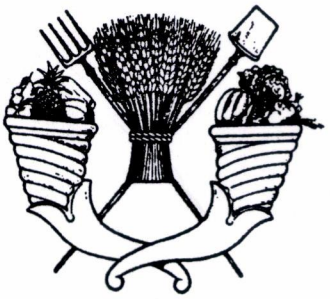


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

CAÑA DE AZÚCAR Y BLOQUES MULTINUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE NOVILLOS EN PASTOREO EN LA ÉPOCA SECA

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:
JOEL HUMBERTO NEGRETE HUESO

DICIEMBRE DE 1999
CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO

92927

CAÑA DE AZÚCAR Y BLOQUES MULTINUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE NOVILLOS EN LA ÉPOCA SECA

Tesis realizada por **Joel Humberto Negrete Hueso** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR_____
Dr. Carlos F. Marcof Alvarez

ASESOR_____
Ir. Ricardo D. Améndola Massiotti

ASESOR_____
M. C. Hermilo Suárez Domínguez

36461

CAÑA DE AZÚCAR Y BLOQUES MULTINUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE NOVILLOS EN LA ÉPOCA SECA

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Joel Humberto Negrete Hueso** autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo constituido por:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESIDENTE_____
Dr. Carlos F. Marcof Alvarez

ASESOR_____
Ir. Ricardo D. Améndola Massiotti

ASESOR_____
M. C. Hermilo Suárez Domínguez

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Producción Animal de la Universidad Autónoma Chapingo, por permitirme realizar mis estudios de maestría y por todo el apoyo brindado para ello.

A la Universidad Autónoma Chapingo por solventar la colegiatura y por el apoyo económico durante mis estudios de posgrado.

Al FIRA Ciudad Valles, S. L. P., por el apoyo brindado para la realización de la fase experimetal de esta invetigación.

Al Dr. Carlos F. Marcof Alvarez por su amistad y la oportunidad ofrecida para desarrollar el proyecto de investigación así como por los conocimientos adquiridos de su persona.

Al Ir. R. D. Améndola Massiotti por su interés demostrado y aporte de conocimientos para el enriquecimiento de la tesis en todo el proceso de realización y culminación del trabajo.

Al M. C. Hermilo Suárez Domínguez por su amistad y sugerencias para mejorar la tesis.

Al Dr. Pedro A. Martínez Hernández por su colaboración y sugerencias en el escrito final.

Al M. C. Marco A. Martínez Castillo por sus recomendaciones durante todo el trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres:

José Negrete Sánchez por ser el pilar incansable de la família y a **Leonila Hueso Rentería** por apoyar a ese pilar con otras estructuras de sosten.

Al Ing. Jorge Negrete Hueso por su amistad, comprensión y apoyo incondicional en mi vida estudiantil y por haberme dado elementos de superación personal y profesional.

A la Sra. Ma. Reyna Caudillo Hernández por su apoyo moral y familiar durante el desarrollo de la maestría.

A mis hermanos:

Lila Margarita, José, Sergio, Sandra, Imelda, Griselda, María Nazaret, Rosa María, Jorge, Urbano, Virginia y José Enrique por ser parte de la estructura que han ayudado a llegar a una meta más de mi vida.

A mis cuñados :

Ermelinda González, Rosa Padilla, Mario García, Reyna Caudillo, Adriana Barajas y Jaime Cruz por el aliento espiritual en mi camino.

A mis amigos:

Marco A. Martínez Castillo por sus conocimientos brindados y el espíritu de lucha que me ha inculcado; Aureliano Pacheco Aparicio por su amistad, y colaboración en la fase experimental, Juan C. Omaña Silvestre por el valor moral que para mi ha representado; Francisco R. de la Cruz, Luis E. Zavala, Oscar Almeraya y todos los compañeros de posgrado que han sido ejemplo y apoyo para mi formación personal y profesional. Además, a todas aquellas personas que no están aquí mencionadas pero que contribuyeron de alguna manera para culminar este objetivo.

GRACIAS A TODOS, JOEL HUMBERTO NEGRETE HUESO

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales:

Nombre: Joel Humberto Negrete Hueso

Lugar de origen: Cofradía de Juárez, Colima

Profesión: Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Formación académica:

Escuela Secundaria Técnica No. 3. Francisco Gonzalez Lugo. Cofradía de Juárez, Colima (1986 – 1989).

Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México (1989 – 1992).

Departamento de Zootenia de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México (1992 – 1996).

