45,7	60,5	48,4
	Promedio	55,9	66,0	53,4
Bermuda cruzada-1	28	69,1	76,3	62,5
	35	52,7	68,4	53,1
	42	40,8	62,7	46,6
	Promedio	54,2	69,1	54,1

Tabla 76. Balance alimentario de proteína digestible (g/día) de vacas lecheras.

Especies	Edades	Necesidades totales de PDI	Consumo		Diferencias	
			PDIE	PDIN	PDIE	PDIN
King grass	56	742	524	370	-218	-372
	63	693	473	327	-220	-366
	70	658	576	433	-82	-144
	Promedio	698	524	377	-173	-294
Guinea likoni	35	700	761	612	+61	-88
	42	665	755	615	+90	-50
	49	647	764	600	+117	-47
	56	613	776	621	+163	+8
	Promedio	656	764	612	+108	-44
Bermuda cruzada-1	28	666	1033	846	+367	+110
	35	615	779	605	+164	-10
	42	551	767	570	+216	+19
	Promedio	611	860	674	+249	+63



Capítulo VIII. Comprobación con vacas lecheras de los principales resultados obtenidos con carneros

Tabla 77. Balance alimentario de energía neta leche (MJ/vaca/día) de vacas lecheras alimentadas con diferentes forrajes.

Especies	Edades (días)	Necesidades	Consumo	Diferencias
King grass	56	54,2	36,5	-17,7
	63	51,1	32,7	-18,4
	70	49,0	38,5	-10,5
	Promedio	51,4	35,9	-15,5
Guinea likoni	35	51,8	58,6	+6,8
	42	49,7	55,0	+5,3
	49	48,6	57,8	+9,3
	56	46,5	55,3	+8,6
	Promedio	49,2	56,7	+7,5
Bermuda cruzada-1	28	49,2	74,5	+25,3
	35	46,1	56,0	+9,9
	42	42,2	57,1	+14,9
	Promedio	45,8	62,15	+16,7

Tabla 78. Cambios de peso vivo de las vacas (promedio de 7 animales por especie).

Especies	Edades (días)	Peso vivo (kg)		Cambio de peso vivo (kg)	
		Inicial	Final	Período	Diario
King grass	56	409,3	405,0	-4,3	-0,164
	63	404,8	400,8	-4,0	-0,571
	70	400,8	396,8	-4,0	-0,570
	Promedio	405,0	400,9	-4,1	-0,585
Guinea likoni	35	418,3	419,9	+1,6	+0,229
	42	419,9	421,1	+1,2	+0,171
	49	421,1	423,0	+1,9	+0,271
	56	423,0	424,7	+1,7	+0,243
	Promedio	420,6	422,2	+1,6	+0,229
Bermuda cruzada-1	28	382,2	387,2	+5,0	+0,714
	35	387,2	390,4	+3,2	+0,457
	42	390,4	393,5	+3,1	+0,443
	Promedio	386,6	390,4	+3,8	+0,538

Tabla 79. Producción real y potencial (kg/vaca/día) según el consumo de ENL y PDI.

Especies	Edades (días)	Producción real	ENL	Producción potencial según el consumo de:	
				PDIE	PDIN
King grass	56	8,95	3,21	4,60	1,52
	63	8,01	2,10	3,62	0,70
	70	7,37	3,98	5,74	2,88
	Promedio	8,11	3,10	4,65	1,70
Guinea likoni	35	8,00	10,20	9,20	6,20
	42	7,30	9,00	9,10	6,30
	49	6,90	9,90	9,20	6,00
	56	6,20	9,00	9,50	6,40
	Promedio	7,10	9,53	9,25	6,23
Bermuda cruzada-1	28	7,67	15,83	15,01	11,27
	35	6,61	9,81	9,89	6,41
	42	5,30	10,10	9,62	5,68
	Promedio	6,53	11,91	11,51	7,79

En cuanto al efecto de la edad, también coinciden los resultados del consumo de nutrientes y el comportamiento de los animales, pues como se puede observar en la (tabla 80), el potencial se incrementa con la madurez en el king grass, desciende en bermuda cruzada y no le afecta en la guinea likoni.



*Capítulo VIII. Comprobación con vacas lecheras de los principales resultados obtenidos con carneros*

Tabla 80. Influencia de la especie forrajera y edad de cosecha sobre el costo de los nutrientes y de los gastos en energía y proteínas para el mantenimiento de una vaca de 400 kg de peso vivo.

Especies	Edades (días)	Costos en pesos cubanos			
		PDIN (kg)	100 MJ de ENL	Mantenimiento proteico	Mantenimiento energético
King grass	56	0,347	0,352	0,101	0,092
	63	0,368	0,368	0,107	0,096
	70	0,290	0,326	0,084	0,085
	Promedio	0,335	0,352	0,097	0,091
Guinea likoni	35	0,340	0,354	0,099	0,093
	42	0,298	0,333	0,087	0,087
	49	0,280	0,291	0,081	0,076
	56	0,252	0,282	0,073	0,074
	Promedio	0,293	0,375	0,085	0,083
Bermuda cruzada-1	28	0,386	0,438	0,112	0,115
	35	0,363	0,391	0,105	0,102
	42	0,324	0,324	0,094	0,085
	Promedio	0,358	0,384	0,104	0,101

## Discusión

La influencia de la edad sobre la composición química no se ha observado tan nítidamente como el experimento con carneros debido posiblemente a que en este caso se realizó una sola evaluación y en la época de lluvia, aunque de todos modos se observa la misma tendencia al incremento de la materia seca y fibra en las tres especies forrajeras estudiadas, mientras que la proteína bruta si que se ha podido apreciar el efecto de la disminución en la guinea likoni y bermuda cruzada-1 y no en king grass; sin embargo, la diferencia que habíamos observado entre especies se ha mantenido.

Al igual que lo observado por otros investigadores al evaluar gramíneas tropicales con vacas lechera, la edad del forraje influyó sobre la digestibilidad de los nutrientes, disminuyendo ha medida que avanza el estado de madurez (Conrad y col., 1961; Anon, 1974; Ruiz y Cairo, 1976; Hibbs y Conrad, 1978; Chongo y Pobiraki, 1982), pudiéndose apreciar igualmente diferencia entre las especies forrajeras como ha sido reportado por Stobbs (1973), Stobbs y Thompson (1978) y Beaty y Engel, (1980) los cuales han señalado que se presentan diferencias considerables en la capacidad de las especies forrajeras en aportar nutrientes para la producción de leche o ganancia de peso.

El menor consumo de materia seca del king grass pudo estar influenciada por varios factores, tales como el contenido de materia seca inferior al 18% en todas las edades, factor que influye marcadamente en el consumo de materia seca por los bovinos (Butterworth y col., 1961; Halley y Dougall, 1962; Journet, 1969; Almanza y Márquez, 1978; García Trujillo y Cáceres, 1982), afectando seguramente también el contenido de proteína bruta, el cual estuvo en esta especie en todas las edades alrededor del nivel crítico en que se puede afectar el consumo (Milford y Minson, 1966; Huton, 1978), pudiéndose explicar el incremento de consumo ocurrido a los 70 días por el aumento de materia seca y proteína bruta. Estos mismos factores pueden ser una explicación del mayor consumo en guinea likoni y bermuda cruzada-1, pues sus contenido de materia seca y proteína bruta son más altos que los niveles críticos señalados, e incluso la tendencia a mantenerse el consumo en las diferentes edades puede deberse a que estos elementos no sufrieron tantas variaciones, además de que parece ser que esta categoría de animal no es tan sensible a los pequeños cambios ocurridos en la calidad de los forrajes con la edad.

Las diferencias encontradas en el consumo de materia seca entre las especies deben ser aún mayores, ya que al realizar los experimentos los animales presentaban diferentes pesos vivos y producciones de leche, siendo inferiores en bermuda cruzada-1, seguido de guinea likoni y el king grass en orden ascendente, por lo que pudo haberse afectado el consumo como ha sido señalado por varios autores (Phillips y Lampkin, 1964; Jonson y col., 1967c; Nuth, 1979).

En la bermuda cruzada-1 el consumo de materia seca disminuyó con la edad, coincidiendo con lo reportado por Ruíz y Cairo (1976) y Chongo y Pobirski (1982), siendo superiores a los encontrados por Butterworth y col., (1961), lo cual puede ser debido a diferencias en las condiciones climáticas experimentales.

En la hierba guinea se han encontrado valores de consumo de materia seca inferiores a los nuestros (Hardison, 1966; Jonson y col., 1967c) aunque estas comparaciones pueden ser de escaso valor si se tiene en cuenta la influencia de muchos factores sobre el consumo.

Tanto la edad, como la especie tuvieron menos influencia sobre el contenido energético de los forrajes, que sobre los de proteína digestible, coincidiendo con los reportes de César (1981) y Chongo y Pobiraki (1982),

### *Capítulo VIII. Comprobación con vacas lecheras de los principales resultados obtenidos con carneros*

pues las disminuciones en el contenido energético con la edad son significativas cuando se comparen forrajes de más de 2 semanas de diferencias, mientras que en los valores de proteínas digestibles se nota una mayor afectación, aunque el comportamiento es diferente en cada especie estudiada.