RESUMEN

CAÑA DE AZÚCAR Y BLOQUES MULTINUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE NOVILLOS EN PASTOREO EN LA ÉPOCA SECA

Negrete H., J. H.; C. F. Marcof A[1]., R. D. Améndola M[1].

[1]Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México. C. P. 56230

La suplementación mejora el comportamiento del ganado bovino en pastoreo en la época seca. En Ciudad Valles, S. L. P., se evaluó el efecto de suministrar a libre acceso en la pradera caña de azúcar en diferentes formas a novillos pastoreando bermuda Cruza 1 durante 42 días. La caña de azúcar se ofreció en la pradera a animales de 230 kg de peso vivo. Los tratamientos fueron: 1) caña + urea, 2) caña + bloque multinutricional y 3) caña enriquecida + bloque multinutricional. Se analizaron las variables grado de defoliación, tasa de desaparición del forraje, el consumo de caña de azúcar y la ganancia de peso mediante un diseño balanceado completamente al azar con tres repeticiones. El grado de defoliación promedio fue 17.6%, la tasa de desaparición fue de 1.4 kg MS 100^{-1} kg PV d^{-1}, el consumo de caña fue de 1.2% del peso vivo animal, y la ganancia diaria de peso fue de 460 g $animal^{-1}d^{-1}$, sin efecto de tratamiento para ninguna de las variables estudiadas ($P>0.05$). El consumo de bloque fue de 464.4 g $animal^{-1}d^{-1}$ para los animales del tratamiento 2 y de 260.3 g $animal^{-1}d^{-1}$ para los del 3 ($P<0.05$). El forraje de caña representa una buena alternativa para obtener ganancias de peso moderadas por los animales en la época seca.

PALABRAS CLAVE: *Cynodon dactylon, Saccharum officinarum,* bloque multinutricional, ganancia de peso, época seca.

ABSTRACT

SUGAR CANE AND MULTINUTRITIONALS BLOCKS ON FEEDING STEERS IN GRAZING DURING DRY SEASON

Negrete, H. J. H.; C. F. Marcof A.; R. D. Améndola M.

Suplementation improves the productive behavior of grazing cattle in dry season. In Ciudad Valles, S. L. P. , México, sugar cane suplementation effect on different ways was evaluated, it was offered ad libitum to steers of 230 kg of liveweight grazing a Coast-Cross-1 sward during 42 days. Treatments were: 1) sugar cane plus urea, 2) sugar cane plus multinutritional block and 3) enriched sugar cane plus multinutritional block. The evaluated variables were defoliation rate, forage disappearance rate, sugar cane intake and liveweight gain. These variables were analized using a completely randomized design with 3 repetitions. Defoliation rate was 17.6%, forage disappearance rate was 1.4 kg MS 100^{-1} kg lw day^{-1}, sugar cane intake was 1.2% of liveweight, and liveweight gains were 460 g $steers^{-1}d^{-1}$, without effect of treatment for each evaluated variable ($P>0.05$). The block intake was 464.4 g $steer^{-1}$ day^{-1} for treatment 2 and 260.3 g $steer^{-1}day^{-1}$ for treatment 3 ($P<0.05$). The sugar cane forage is a good alternative in order to obtain low liveweight gains in cattle during dry season.

Key words: *cynodon dactylon, Saccharum officinarum,* multinutritional block, liveweight gain, dry season.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

ÍNDICE DE CUADROS ..... **vi**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **x**

APÉNDICE ..... **xi**

I. INTRODUCCIÓN **1**

II. OBJETIVOS **3**

2.1. General 3

2.2. Particulares 3

III. REVISIÓN DE LITERATURA **4**

3. 1. La producción de carne de bovino en méxico 4

3.2. Bermuda cruza 1 (*Cynodon dactylon* L. Pers.) 9

3.2.1. Producción de forraje y composición químicadel pasto bermuda 10

3.2.2. Comportamiento animal 16

3.3. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) 17

3.3.1. Características generales del cultivo de caña de azúcar 17

3.3.2. Características productivas del cultivo de caña de azúcar y composición química del forraje de caña 18

3.3.3. Características químicas del enriquecimiento del forraje de caña de azúcar (caña enriquecida) 21

3.3.4. Consumo de forraje de caña de azúcar y su relación con la producción animal. 22

3.3.5. Consumo de caña enriquecida y producción animal 28

3. 4. Bloques multinutricionales 30

3. 4. 1. Características generales 30

3.4. 2. Composición química de los bloques multinutricionales 31

3. 5. Suplementación 34

3.5.1. Características generales 34

3.5.2. Factores que afectan la respuesta a la suplementación 36

3. 5.3. Comportamiento animal de bovinos suplementados en condiciones de trópico 39