Las diferencias en el requerimiento de nutrientes, están dados por las diferencias en el peso vivo y producción de leche, pues ambos factores lo afectan (Tonme, 1958) y como hemos podido observar, los animales utilizados en el king grass pesaron más y comenzaron el experimento con producciones más altas, siguiéndole el orden las utilizadas en guinea likoni y bermuda cruzada-1, coincidiendo en este mismo orden los requerimientos de nutrientes, por lo que en las comparaciones entre las especies estudiadas debe tenerse en cuenta, aunque de todas formas, los consumos de nutrientes son mayores en bermuda cruzada-1 y king grass, a pesar de que el peso vivo de los animales y sus producciones de leche son contrarios a este orden.

Como ha sido señalado por investigadores franceses (INRA, 1981), al aplicar los sistemas de PDI y energía neta, la importancia del estado de madurez se hace menor, lo cual hemos observado en nuestros resultados con vacas lecheras, sin embargo, aún se mantiene la tendencia a disminuir el valor nutritivo, especialmente al expresado como por Jonson y col., (1967c) siendo mayores aún las diferencias entre las especies (Stobbs, 1973; Stobbs y Thompson, 1978).

Los balances de consumos de proteína digestible y energía neta leche, unido a las producciones de leche obtenidos en las edades y especies estudiadas explican los cambios de peso vivo ocurridos, pudiéndose apreciar que en el king grass se producen deficiencias de estos nutrientes en todas las edades, mientras que en guinea likoni solamente se presentan ligeros déficit en proteínas digestibles, con exceso de consumo de energía y en bermuda cruzada-1 existió un exceso de consumo en ambos nutrientes con relación a sus requerimientos, lo cual explica el comportamiento de las vacas en su producción y cambios de peso vivo, así como en el potencial de producción de leche calculado.

Como hemos podido apreciar, el nutriente más limitante en las tres especies estudiadas a todas las edades lo constituye el consumo de proteína, coincidiendo con lo reportado por French (1957), pues aunque ha sido señalado Elliat, Fokeman y French (1961) que al fertilizar adecuadamente y utilizar los forrajes tropicales en estado joven el nutriente limitante sería la energía y no la proteína, en nuestro trabajo a pesar de haber fertilizado con niveles considerablemente altos para nuestras condiciones no hemos podido alcanzar los niveles de proteína bruta (12%) señalados para obtener un equilibrio adecuado entre proteína y energía en los forrajes (Glover y Dougall, 1961), por lo que se ha mantenido este nutriente como limitante en la producción de leche (García-Trujillo, (1982a-1982b; García-Trujillo, 1983).

El análisis de nuestros resultados nos permite concluir que:

- Al evaluar los forrajes con vacas lecheras no se observa claramente la influencia de la edad sobre el valor nutritivo, debido seguramente a que estas son menos sensibles que los carneros para detectar las diferencias existentes.
- Las diferencias entre las especies forrajeras son claramente detectadas, situándose en el mismo orden que al ser evaluadas con carneros,
- El mayor efecto de la edad y las diferencias entre especies forrajeras en el valor nutritivo se encuentran en el consumo de nutrientes especialmente en el de proteína digestible, siendo el consumo de este nutriente el que más limita la producción que se pudiera obtener de nuestras gramíneas forrajeras en las condiciones de explotación utilizados en esta evaluación.
- Los forrajes de las especies guinea likoni y bermuda cruzada-1 fueron los que permitieron una producción aceptable, mientras que el king grass en estas condiciones apenas ofrece nutrientes para obtener mínimas producciones de leche, además del mantenimiento de los animales, por lo que requiere de suplementaciones más elevadas.

En las tres especies de forrajes se presentan desbalances de nutrientes limitando las sustancias nitrogenadas, por lo que deben suplementarlos con proteínas verdaderas y nitrógeno no proteico para alcanzar un balance adecuado antes de suplementar con piensos balanceados y obtener de esta forma un mejor aprovechamiento de los forrajes y alimentos concentrados.

**CONCLUSIONES**

1. Se encontraron diferencias apreciables entre las especies estudiadas en el valor nutritivo, rendimiento de nutrientes y costo de los nutrientes.
2. Los indicadores que mejor expresan las diferencias entre las especies son el consumo, rendimientos y costos de las sustancias nitrogenadas digestibles y energéticas (EM o ENL).
3. Tomando como base los indicadores antes mencionados el orden de las especies es el siguiente: bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*) guinea likoni (*Panicum maximum*), king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*), *Sorghum bicolor*, buffel biloela (*Cenchrus ciliaris*) y estrella jamaicano (*Cynodon nlemfluensis*).
4. El valor nutritivo disminuye con la edad o estado de madurez en las tres especies estudiadas, mientras que el rendimiento de nutrientes por área se incrementa hasta un punto en que se equilibran, en el cual comienza a descender el rendimiento de nutrientes por área por efecto del gran descenso del valor nutritivo.
5. El valor nutritivo más alto se obtiene a las edades de 49, 35 y 28 a 35 días para el king grass, guinea likoni y Bermuda cruzada-1 respectivamente, mientras que los mayores rendimientos de nutrientes por área se obtienen a los 56 días para el king grass y a los 49 días en guinea likoni y bermuda cruzada-1.
6. La fertilización nitrogenada presentó muy poca o ninguna influencia sobre los componentes energéticos y el consumo de materia seca y por consiguiente del consumo de energía; siendo su mayor efecto sobre los componentes nitrogenados y la digestibilidad y consumo de las sustancias nitrogenadas, así como sobre los rendimientos de nutrientes, incrementándose con el nivel de fertilizante nitrogenados.
7. El aumento del nivel de fertilización nitrogenada, incrementa considerablemente los costos de los forrajes y nutrientes de las gramíneas estudiadas.
8. El aumento del valor nutritivo de los forrajes debe buscarse por otras vías que no sea el incremento de la fertilización nitrogenada, pudiendo ser a través de las leguminosas.
9. La época del año influye marcadamente sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de las gramíneas estudiadas, siendo más elevado el valor nutritivo en la época de seca que en la de lluvia, ocurriendo lo contrario en el rendimiento de nutrientes, los cuales alcanzan el doble en la lluvia con respecto a la seca.
10. La influencia de la época del año es variable con la especie estudiada, tanto en el valor nutritivo, como sobre el rendimiento de nutrientes, por lo que no puede ser para todas las especies, así como tampoco para todos los parámetros del valor nutritivo.
11. Los costos de los nutrientes en la época de seca son mucho más elevados que en la época de lluvia, debido a la mayor producción obtenida en esta época, por lo que a pesar del mayor valor nutritivo en la época de seca, deben ser más aprovechados en la época de lluvia.
12. El aumento de la ración de forraje de las especies estudiadas incrementa el valor nutritivo, siendo el mayor efecto sobre el consumo de forrajes y nutrientes, sin embargo, los nutrientes que se pueden obtener por área disminuyen y los costos aumentan cuando las raciones son muy altas, o sea cuando los residuos en el comedero son muy elevados.
13. Existe una relación positiva entre el nivel de oferta de forraje expresado en gramos de materia seca por kilogramos de peso metabólico de los animales, siendo más fuertes las correlaciones con el consumo de materia seca y nutrientes.
14. Los forrajes de guinea likoni y bermuda cruzada-1 permiten obtener producciones aceptables de leche, mientras que el king grass permite producciones muy bajas, debido a su menor valor nutritivo, sin embargo, los altos rendimientos de nutrientes alcanzados por área hacen que se tome en consideración para su explotación como especie forrajera.
15. En las tres especies estudiadas se presentaron desbalances entre energía y proteínas, así como entre las diferentes fracciones de proteínas digestibles, por lo que las raciones de forrajes de estas especies deben balanceadas en todos los casos.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar para corte en áreas forrajeras las especies king grass, guinea likoni y bermuda cruzada-1; no siendo aconsejable para estos fines el buffel biloela y estrella jamaicano y solo en la época de seca *Sorghum bicolor*.
2. Cosechar el king grass alrededor de los 56 días de rebrote y guinea likoni y bermuda cruzada-1 alrededor de los 49 días, edades a las cuales se obtienen los mejores resultados en valor nutritivo y rendimiento de nutrientes.
3. Utilizar no más de 300-400 kg de N/ha/año en estas especies, ya que los costos de los nutrientes se elevan demasiado, debiendo buscar otras vías para mejorar el valor nutritivo de las gramíneas.
4. Hacer el máximo aprovechamiento de estos forrajes en la época de lluvia, ya que es cuando se obtienen los más altos rendimientos de nutrientes a más bajo costo, sin que se afecte en gran medida el valor nutritivo.
5. Las raciones de forrajes deben ser lo suficiente como para que los animales dejen alrededor del 20% de residuo a fin de que los mismos consuman forrajes de buena calidad sin que se afecte el costo de los nutrientes, pudiéndose aumentar las raciones para obtener mayor valor nutritivo en lo que consumen los animales y ahorrar pienso o concentrados.
6. Los forrajes de las especies estudiadas presentan desbalance en sus nutrientes por lo que deben ser balanceados con nitrógeno proteico y una fuente de proteína verdadera y a partir de estos equilibrios comenzar a suplementar con piensos balanceados.
7. Utilizar como indicadores en la selección de nuevas especies forrajeras el consumo y rendimiento de sustancias nitrogenadas digestibles y energía metabolizable y de ser posible el costo de estos nutrientes, ya que los mismos son los que mejor expresan la calidad de un forraje.
8. Realizar investigaciones con especies de leguminosas y variedades de gramíneas para conocer si también se presentan diferencias en el valor nutritivo.
9. Investigar con otros niveles de fertilización nitrogenada a fin de establecer los óptimos en cuanto al valor nutritivo y rendimientos de nutrientes y predecir los resultados para un nivel de fertilización dado.
10. Estudiar la influencia de diferentes meses del año sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrientes de diferentes especies de gramíneas y leguminosas.
11. Estudiar un rango mayor de edades en diferentes especies forrajeras a fin de conocer más profundamente la influencia de este factor sobre el valor nutritivo.
12. Utilizar raciones que permitan entre un 15-20% de residuo para el estudio del valor nutritivo de nuevas especies y variedades a fin de que puedan expresar más realmente su potencial.
13. Continuar investigando sobre la influencia del nivel de oferta de forraje sobre el valor nutritivo en otras especies forrajeras y su aplicación práctica en bovinos.
14. Tener en cuenta en la confección de las tablas de valor nutritivo los factores que hemos estudiado a fin de hacer una mejor clasificación de los forrajes que permitan una eficiente utilización de las mismas.
15. Estudiar otras vías que permitan mejorar el valor nutritivo de las raciones de forrajes, debido al alto costo que significa la utilización de altos niveles de fertilización nitrogenada en las gramíneas estudiadas.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abate, A.; Kayongo-Male, H. & Karne, C.N. 1981. Dry matter, protein, energy and fibre intake by dairy heifers grazing a Rhodes grass pasture. **Anim. Feed. Sci. Tech.** 6:15-26
- Aguayo, A.; Márquez, P.; Garza, R. & Lizarra, G. 1975. Evaluación de la producción y digestibilidad *in vivo* del Zacate Ferrer en diferentes estados de madurez. Resúmenes XII Reunión Anual INID. SAG. México
- Alfaro, F. 1966. Alimentación del ganado vacuno. Dirección de Capacitación, INRA. La Habana, Cuba
- Alfonso, A.; Valdés, L.R. & Duquesne, P. 1981. Evaluación comparativa de tres gramíneas en pastoreo con añojos. **Pastos y Forrajes.** 4:345
- Allison, D.W. 1971. Influence of photoperiod and thermoperiod on the IVDMD and cell wall components of tall fescue. **Crop Sci.** 11:456
- Almanza, V. R. & Márquez, J. R. 1978. Estudio del valor nutritivo y la producción de nutrientes por área de dos cultivares de *Digitaria decumbens*. Pastos y Forrajes. 1:455
- Almanza, V.R. & Paretas, J.J. 1973. Efecto del fertilizante nitrogenado sobre la digestibilidad y valor nutritivo de la hierba pangola. IV Seminario Científico CNIC. La Habana, Cuba. p. 64
- Almanza, V.R. & Pervov, N. 1974. Balance de N, Ca y P y digestibilidad con toros en dietas de pangola fresca con dos niveles de nitrógeno. Resúmenes I Seminario Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey". p. 27
- ANON. 1974. Reseña descriptiva de la bermuda cruzada en Cuba. Imprenta Universitaria "Andre Voisin". Univ. de La Habana
- ANON. 1981. Informe general. Memoria de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Arroyo, J.A. & Oporta, J.A. 1976. Composición química y digestibilidad *in vitro* e *in vivo* de los henos de guinea y merker en bovinos, caprinos y ovinos. **Memoria ALPA.** 11:17
- Arroyo-Aguilú, J.A. & col. 1973. Valor nutritivo y consumo voluntario de las gramíneas pangola, congo y estrella. **Memorias de ALPA.** 8:91
- Arroyo-Aguilú, J.A. & Rivera-Brenes, L. 1961. Digestibility studies on Napiergrass, Giant Pangolagrass and Signalgrass. **J. Agric. University P. R.** 45:151
- Arroyo-Aguilú, J.A.; Tesseman, S.; McDowell, R.E.; Van Soest, P.J.; Ramírez, A. & Randell, 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
- Atlas Geográfico de Cuba. 1970. Academia de Ciencias de Cuba y de la URSS. La Habana, Cuba
- Ayala, R.J. & Hernández, J. 1982. Resúmenes Seminario ICA. La Habana, Cuba. p. 46
- Beaty, E.R. & Ángel, J.L. 1980. Mediciones de la calidad del forraje e investigación sobre forrajes. **J. of Range Management.** 33(1):49
- Beliuchenko, I.C. 1969. Gramíneas tropicales. Parte I. Edit. Universidad de Amistad con los Pueblos "Patricio Lumumba". Moscú
- Benavides, E. 1977. Valor nutritivo del pasto kikuyo. **Revista ICA.** 12(4):638
- Bilbao, B.; Gómez, M.E.; Matías, C. & Santana, G. 1978. Efecto del método, tiempo de secado y almacenamiento sobre la germinación de la semilla de *Cenchrus ciliaris* cv. Biloela. **Pastos y Forrajes.** 1:381
- Blaxter, K.L. & WEilson, R.S. 1963. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal husbandry. **Anim. Prod.** 5:27
- Boran, M. & Bodia, A. 1982. Utilidad del polietileno para determinar la velocidad de pasaje de los forrajes a través del tubo digestivo de los rumiantes. **Archiv. FÜe Tierernahrung.** 32(3):199
- Borgot, M. 1966. Rendimiento y características de cinco gramíneas forrajeras sobre arenas costeras de Cayena. (*Gicayana francesa*). **L'Agronomic Tropicale.** XXI
- Boudet, G. 1975. Manuel sur les pasturages tropicaux et les cultures fourrageres. 2<sup>eme</sup> edition. Republique Francaise, Ministerio de la Cooperation, IEMVT, Manuels et precis d'elevage. No. 4

- Brody, S. 1956. Climatic physiology of cattle. **J. Dairy Sci.** 39:715
- Burton, G.W. & Monson, W.C. 1978. Registration of Tifton 44 bermuda grass. **Crop. Sci.** 18(1)
- Burton, G.W. 1972. Registration of Coastcross-1 bermudagrass. **Crop. Sci.** 12:125
- Burton, G.W.; Hart, R.H. & Lowreg, R.S. 1967. Improving forage quality in bermudagrass by breeding. **Crop Sci.** 7:329
- Buterworth, M.H. 1963. Digestibility trials on forages in Trinidad and their use in the prediction of nutritive value. **J. Agric. Sci.** 60:341
- Butterworth, M.H. 1961. Studies on pangola grass. **Trop. Agric. Trin.** 38:305
- Butterworth, M.H. 1967. The digestibility of tropical grasses. **Nutr. Abstr. and Rev.** 37:349
- Butterworth, M.H.; Groom, C.G. & Wilson, P.N. 1961. The intake of pangola grass under wet and dry season condition in Trinidad. **J. Agric. Sci. Camb.** 56:407
- Cáceres, O. & Esperance, M. 1981. Efecto del volteo, tiempo de exposición al sol y horas de corte sobre la velocidad de desecación de la BC-1. **Pastos y Forrajes.** 4:109
- Cáceres, O. & García, R. 1982b. Valor nutritivo de forrajes tropicales. 3 Buffel biloela. **Pastos y Forrajes.** 5:235
- Cáceres, O. & García, R. 1982b. Valor nutritivo de forrajes tropicales. 2. Sorgo bicolor. **Pastos y Forrajes.** 5:95
- Cáceres, O. & Hernández, J.L. 1981. Características henificativas de seis pastos destacados. **Pastos y Forrajes.** 4:359
- Cáceres, O.; Santana, H. & Rivero, L. 1983. Valor nutritivo de forrajes estacionales. Resúmenes IV Reunión ACPA. Habana, Cuba. p. 23
- Calder, F.W. & McLeod, L.B. 1968. **Canadian J. of Plant Sci.** 48:17
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J. 1979. Effect of supplementary feeding of concentrates and of restricted grazing on Holstein heifers on intensively managed grass pasture. **J. Agric. Univ. P. R.** 63(3):36
- Cesar, J. 1981. Cycles de la biomasse et des réponses après coupe en savane de Côte-D'Ivoire. **Revue. Elev. Méd. Vét. Pays Tropicaux.** 34(1):73
- César, A.C. & Maraschin, G.E. 1983. Desempenho animal em pastagens de Mileto común e sorgo. **Pesq. Agrop. Brás.** 18(4):421
- Chapman, H.L. & Kretscimer, A.E. 1964. Effect of nitrogen fertilization on digestibility and feeding value of pangola grass hay. Proc. of the Soil and Crop. Sci. of Florida. 24:176
- Chenost, M. 1972. Observations preliminaries sur les variations saiso nieres de la quantité d'aliment engérée par les caprins en milieu tropical humide. **Ann Zootech.** 21:113
- Chenost, M. 1973. La valeur alimentaire de quatre graminees et d'une leguminose tropicales et ses facteurs de variation. **Fourrages.** (54)
- Chicco, C.F.; Rodríguez, C. & Fuenmayor, C.E. 1971. Efecto de la fertilización con N sobre el rendimiento, consumo y digestibilidad del heno de pangola. **Agron. Trop.** 21:3215
- Chongo, R. & Pobisski, N.N. 1982. Frecuencia de pastoreo en bermuda cruzada-1 (*C. dactylon*). I. Influencia sobre el valor nutritivo y consumo en pastoreo. **Cienc. Téc. Agric. Pastos y Forrajes.** 5(2):41
- CIAT. 1972. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual
- CIAT. 1973. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual
- CIAT. 1974. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual
- CIAT. 1975. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual
- CIAT. 1978. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual
- Cineschehov, A. D. 1965. Biología de la alimentación de los animales agrícolas. Edit. Kolos. Moscú. p. 92
- Colmes, J. C. & Rang, R. N. 1963. **Anim. Prod.** 5:17