3.5. 3.1.Suplementación con bloques multinutricionales 41

3.5.3.1.1. Consumo de bloques multinutricionales 41

3.5.3.1.2. Efecto de la suplementación con bloque sobre el consumo de alimento 42

3. 5. 3.1.3. Los bloques multinutricionales en la ganancia de peso de bovinos en pastoreo 43

3.6. Factores que afectan la variabilidad en la estimación de la masa de forraje presente en la pradera 45

3. 7. Estimación de la ganancia diaria de peso de los animales 56

IV. HIPÓTESIS 58

V. MATERIALES Y MÉTODOS 59

5. 1. Localización y duración del experimento 59

5. 2. Clima 59

5. 3. Tratamientos 62

5. 4. Diseño experimental 63

5. 5. Animales 63

5. 6. Periodo experimental 63

5. 7. Manejo 63

5.7.1. Bloque multinutricional 63

5. 7. 2. Pradera 64

5. 7. 3. Forraje de caña de azúcar 65

5. 7. 4. Animales 66

5. 8. Variables de respuesta 66

5. 8. 1. Variables de respuesta de la pradera 66

5. 8. 1. 1. Forraje ofrecido y residual 66

5. 8. 1. 2. Composición botánica y morfológica 67

5. 8. 2. Variables de respuesta calculadas 68

5. 8. 2. 1. Forraje desaparecido (producción neta de forraje) 68

5. 8. 2. 2. Tasa de desaparición del forraje (TDF) 69

5. 8. 2. 3. Grado de defoliación (GD) 69

5. 8. 3. Obtención de muestras de alimento para análisis en laboratorio 70

5. 8. 4. Procesamiento de muestras de alimento para laboratorio 71

5. 8. 5. Análisis de laboratorio 71

5. 8. 5. 1. Proteína cruda 72

5. 8. 5. 2. Materia orgánica 72

5. 8. 5. 3. Digestibilidad *invitro* de la materia seca 72

5. 8 . 6. Consumo de caña de azúcar 72

5. 8. 7. Consumo de bloque multinutricional 73

5. 8. 8. Ganancia de peso individual 73

5.8. 9. Ganancia de peso por hectárea 73

5. 10. Análisis estadístico 73

VI.RESULTADOS 77

6.1. Masa de forraje ofrecido, residual y desaparecido 77

6.2. Composición botánica de la masa de forraje ofrecido 80

6.3. Composición botánica de la masa de forraje residual 81

6.4. Composición morfológica de la masa de forraje ofrecido 83

6.5. Composición morfológica de la masa de forraje residual 85

6. 6. Composición química de la masa de forraje ofrecido 87

6. 7. Composición química de la masa de forraje residual 88

6. 8. Grado de defoliación (GD) y tasa de desaparición del forraje (TDF) 90

6. 9. Consumo de caña de azúcar 91

6.10. Consumo de suplemento 93

6.11. Ganancia de peso individual y por hectárea 95

VIII. CONCLUSIONES **98**

VIII. LITERATURA CITADA **99**

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Producción anual de carne de bovino en méxico en el periodo 1990 – 1997 4

Cuadro 2. Características de praderas de bermuda..... 11

Cuadro 3. Características de producción y composición química de la caña de azúcar y de la sacharina rústica..... 19

Cuadro 4. Ganancia de peso vivo y consumo de caña por animales en crecimiento - ceba..... 25

Cuadro 5. Composición química de los bloques multinutricionales 32

Cuadro 6. Época del año y producción de carne en condiciones de pastoreo en la región tropical seca..... 35

Cuadro 8. Consumo de bloques multinutricionales por bovinos pastoreando en la estación seca 42

Cuadro 9. Efecto de los bmn sobre la ganancia de peso de bovinos pastoreando en la estación seca 45

Cuadro 10. Error estándar para el incremento en el número de muestras cortadas para una pastura de clima templado 48

Cuadro 11. Efecto del tamaño y forma de la unidad de muestro sobre la variabilidad en la estimación de la masa de forraje 50

Cuadro 12. Comparación entre muestras aleatorias dentro de parcelas y tamaño de la unidad de muestreo 52