- Combellas, J. & González, E. 1972. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 3. *Panicum maximum* var. Trichoglume. **Agron. Trop.** 22(6):6351
- Conrad, H.R.; Prat, A.D. & Hibbs, J.W. 1961. Cutting date determines forage quality. **Ohio Farm Home Res.** 46(3):39
- Cooper, J.P. & Tainton, N.M. 1968. Light and temperature requirement for the growth of tropical and temperate grasses. **Herb. Abst.** 38:167
- Cooper, J.P. 1970. Potencial production and energy conversion in temperate and tropical grasses. **Herb. Abst.** 40:11
- Corbea, L.A. & Martínez, H.L. 1980. Métodos y densidad de siembra en el establecimiento de buffel biloela. **Pastos y Forrajes.** 3:405
- Corbea, L.A. & Martínez, H.L. 1982. Influencia de la distancia de siembra en el establecimiento y producción del king grass. **Pastos y Forrajes.** 5:171
- Coward, J.L.; Arroyo, J.A. & García, O.M. 1974a. Proximate nutrient composition of 10 tropical forage grasses. **J. Agric. Univ. P. R.** 58:305
- Coward, J.L.; Arroyo, J.A. & García, O.M. 1974b. Fibrous carbohydrate fractions and *in vitro* true and apparent digestibility of 10 tropical grasses. **J. of Agric. P. R.** 46:239
- CRAAG. 1974. Valor nutritivo de pangola (*Digitaria decumbens*). Centro de Recherche Agronomie des Antilles y Guyane (CRAAG-INRA). Guadalupe
- Crespo, G. 1974. Response of six topical pastures to increasing levels of nitrogen fertilization. Proc. XII Int. Grassld. Congr. p. 93
- Crespo, G.; Ramos, N.; Suárez, J.J.; Herrera, R.S. & González, S. 1981. Producción y calidad de los pastos. **Rev. cubana Cienc. agric.** 15:211
- Deinum, B. & Dirve, J.G.P. 1972. Climate, nitrogen and grass. 5. Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of congoglass. **Neth. J. Agric. Sci.** 20:1259
- Deinum, B. & Dirven, J.G.P. 1973. Preliminary investigations on the digestibility of some tropical grasses grown under different temperature regimen. **Surin. Landb.** 21(3):121
- Delgado, A. 1974. El uso de los pastos para la producción de carne. **Revista de divulgación. Serie Agropecuaria.** 4(2):8
- Demarquilly, C. & Jarrige, J.P. 1964. Valeur alimentaire de d'herbe des prairies temperaires aux. Stades de exploitation pour le paturage. **Ann Zootech.** 13(4):301
- Demarquilly, C. 1965. Facteurs de variations de la quantité d'herbe verte consommée par le mauton. **Fourrage.** (22)
- Demarquilly, C.; Xandé, A. & Chenost, M. 1981. En: Alimentación de los rumiantes. Edit. Mundi-Prensa, España. p. 621
- Domínguez, G. & Elías, A. 1981. Efectos de la edad de corte, la adición de urea y diferentes niveles de miel final en la calidad del ensilado de BC-1. **Rev. cubana Cienc. agric.** 15:77
- Domínguez, G.; Hardy, C. & Ayala, J.R. 1982. Efectos de la edad de corte y niveles de miel final en la calidad del ensilado de king grass. **Rev. cubana Cienc. agric.** 16:89
- Dudar, Y.; Machado, R. & Pedraza, J. 1975. Series Técnico-Científicas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. A-10
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F. Test. **Biometrics.** 11:1
- Echevarría, N. & Rodríguez, F. 1977. Estudio de sistemas de producción de leche basados en gramíneas y leguminosas. VI Reunión ALPA. La Habana, Cuba. p. 10
- Elliot, R.C.; Fokkeman, K. & French, C.H. 1961. Herbage consumption studies on beef cattle. **Rhos. Agric. J.** 58:124
- Esperance, M.; Cáceres, O. & Ojeda, F. 1982. Valor nutritivo y producción de leche en los ensilajes de pangola común, BC-1 guinea likoni. **Pastos y Forrajes.** 5:211

- Ford, C.N. & Williams, W.T. 1973. *In vitro* and carbohydrate composition of *Digitaria decumbens* and *Setaria anceps* grown at different levels of nitrogenous fertilizer. **Aust. J. Agric. Res.** 24:309
- French, M.H. 1957. Nutritional value of tropical grasses and feeders. **Herb. Abst.** 27:1
- Fribourg, H. A.; Duck, B.N. & Culvahouse, E.M. 1976. Forage sorghum yield components and their *in vivo* digestibility. **Agron. J.** 68:361
- Fritz, J. 1973. Quelques données sur la valeur alimentaire de fourrages de la Réunion. **Fourrages.** (55)
- Funes, F. 1975. Digestibilidad y valor nutritivo de la hierba pangola y su relación con la fertilización nitrogenada y frecuencia de corte. **Rev. cubana Cienc. agric.** 9:383
- Funes, F. & Yepes, S. 1974. Pasture introduction in Cuba. In: Plant production breeding and seed production. Proc. XII Int. Grassld. Cong. Moscow
- Funes, F.; Yepes, S. & Hernández, D. 1971. Estudios de introducción de pastos en Cuba. I. Principales gramíneas para corte, pastoreo y tierras bajas. Memoria EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 17
- García-Trujillo, R. & Cáceres, O. 1982. Valor nutritivo de los forrajes tropicales. I. King grass. **Pastos y Forrajes.** 5:343
- García-Trujillo, R. & Cáceres, O. 1984a. Introducción de nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo de los forrajes tropicales. I. Energía. **Pastos y Forrajes.** 7:121
- García-Trujillo, R. & Cáceres, O. 1984b. Introducción de nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo de los forrajes tropicales. II. Proteínas. **Pastos y Forrajes.** 7:261
- García-Trujillo, R. 1974. Trabajo Premínimo. Fac. Ciencias Agropecuarias. Univ. de La Habana. Cuba
- García-Trujillo, R. 1977. Alimentación de vacas lecheras basadas en la utilización de pastos y forrajes y sus formas conservadas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. (Mimeo)
- 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 de Candidatura a Dr. en ciencias. Instituto Superior Agropecuario. La Habana, Cuba
- Gavilanes, C.E. 1979. Constituyentes de la pared celular y digestibilidad del pasto *Brachiaria* en dos estados de desarrollo. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. CIAT. Colombia. Volumen I
- Gavilanes, C.E.; Alarcón, E. & Mendoza, P. 1978. Constituyentes de la pared celular y digestibilidad del pasto *Brachiaria* en dos estados de desarrollo. **Revista ICA.** 13(1):91
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1979a. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba I. Con riego. **Pastos y Forrajes.** 2:47
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1979b. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba II. En secano. **Pastos y Forrajes.** 2:67
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1982. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. X. Con corte, riego y fertilización. **Pastos y Forrajes.** 5:265
- Gerardo, J. & Ortiz, G. 1981. Evaluación zonal de pastos tropicales bajo condiciones de pastoreo. VII. **Ciego de Ávila. Pastos y Forrajes.** 4:291
- Gerardo, J. & Thompson, M. 1984. Evaluación zonal de pastos tropicales bajo condiciones de pastoreo. XI. Cienfuegos. **Pastos y Forrajes.** 7:319
- 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
- Glover, J. & Dougal, H.W. 1961. Milk production from pastures. **J. Agric. Sci. Camb.** 56:261
- Gómez, L.; Paretas, J.J. & Arrieta, A. 1978. Efecto de la frecuencia de corte y el nitrógeno sobre la producción de semilla de cuatro gramíneas tropicales. II. Buffel biloela y formidable. **Pastos y Forrajes.** 1:2
- Gomide, J.A.; Noller, C.H.; Mott, G.O.; Conrad, J.H. & Hill, D.L. 1969. Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and *in vitro* cellulose digestibility of tropical grasses. **Agron. J.** 61:116
- Grieve, C.M. & Osborn, D.F. 1965. The nutritional values of some tropical grasses. **J. Agric. Sci.** 65:411



- Guiérrez, R.; Arroyo, J. A. & Ramírez, A. 1978. Voluntary intake, chemical composition and nutrient digestibility of pangola grass and stargrass hays. **J. Agric. Univ. Puerto Rico.** 62(4):389
- Gutiérrez, A.; Esperance, M. & Hernández, R. 1979. Efecto del tipo de máquina sobre la velocidad de desecación y pérdida de nutrientes de las especies BC-1, P. común y PA-32. **Pastos y Forrajes.** 2:311
- Haggar, R.J. & Shemd, M.B. 1971. Seasonal production of *Andropogon gayanus*. III. Changes in crude protein content and *in vitro* dry matter digestibility of leaf and stem portions. **J. Agric. Sci.** 77:17
- Hally, R.J. & Dougall, B.M. 1962. The feed intake and performance of dairy cows fed on cut grass. **J. Dairy Res.** 29:241
- Hardison, W.A. 1966. Chemical composition, nutrient content and potencial milk producing capacity of fresh tropical herbage. Dairy training and res. **Inst. Phillipines. Res. Bull.** 1
- Harlan, J.R. & De Wet, J.M.J. 1969. Sources of variation in *Cynodon dactylon*. **Crop. Sci.** 9:774
- Harvard-Ducles, B. 1969. Las plantas forrajeras. Ciencia y Técnica. Edit. Bhome, París. p. 72
- Hernández, D. & Rosete, A. 1983. Sistema de pastoreo rotacional para la producción de leche. Efecto del ciclo de rotación. **Pastos y Forrajes.** 6:85
- Hernández, Marta & Cárdenas, O. 1984. Respuesta del buffel (*C. ciliaris* cv. Biloela) a niveles de NK. **Pastos y Forrajes.** 7:369
- Hernández, Marta & Cáceres, O. 1983. Guinea likoni. **Pastos y Forrajes.** 6:1
- Hernández, Marta & Pereira, E. 1981. Pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*). **Pastos y Forrajes.** 4:121
- Hernández, Marta & Simón, L. 1980. Hierba buffel (*Cenchrus ciliaris*). **Pastos y Forrajes.** 3:1
- Hernández, R. & Gómez, A. 1977. Evaluación de variedades destacadas de pastos en suelos calcáreos. Resúmenes II Seminario Interno Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Hernández, R. & Gómez, A. 1979. Resúmenes II Reunión de ACPA. Habana, Cuba. 2:116
- Hernández, R.; Hernández, N. & Gómez, A. 1981. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. V. Empresa Genética de Matanzas. Secano con fertilización. **Pastos y Forrajes.** 4:41
- 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
- Hernández, R.; Menéndez, H. & Gómez, A. 1979. Resúmenes II Reunión de ACPA. La Habana, Cuba. 2:115
- Hernández, R.S. 1979. Efecto de la estación del año y el vit. sobre algunos componentes del valor nutritivo de la BC-1. **Rev. cubana Cienc. Agric.** 13:101
- Herrera, J.; Corona, L.; Paretas, J.J.; Socorra, J. & Mendez, H. 1979. Resúmenes de la II Reunión de ACPA. La Habana, Cuba. 2:198
- Herrera, R.S. 1980. Algunos factores que afectan la calidad de la bermuda cruzada en Cuba. Tesis Cand. Dr. Sc. ICA. La Habana, Cuba
- Herrera, R.S. 1981. Influencia del fertilizante nitrogenado y la edad de rebrote en la calidad del pasto bermuda cruzada-1. Tesis Cand. Dr. Sc. ISCAH. La Habana, Cuba
- Herrera, R.S.; Ramos, N. & Hernández, Y. 1981. Fertilización nitrogenada y edad de rebrote en king grass. I. Carbohidratos solubles y proteína. Resúmenes II Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 90
- Hibbs, J.W. & Conrad, H.R. 1978. Alimentación mínima de concentrados para la producción eficiente de leche en la nutrición de los rumiantes. **Revista Mundial de Zootecnia.** 12:149
- Holding, E.J.; Moore, J.E.; Franke, D.E. & Ruelke, C.C. 1976. Formulation of hay-grain diets for ruminants. I. Evaluation of multiple regression equations for prediction of bermudagrass hay quality from laboratory analyses. **J. Anim. Sci.** 42(3):710
- Hoveland, C.S.; King, C.C.; Evans, E.M.; Harris, R.R. & Anthony, W.B. 1971. Bermudagrass for forage in Alabama. **Univ. Alab. Agric. Exp. Sta. Bull.** 328

- Huerta, R. 1977. Digestibilidad *in vitro* de las gramíneas nativas en suelos de sabana de los llanos orientales. **Rev. ICA. Suplemento.** 12(4):632
- Hutton, E.M. 1978. Los pastos tropicales y la producción de carne vacuno. **Revista Mundial de Zootecnia.** 12:7
- INRA, 1978. Alimentation des Ruminants. Edit. INRA. Pub. Versailles
- INRA. 1981. Alimentación de los rumiantes. Edit. Mundi-Prensa. p. 13
- Ivory, D.A.; Stobbs, T.H.; McLeod, M.N. & Whiteman, P.C. 1974. Effects of day and night temperatures on estimated dry matter digestibility of *Cenchrus ciliaris* and *Pennisetum clandestinum*. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.** 40(2):156
- Jamil, M.B. 1956. A study of some cultural effects on protein content of guinea grass Malay. **Agric. J.** 39:121
- Jarrige, R. & Minson, D.J. 1964. Digestibilité des constituents du ray-grass anglais S-24 et du dactyle S-37 plus spécialement des constituants glucidiques. **Ann. Zootech.** 13:117
- Jefery, H. 1971. The relation between various energy parameters, chemical composition and digestibility of some pasture swards in a subtropical environment. **Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb.** 11(51):397
- Jérez, Irma & Herrera, D. 1977. Estudio preliminar de la bermuda cruzada-1 y la pangola para la producción y la composición de la leche. **Rev. cubana Cienc. agric.** 11(3):261
- Johnson, W.L.; Hardison, W.A. & Castillo, L.S. 1967a. The nutritive value of *Panicum maximum* (guinea grass). I. Yields and chemical composition related to season and herbage growth stage. Cornell International Agric. Dev. p. 155
- Johnson, W.L.; Ordoveza, A.L.; Hardison, W.A. & Castillo, L. S. 1967b. The nutritive value of *Panicum maximum* (guinea grass). II. Digestibility by cattle and water buffaloes related to season and herbage growth stage. Cornell Int. Agric. Dev. p. 160
- Johnson, W.L.; Ordoveza, A.L.; Hardison, W.A. & Castillo, L.S. 1967c. The nutritive value of *Panicum maximum* (guinea grass). III. Factors affecting voluntary intake by cattle and water buffaloes. Cornell Int. Agric. Dev. p. 160
- Journet, M. 1978. Alimentation des Ruminants. Edit. INRA. Pub. Versailles
- Journet, M. & Verité, R. 1978. Alimentation de Ruminants. Edit. INRA. Pub. Versailles
- Kamistra, L.D.; Stanley, R.W. & Isdhizaqui, S.M. 1966. Seasonal and growth period changes of some nutritive components of kikuyer grass. **J. of Range Management.** 19(5):288
- Kayongo-Male; H.; Thomas, W.; Ulirey, D.E.; Deans, R.J. & Arroyo, J.A. 1976. Chemical composition and digestibility of tropical grasses. **J. of Agric. P. R.** 60(2):186
- Kutusova, A.A. 1974. Importancia del nitrógeno biológico en las praderas de los suelos Chernosen. Edición No. 9. Edit. Kolos. p. 78
- Lamela, L.; Pereira, E. & Silva, O. 1984. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. I. Bermuda cruzada-1, bermuda callie y guinea SIH-127. **Pastos y Forrajes.** 7:395
- Laredo, M.A. & Minson, D.J. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheeps of leaf and ítem fractions of five grasses. **Aust. J. Agric. Res.** 24:875
- Laredo, M.A. 1974. Voluntary intake by sheeps gíver separated leaf and stem fractions of tropical grasses. Ph. D. Tesis. Univ. of Queensland. Sta. Lucía. Brisbane, Australia
- Lazemby, A. & Roger, H.H. 1955. Selection criteria in grass breeding. 4. Effect of nitrogen and spacing on yield and its components. **J. Agric. Sci. Camb.** 65, 65-78
- Legel, S. 1981. Tablas de los valores alimenticios de forrajes tropicales. Instituto de Agricultura Tropical, Universidad Kart Marx. Leipzig, RDA
- Liptse, H. 1980. Características del forraje relacionadas con la ingestión, digestibilidad y ganancia de peso de los rumiantes. **J. Anim. Sci.** 50(5):952
- Lizarraga, G. & Zambrana, R. 1980. Efectos de la dosis de nitrógeno sobre la producción forrajera y calidad del heno de zacate, bermuda cruzada-1. **Prod. Anim. Trop.** 2(3):20