Cuadro 13. Coeficientes de variación de la producción media de forraje basado en el corte de 10 unidades de muestreo..... 54

Cuadro 14. Tratamientos experimentales..... 62

Cuadro 15. Composición del bloque multunutricional experimental..... 62

Cuadro 16. Masa de forraje ofrecido, residual y forraje desaparecido promedio y 50 % de su intervalo de confianza, por ciclo de pastoreo..... 78

Cuadro 17. Composición botánica de la masa de forraje ofrecido..... 81

Cuadro 18. Composición botánica de la masa de forraje residual..... 82

Cuadro 19. Composición morfológica de la masa de forraje ofrecido..... 84

Cuadro 20. Composición morfológica de la masa de forraje residual en el periodo uno y dos..... 86

Cuadro 21. Composición química de la masa de forraje ofrecido 87

Cuadro 22. Composición química de la masa de forraje residual 89

Cuadro 23. Efecto del tratamiento sobre las variables generadas de la pradera..... 90

Cuadro 24.. Efecto del tratamiento sobre el consumo de caña de azúcar..... 92

Cuadro 25. Consumo de suplemento (base seca) 94

Cuadro 26. Efecto del tratamiento sobre el cambio de peso de los animales durante el experimento 95

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Producción promedio mensual de carne de bovino en méxico, en el periodo 1990 - 1997.....6

Figura 2. Producción de forraje y proteína cruda promedio de 2 años d e evaluación de 6 forrajeras de trópico seco.....8

Figura 3. Temperatura y precipitación promedio mensual de la estación climatológica de Pujal, cd. Valles, S.L.P.....60

Figura 4. Temperatura mínima, promedio y máxima mensual de marzo a junio 1998, de la estación climatológica de Pujal, cd. Valles, S. L. P.....61

IX. APÉNDICE

Cuadro página

Cuadro A. 1. Peso vivo individual inicial y final promedio de los animales para cada unidad experimental 112

Cuadro A. 2. Análisis proximal realizado a 3% del total de muestras en el experimento para la masa de forraje ofrecido y residual 113

Cuadro A. 3. Contenido de proteína, materia orgánica y digestibilidad de la materia seca de la caña y bloques multinutricionales empleados en el experimento 114

Cuadro A. 4. Coeficiente de variación de la masa de forraje ofrecido, residual y desaparecido por unidad experimental 115

Cuadro A.5. Croquis de la distribución de las unidades experimentales en el terreno...116

I. INTRODUCCIÓN

La producción de carne de bovino en México ha tenido un incremento de 2.5% anual en la última década. Factores como la sequía en el norte del país y la importación de carne han representado fuertes limitantes para la producción. Además de lo anterior, ésta se presenta en su oferta con marcada estacionalidad, disminuyendo en el periodo seco, lo cual ha sido atribuido, en parte, a la reducción en la disponibilidad y la calidad del forraje; este efecto es más agudo en las regiones secas.

Por lo tanto, con el objetivo de elevar la producción de carne en la etapa crítica han sido evaluadas alternativas diversas, incluyendo la fertilización, diferentes especies vegetales, suplementación energética y proteínica del ganado y ajustes en los sistemas de pastoreo, entre otras. Aunado a lo anterior, se ha estudiado la utilización de la caña de azúcar en la alimentación de los bovinos, observándose ventajas comparativas como el elevado rendimiento de biomasa, la flexibilidad en el momento de utilización y la estabilidad de la calidad nutricional durante la época no lluviosa; no obstante, su contenido de proteína es bajo.

Dada la baja calidad alimenticia de los pastos tropicales, se han aportado de diferentes formas los nutrimentos deficitarios a los animales, y una de ellas son los bloques multinutricionales. El bloque multinutricional es una mezcla de alimentos compactados por un agente ligante, que facilita el consumo de nutrimentos por el animal en forma lenta y continua. Este tipo de suplemento usa ingredientes de la región, su elaboración no es

complicada y es de fácil manejo, por lo que su empleo por productores de bajos recursos económicos es factible.

Si bien existen reportes de los efectos del uso de caña de azúcar y de bloques multinutricionales sobre el comportamiento de bovinos en la estación seca, estos reportes resultan escasos para condiciones de pastoreo y donde se contemple el efecto sobre la pradera. Por lo anterior, se plantea la presente investigación con los objetivos que a continuación se mencionan.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Estudiar la influencia de la forma de suministro del forraje de caña de azúcar sobre el comportamiento animal y, utilización de una pradera de bermuda cruza uno (*Cynodon dactylon* L. Pers.), en un sistema de bovinos para carne en la estación seca del año.

2.2. Particulares

- Determinar la influencia de la forma de suministro del forraje de caña de azúcar a bovinos en crecimiento pastoreando bermuda cruza uno, sobre la defoliación de la pradera.

- Estimar el consumo de forraje de caña de azúcar suministrada en tres formas a bovinos que pastorean bermuda en la época seca.

- Medir el consumo de bloques multinutricionales de bovinos en crecimiento en condiciones de pastoreo en el periodo seco.

- Evaluar la influencia de la forma de suministro del forraje de caña de azúcar sobre la ganancia de peso individual de novillos en pastoreo en la temporada no lluviosa.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3. 1. La producción de carne de bovino en México

En la última década, la producción de carne de bovino en México ha presentado ligeros cambios en su comportamiento anual según se muestra en el cuadro 1, donde el incremento promedio anual fue de 2.5 %. Factores como la sequía presentada en el norte del país entre 1994 y 1996, así como la vigencia del tratado de libre comercio que ha permitido el ingreso de carne de Estados Unidos al país, pueden ser causas aparentes de dicho comportamiento.

Cuadro 1. Producción anual de carne de bovino en México, en el periodo 1990 – 1997

Año	Producción (miles de toneladas)	Variación anual (%)
1990	1,114	
1991	1,189	6.7
1992	1,247	4.9
1993	1,276	2.3
1994	1,365	7.0
1995	1,412	3.4
1996	1,330	-5.8
1997	1,318	-0.9

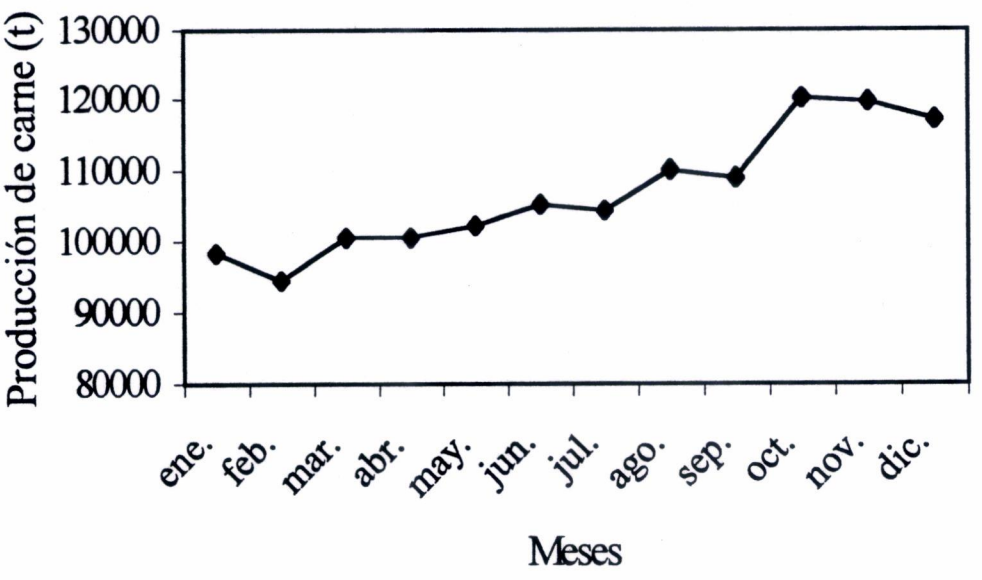
Fuente: Canacintra (1997).

Si bien la importación de carne de bovino en la última década se ha mantenido y la producción nacional se ha incrementado a finales de la década en 20% respecto a 1990, el Consumo Nacional Aparente (CNA) disminuyó en 8.2% y en 10.2% para 1993 y 1995, respectivamente, en donde el poco crecimiento de la producción nacional no pudo compensar al incremento en las exportaciones, acción regulada por los precios internacionales del producto. Aunado a esto, los cambios en el comportamiento de los consumos de las diferentes carnes en México se dan por los costos de las mismas así como por el hábito de consumo de la población, principalmente en las grandes ciudades donde se exigen alimentos de fácil y rápida preparación y de preocupación hacia la salud, características que han puesto en desventaja a la carne bovina respecto a la de ave (SAGAR, 1998).