- López, Mirta; Sistachs, E.; Funes, F.; Ruíz, T.; Pereiro, M. & Monzote, Marta. 1981. Agrotecnia y utilización de leguminosas. **Rev. Cubana Cienc. agric.** 15:195
- Louis, St. D.G.; Arroyo, J.A.; Ramírez, A. & McDowell, R.R. 1979. Yield on nutritive value of *Sorghum*, maize and soybean forages harvested in Southwestern Puerto Rico. **J. Agric. Univ. P. R.**
- Lowrey, R.S.; Johnson, J.C.; Burton, G.N.; Marchant, N.H. & McCormick. 1968. *In vivo* studies with Coastcross-1 and other Bermudas. Res. Bull. 55.Ga. Agric. Exp. Sta. p. 22
- Machado R.; Gómez, Yolanda & Quesada, G. 1978. Comportamiento de pastos introducidos en la provincia de Las Tunas. **Pastos y Forrajes.** 1:209
- Machado, Hilda & Hernández, Neice. 1984. Comportamiento en Cuba de la hierba buffel. Resúmenes VI Seminario Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 1
- Machado, Hilda & Muñoz, D. 1982. Estudio de variedades de hierba de guinea para la Empresa Pecuaria Triángulo de Camaguey. **Pastos y Forrajes.** 5:297
- Machado, R. & Gerardo, J. 1983. Comparación de cultivares forrajeros. I. Efecto de la frecuencia de corte sobre los componentes del rendimiento. **Pastos y Forrajes.** 6:305
- Machado, R. & Pedraza, J. 1981. Comportamiento inicial de gramíneas y leguminosas en la provincia Habana. **Pastos y Forrajes.** 4:279
- Machado, R. 1980. Comportamiento de cuatro cultivares de *C. dactylon* y *Brachiaria brizantha*. **Pastos y Forrajes.** 3:25
- Mahendranathan, T. 1971. Potential of tropics as a livestock feed. A. Review. **Malaysian Agric. J.** 48:77
- Marten, C.C. & Danker, J.D. 1964. Selective grazing induced by animal excreta. 2. Investigation of a causal theory. **J. Dairy Sci.** 47:871
- Martínez, H.L. 1983. Estudios de densidades de sorgo forrajero intercalado en siembras de BC-1. **Pastos y Forrajes.** 6:209
- Martínez, R.O.; Ruíz, R. & Herrera, R.S. 1980. Producción de leche con vacas en p. BC-1. I. Diferentes niveles de suplementación con concentrados. **Rev. cubana Cienc. agric.** 14:221
- Maymord, L.A. 1947. Animal Nutrition. Edit. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, USA. p. 262
- McCosper, T.H. & Teitzel, J.K. 1975. Una reseña del pasto guinea para los trópicos húmedos de Australia. **Trop. Grassld.** 9(3)
- McCroskey, J.E.; Braskett, N.E. & Rembarger, R. 1968. Seasonal variation in the composition and digestibility of Midland Bermudagrass. **Anim. Sci. Res.** 80:80
- McJeray, R.J. 1967. Carbohydrates of grasslands herbage. **Herb. Abs.** 37
- McLeod, M.N. & Minson, D.J. 1974. The accuracy of predicting dry matter digestibility of grasses from lignin analysis by three different methods. **J. Sci. Fd. Agric.** 25:907
- McLeod, M.N. & Minson, D.J. 1976. The analytical and biological accuracy of estimating the matter digestibility of different dry legume species. **Anim. Feed. Sci. Technol.** 1:61-72
- Menderhau, J.W.; Van Burg, P.F.J.; Deinum, B.; Dirven, J.G.P. & Hart, M.L. 1974. Effects of high levels of nitrogen and adequate utilization on grassland productivity and cattle performance with especial reference to permanent pasture in temperate regions. XII. Int. Grassld. Congr. Moscow
- Mendoza, B. 1974. Producción y valor nutritivo del pasto buffel sometido a 3 frecuencias de corte en el trópico seco. Tesis Agronomía. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador
- Menéndez, J. & Gerardo, J. 1980. Resúmenes IV Seminario Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 7
- Mernéndez, J.; Machado, R. & Hernández, N. 1980. Resúmenes IV Seminario Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 1
- Michalet-Doreau, B. & Xandé, A. 1979. Influences de la saison sur le compartement alternatif des meutons recevant des fourrages verts en zone tropicale humide. **Ann. Zootech.** 28(4):381

- Milera, Milagros & Figueroa, J. 1977. Efecto de la densidad de carga y dos sistemas de pastoreo en bermuda cruzada-1 para la producción de leche. Resúmenes III Seminario Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 19
- Milford, R. & Minson, D.J. 1965. The relation between the crude protein content and digestible crude protein of tropical pasture plants. **J. Br. Grassld. Soc.** 20(3):177
- Milford, R. & Minson, D.J. 1966. The feeding value of tropical pastures. Tropical Pastures. Davies and Skidmore. Eds. London. Faber and Faber
- Milford, R. 1960. Nutricional value of 17 subtropical grasses. **Aust. J. Agric. Res.** 11:138
- Miller, I.L. & Cowlshaw, S.J. 1976. Effects of stage of growth and season on the nutritive value of four digit-grasses in Trinidad. **Trop. Agric. Trinidad.** 53(4):305
- Miller, T.B. & Raina, A. 1963. The nutritive value and agronomic aspects of some fooders in Northern Nigeria. **J. Brit. Grassld. Soc.** 18:158
- Minson, D.J. 1966. The intake and nutritive value of fresh, frozen and dried, *Sorghum almun*, *Digitaria decumbens* and *Panicum maximum*. **J. Brit. Grasslad. Soc.** 21:123
- Minson, D.J. 1967. The voluntary intake and digestibility in sheep chopped and pelletad of Pangola grass following a late application of fertilized nitrogen. **Brit. J. of Nut.** 21:587
- Minson, D.J. 1971. The digestibility and voluntary intake of six varieties of *Panicum*. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 11:18
- Minson, D.J. 1971a. The nutritive value of tropical pasture. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.** 37:255
- 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. 1973. Effect of fertilizer nitrogen on digestibility and voluntary intake of *Chloris gayana*, *Digitaria decumbens* and *P. clandestinum*. **Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb.** 13:610
- Minson, D.J.; Harris, C.E.; Raymond, W.F. & Milford, R. 1964. The digestibility and voluntary intake of S-22-H-1 ryegrass, S-17 total fescue, S-48 timothy, S-215 meadow fescue and germinal coasfot. **J. of the Brit. Grassld. Soc.** 19(3):298
- Minson, D.J. & Laredo, M.A. 1972. Influence of leafives on voluntary intake of tropical by sheep. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.** 38:303
- Minson, D.J. & McLeod, M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. XI Int. Grassld. Congr. Australia. p. 79
- Minson, D.J. & Milford, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing differents proportions of legume and nature pangola grass. **Aust. J. of Exp. Agric. and Aminimal Husb.** 7:546
- Minson, D.J.; Raymond, W.F. & Harris, C E. 1960. The nutritive of four tropical grasses when fed a choff and pellets to sheep. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 8:270
- Motta, M.S. 1953. *Panicum maximum*. **Emp. J. of Exp. Agric.** 21:33
- Mugerwa, J.S. & Ogwang, B.H. 1976. Dry matter production and chemical composition of elephant grass hybrids. **East African Agric. and Forestry. J.** 42(1):60
- Muviciansh, A.P. & Mairova, E.T. 1959. Producción de alimentos proteicos. Edit. Literatura Agrícola. Moscú. p. 63
- Naegelé, A.F.G. 1977. Les graminees des pasturajes de Mauritania, FAO. Roma. p. 235
- Nuth, F. 1979. Influencia de la edad, el peso vivo, la fase de lactación y otros factores en el consumo de alimentos por parte de las vacas de altos rendimientos. **Tierzuchter.** 31(3):113
- Ogwang, B. H. & Mugerwa, J.S. 1976. Yield response to nitrogen application and *in vitro* dry matter digestibility of elephant grass. X. Bulrush millet hybrids. **East African Agric. and Forestry J.** 41(3):231
- Ojeda, F. & Cáceres, O. 1984. Efecto de los aditivos químicos sobre la conservación y digestibilidad de los ensilajes de king grass. **Pastos y Forrajes.** 7:409

- 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
- Olsen, F.J. 1972. Effect of large application of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four tropical grasses in Uganda. **Trop. Agric.** 49:251
- Olubajo, F.O. & Oyenuga, V.A. 1975. The yield, intake and animal production of four tropical grass species grown at Ibadan. **Nig. J. Anim. Prod.** 1(2):217
- Opazo, R.G. 1926. Cartilla práctica sobre el cultivo de las plantas forrajeras de secano. Edit. Imprenta Santiago, Chile. No. 133:65
- Oquendo, G.J.; Gerardo, J. & Mantecon, E. 1983. Comportamiento de variedades de pastos en suelos pardos en Guáimaro. **Pastos y Forrajes**. 6:319
- Paladines, D.L. & de Alba, J. 1963. Aceptación de forrajes tropicales por el ganado. **Turrialba**. 13:194
- Paretas, J.J. 1976. Uso del N en pastos tropicales. Tesis de Candidato a Dr. en Ciencias. Univ. de La Habana, Cuba
- Paretas, J.J.; López, Mirta & Cárdenas, M. 1981. Inf. de la fertilización con N y la frecuencia de corte sobre tres cvs. del género *Cynodon*. **Pastos y Forrajes**. 4:329
- Pecthier, G. 1983. Observaciones efectuadas sobre plantas forrajeras en Gran Tierra (Guadalupe). Folleto Impresora Universitaria de La Habana, Cuba
- Peñuñuri, F.J.; Zambrano, R. & Rodríguez, I. 1980. Efecto de diferentes dosis de N sobre la producción y calidad del zacate Ballico Italiano Ryegrass. Resúmenes de Avances de Investigación del CIPES-INIP. México. p. 12
- Pérez-Infante, F. & Gutiérrez, A. 1978. Evaluación de la bermuda cruzada-1 para la producción de leche en suelos Latosólicos. Primer Seminario Científico Técnico. Estación Central de Pastos. MINAGRI. p. 22
- Pérez-Infante, F. 1970. Efecto de tres intervalos de corte y tres niveles de nitrógeno en las ocho gramíneas más extendidas en Cuba. **Rev. cubana Cienc. agric.** 4:2
- Pernes, J.; René, J.; René-Chaumé, R.; Letenneur, L.; Roberge, G. & Messenger, J.L. 1972. *Panicum maximum* et l'intensification fourragère en Côte d'Ivoire. Costa de Marfil ORSTOM. (Mimeo)
- Pezo, D. & Vohmout, K. 1977. Tasas de digestión *in vitro* de seis gramíneas tropicales. **Turrialba**. 27(1):47
- Pezo, D. 1972. Resumen de investigaciones en pasto elefante en la costa del Perú. Univ. Nac. Agraria. La Molina. Boletín Técnico No. 14
- Phillips, G.D. & Lamppin, G.H. 1964. **Emp. J. Exp. Agric.** 32:60
- Pizarro, E.A.; Rodríguez, N.M. & Figueiredo, A.G. 1981. Producción y valor nutritivo del heno de *Hyparrhenia rufa*. **Arquivos du Escola Veterinaria da Universidad Federal de Minas de Gerais**. 33(1):183
- Portieles, J.M. & Aspiolea, J.L. 1978. Estudio de dosis de N y frecuencia de corte en pasto bermuda cruzada-1 bajo condiciones de regadío. Resúmenes II Seminario Científico Técnico. Est. Exp. de Fertilizantes en Pastos. Escambray, Cuba
- Ragsdale, A.C.; Thompson, H.J.; Worstell, D.M. & Brody, S. 1950. Environmental physiology. IX. Milk production and feed and water consumption responses. Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta. p. 460
- Ramos, N.; Herrera, R.S. & Curbelo, F. 1979. Reseña descriptiva del king grass en Cuba. ICA. Ed. A. Voisin. Cuba
- Ramos, N.; Herrera, R.S. & Curbelo, F. 1980. Edad de rebrote y niveles de N en pasto estrella. **Rev. cubana Cienc. agric.** 14:83
- Ramos, N.; Herrera, R.S. & Curbelo, F. 1982. Edad de rebrote y niveles de N en pasto estrella. 1. Comportamiento del rendimiento y eficiencia de utilización del N. **Rev. cubana Cienc. agric.** 16:305
- Rebago, R. & Rodríguez, T.M. 1976. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento del sorgo forrajero sembrado directamente. **Rev. cubana Cienc. agric.** 10:107
- Regal, V. 1960. The evaluation of the quality of pasture grasses by the microscopy method. Proc. 8th. Int. Grassld. Congr. p. 522

- Reid, J.T. 1965. Annual Meeting of the American Society of Animal Science. East Lansing. Michigan, USA
- Reid, J.T.; Juny, G.A. & Murray, S. 1964. The measurement of nutritive quality in a Bluegrass pasture using *in vivo* and *in vitro* techniques. **J. Anim. Sci.** 23(3):700
- Reid, R.L.; Clark, B. & Juny, G.A. 1964. Estudios con hierba sudanes. II. Evaluación nutritiva por los métodos *in vivo* e *in vitro*. **J. of Agron.** 56:537
- Reid, R.L.; post, A.; Olsen, F.J. & Moyerwa, J.S. 1973. Studies on the nutritional quality of grasses and legumes to species and stage of growth effects. **Trop. Agric.** 50:1.15
- Remy, V.A. & Martínez, J. 1978a. Efecto de la frecuencia, altura de corte y el riego en la bermuda cruzada-1. I. Composición botánica. **Pastos y Forrajes.** 1:95
- Remy, V.A. & Martínez, J. 1978b. Efecto de la frecuencia, altura de corte y el uso del riego en bermuda cruzada-1. II. Rendimiento y altura de la planta. **Pastos y Forrajes.** 1:261
- Remy, V.A. & Martínez, J. 1979. Resúmenes II Reunión Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). La Habana, Cuba. p. 148
- Remy, V.A. 1982. Comportamiento agronómico del pasto bermuda cruzada-1. Tesis de Candidato a Dr. en Ciencias. Escuela Superior Agricultura, Praga. Checoslovaquia
- Ribeiro, H.M.; Rodríguez, N.M.; Pizarro, E.A. & Viena, J. de A.C. 1980. Feno de soja perenne. 2. Consumo voluntario e digestibilidades aparente. **Arquivos de Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.** 32(3):445
- Rivera, G.; Pérez, J. & Meléndez, F. 1960. Determinación de la DMS de 7 pastos tropicales en 2 sitios de la sabana de Huimanguillo y efecto de la fertilización. **Agric. Trop.** 2(2):126
- Rocha, G.P. & Vera, R.R. 1981. Carbohidratos estructurales, proteínas y digestibilidad *in vitro* de ocho gramíneas tropicales. **Turrialba.** 31(1):15
- Rodríguez, J.M.; Lannes, M. & Chávez, J.L. 1976. Características nutritivas de los principales alimentos y aditivos utilizados en la alimentación de los animales. Impresora Universitaria "Andre Voisin". La Habana, Cuba. p. 42
- Rodríguez, S. & Morrillo, D.E. 1977. Influencia de la frecuencia de corte y fertilización sobre el rendimiento y composición química de *Cynodon nlemfuensis*. **Agron. Trop.** 27:613
- Ruíz, R. & Cairo, J. 1976. Consumo de MS y digestibilidad *in vitro* de las paredes celulares de los pastos bermuda cruzada-1 y pangola a diferentes edades de corte. I Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 58
- Ruíz, R.; Cairo, J.; Martínez, R.O. & Herrera, R.S. 1981. Producción de leche con vacas en pasto bermuda cruzada-1. II. Estructura del césped y potencial productivo. **Rev. cubana Cienc. agric.** 15:129
- Salette, J.E. 1970. Tropical grassland, possibilities for a more intensive management. **Fourrages.** 43:91
- Schneider, B.H. 1947. Feeds of the world. Their digestibility and composition. University of West Virginia.
- Schulze-Kroft, R. 1983. Pastos y forrajes en la tierra caliente de Colombia. Universidad de La Habana, Cuba
- Sen, K.C. 1978. Nutritive values of Indian cattle feeds and the feeding of animals. Sixth Edition (Revised)
- Serrano, D.; Molina, A.; Valdés, G. & García, R. 1978. Efecto del sistema de pastoreo y la carga sobre la ganancia de peso con pasto estrella sin riego. ICA. La Habana, Cuba. (Mimeo)
- Silva, J.F.C. & Gomide, D. 1967. Efecto del estado de madurez sobre el consumo y la digestibilidad aparente de la materia seca em 3 pastos tropicales. **Rev. Ceres.** 13:255
- Silva, J.F.C. da & Silva, D.J. da. 1977. Nutritive value of tropical forage in Brasil. Proceedings Int. Symp. Feed Comp. Anim. Nut. Req. and Comput in Diets. Logan, Utah State. University. p. 177
- Smith, C.A. 1962. Tropical grass legume pastures in Northern Rhodesia. **J. Agric. Sci.** 59:11
- Smith, C.A. 1970. The feeding value of tropical grass pastures evaluated by cattle weight gains. Proc. XI Int. Grassld. Congr. p. 838
- Sleper, D.A. & Mott, G.O. 1976. Digestibility of four Digitgrass cultivar under different harvest frequencies. **Agron. J.** 68:993

- Soldevilla, M.; Vélez, J.; Méndez, A.V. & Jiménez, D. 1979. Manejo y utilización de los forrajes en P. R. Publicación 125, GT-1. Univ. P.R. Est. Exp. Agric. Río Piedras. Univ. P. Rico
- Soto, K.L. 1979. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo en ovinos bajo fertilización nitrogenada. Tesis Mag. Sci. Bogotá, Colombia. Univ. Nacional
- Soto, L.; Laredo, M.A. & Alarcón, E. 1980. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo en ovinos bajo fertilización nitrogenada. **Revista ICA**. XV(2):79
- Sotomayor-Ríos, A.; Julia, F.J. & Arroyo-Aguillú, J.A. 1974. **J. Agric. Univ. P. R.** 58(4):448
- Sprague, F. 1966. Selección para alimento, forraje y usos industriales. Semillas, Anuario de Agricultura. Edit. Revolucionaria. La Habana, Cuba. p. 24
- Stobbs, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Aust. J. Agric. Res.** 24:809
- Stobbs, T.H. & Thompson, P.A.C. 1978. Producción de leche en praderas tropicales. **Rev. Mundial de Zootecnia**. 12:15
- Tergas, L.E. & Blue, W.G. 1971. Nitrogen and phosphorus in Jaragua grass the dry season in tropical savannah as affected by nitrogen fertilization. **Agron. J.** 63:6
- Tergas, L.E.; Blue, W.C. & Moore, J.E. 1971. Nutritive value of fertilized Jaragua grass in the Wet-Dry Pacific Region of Costa Rica. **Trop. Agric.** 48(1):1
- Todorov, N.A. 1980. Forrajes tratados con hidrato de sodio tal como afectan los procesos de fermentación que tienen lugar en los preestómagos de las ovejas. **Zhivotrovani Nauki**. 1(6):56
- Tomme, M.F. & Martinenko, R.V. 1972. Composición aminoácidica de los forrajes. Ed. Kolos. Moscú
- Tomme, M.F. 1958. Normas de alimentación y raciones para los animales agrícolas. Coljozgiz, Moscú
- Tuarez, J.A. 1979. Evaluación de rendimientos y valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras pertenecientes a la colección de la Est. Exp. Pichilingue. Resúmenes Analíticos. I. CIAT. Colombia
- Tucker, B.B.; Elder, W.C. & Chiles, R. 1983. Fertilization of bermuda-grass. OSU EXTENSION FACTS. Sci Serving Agriculture, USA. No. 2206 p. 2206
- Ugarte, J.; Crespo, G. & Domínguez, G.H. 1980. Siembra directa de sorgo forrajero en pangola. V. Producción de tres sistemas de explotación de un pastizal. **Rev. cubana Cienc. agric.** 14:229
- Ugarte, J.; Domínguez, G.H. & Rabago, R. 1976a. Siembra directa de sorgo forrajero en pasto guinea durante la seca. II. Efecto del pastoreo y de la competencia de otros pastos sobre la disponibilidad de sorgo y la producción de leche. **Rev. cubana Cienc. agric.** 19:147
- Ugarte, J.; Rabago, R.; Rodríguez, J. & Domínguez, G.H. 1976b. Siembra directa de sorgo forrajero en pasto guinea durante la seca. III. Comparación de tres sistemas de explotación de un pastizal para la producción de leche. **Rev. cubana Cienc. agric.** 10:255
- Ugarte, J.; Rabago, R.; Domínguez, G.H. & Rodríguez, T. 1976c. Siembra directa de sorgo forrajero en pangola para la producción de leche. IV. Evaluación económica. **Rev. cubana Cienc. agric.** 10:267
- Ugarte, J.; Rabago, R. & Domínguez, G.H. 1975. Siembra directa de millo forrajero en pasto guinea durante la seca. I. Efectos sobre la disponibilidad de pastos y producción de leche. **Rev. cubana Cienc. agric.** 9:281
- Valdés, G.; Molina, A. & García, R. 1980. Efecto de la carga, la conservación y la suplementación en la ceba de novillos en bermuda cruzada-1 sin riego. Inst. de Ciencia Animal. ISCAH, La Habana, Cuba
- Valdés, G.; Ruíz, R.; Molina, A. & Cairo, A.J. 1982. Balance energético-proteico en terneros alimentados con forrajes de bermuda cruzada-1 con tres niveles de fertilizante nitrogenado. **Rev. cubana Cienc. agric.** 16:7
- Valdés, L.R.; Montoya, M.; Chao, L. & Duquesne, P. 1980. Evaluación comparativa de tres gramíneas en pastoreo para la producción de carne. I. 3, 5 y 7,5 animales/ha. **Pastos y Forrajes**. 3:463
- Vázquez, C.M. & García, F. 1976. Rendimiento y digestibilidad del heno de la bermuda cruzada-1 y de costa en la época seca. Resúmenes I Reunión de ACPA. La Habana, Cuba. p. 80
- Vega, Susana & Esperance, M. 1984. Reseña. Sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*). **Pastos y Forrajes**. 7:1

- Venel, B. & Flam, F. 1981. Predicción del valor energético del forraje a partir de la DMO *in vitro* o de la solubilidad e hidróxido de potasio. **Animal Feed Science and Technology**. 6(3):235
- Verité, R. & Demarquilly, C. 1978. In la vache laitière. Edit. INRA, Pub. Versailles. p. 144
- Vermorel, M. 1978. Energie. En : Alimentation des ruminants. Edit. INRA, Pub. Versailles
- Vicente-Chandler, J. 1965. Intensive pasture production in the not-humid tropics. Paper presented at Cornell Latin American Year Conference, Ithaca, N. Y.
- Vicente-Chandler, J.; Caro, R.; Pearson, R. W.; Abruna, F.; Figarella, J. & Silva, S. 1964. The intensive management of tropical forage in Puerto Rico. **Bull. Univ. P. Rico. Agric. Exp. Sta.** (187)
- Voorthizen, E.G. van. 1972. The effects of cutting frequency and cutting height on four naturally occurring pasture grasses in Tanzania. **E. A. Agric. Forestry. J.** 37:258
- Waldo, D.R. 1970. Factors influencing the voluntary intake of forages. Proc. Nat. Conf. Forage quality eval. and utiliz. Lincoln. Nebraska
- Weiss, Ph. & Demarquilly, C. 1970. Valeur alimentaire des fourrages verts. **Fourrages**. (42):1
- Whyte, R.O.; Moir, T.R. G. & Cooper, J.P. 1964. Gramíneas en la agricultura. Ed. Revolucionaria, La Habana, Cuba
- Wilkinson, S.R.; Adams, W.E. & Jackson, W.A. 1970. Chemical composition and *in vitro* digestibility of vertical layers of Coastal Bermudagrass. **Agron. J.** 62:69
- Wilson, J.R. & Minson, D.J. 1980. Perspectivas para el mejoramiento de la digestibilidad e ingestión de las gramíneas tropicales. **Trop. Grassld.** 14(3):253
- Witehead, D.C. 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. **Commonwealth. Agric. Bureaux. Bull.** 48
- Xandé, A. 1978. Valeur alimentaire des fourrages tropicaux et de forrages pauvres. Dossier de Candidature, CRAAG-INRA. Guadalupe
- Xandé, A. 1979. Valeur alimentaire des fourrages tropicaux. **Nouv. Agron. Antilles-Guyane.** 4(2):63
- Xandé, A. & Vivier, M. 1977. Valeur alimentaire et intérêt de trais graminees pour les zones tropicales humides. **Nouv. Agron. Des Antilles y de la Guyane.** 3(3)14:273
- Yazman, J.A.; Arroyo, J.A.; McDowell, R.E.; Van Soest, P.J. & Certera, H. 1977. Voluntary intake and apparent digestibility of artificial dried Stargrass feed to Holstein bull calves. **J. Agric. Univ. P. R.** 61(4):429
- Yepes, S. 1975. Comportamiento del pasto en invierno sin riego ni fertilización. Serie Técnico Científicas A-9. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Yepes, S. & Matías, C. 1975. Ensayo de semillas de pastos. Series Técnico Científicas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Zafren, C. 1977. Tecnología de la preparación de alimentos. Edit. Kolos. Moscú. p. 38
- Zemerlink, G.; Hagggar, R.J. & Davies, J.H. 1972. A note on the voluntary intake of *Andropogon gayanus* hay by cattle as affected by level of feeding. **Anim. Prod.** 15:85