Por otra parte, en México los sistemas de producción de ganado bovino para carne se desarrollan bajo diferentes contextos, agroclimáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo y por finalidad de explotación, comprendiendo la producción de novillos para abasto, la cría de becerros para exportación y la producción de pie de cría. Esta producción de carne de ganado bovino, de acuerdo a las condiciones climáticas se origina en tres regiones del país (la árida y semiárida, la templada y la trópico húmedo y seco), las cuales para 1997 aportaron cada una aproximadamente una tercera parte del producto total nacional. Sin embargo, los sistemas básicos de explotación de bovinos para carne son el intensivo o engorda en corral y engorda en praderas y agostaderos (SAGAR, 1998).

Además, si bien las características ecológicas de las zonas ganaderas son diferentes, la producción de carne tiene su punto más alto en el mes de octubre, mientras que en el mes de febrero presenta la menor producción con una reducción del 21. 4% (Figura 1).

Figura 1. Producción promedio mensual de carne de bovino en México en el periodo 1990 - 1997



Fuente: SAGAR, 1998.

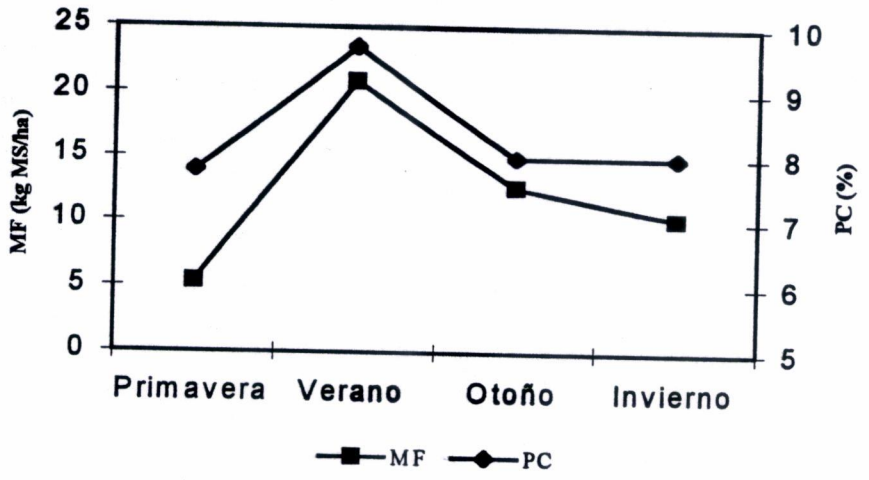
Esta distribución de la producción de carne a través del año en condiciones de pastoreo está influida por los factores climáticos, en especial por la llegada de la época de lluvias donde los productores retienen el ganado en sus potreros aprovechando la mayor producción de forraje de mejor calidad.

Además, la producción de carne está afectada por las condiciones culturales del consumo, el cual se reduce por causa de ciertas festividades, como, el periodo de cuaresma, que conllevan a una reducción en el sacrificio del ganado y el consumo de carne (SAGAR, 1998).

Además de la situación anterior, dentro de cada región del país también se presentan otras limitantes para la producción. Por ejemplo, la temporada de nortes en trópico húmedo, el invierno en la zona templada y la época seca en el trópico seco, son los momentos más críticos para los animales (Huerta, 1997a), ya que la menor disponibilidad de forraje se constituye en el factor limitante para la ganancia de peso.

En la región de trópico seco, la base forrajera consiste principalmente del pasto buffel (Cenchrus ciliaris.) y estrella de áfrica (*Cynodon plectostachyus*), donde sólo el 13% de la producción total de forraje se obtiene en la época de sequía (Eguiarte, 1985). Esta menor producción de biomasa vegetal de la pradera en dicho periodo, está asociada con una disminución en la calidad nutricional del forraje (principalmente en términos del contenido de proteína), lo cual indica, que tanto la producción como la calidad del forraje están influídos ($P<0.05$) por la época del año (González *et al.*, 1995) tal como se presenta en la figura 2. Estos factores relacionados con la pradera (producción de forraje y calidad nutricional) bajo condiciones extensivas de producción de carne bovina, en esta región ecológica, también limitan la producción animal (SAGAR, 1998).

Figura 2. Producción de forraje (MF) y proteína cruda (PC) en 2 años de evaluación en 6 especies forrajeras de trópico seco



Fuente: González *et al.* (1995).

Por lo anterior, se requieren alternativas que aumenten la producción de carne de res, con bajo costo, sobre todo en el periodo crítico. Eguiarte (1985) señala que se pueden emplear medidas como la fertilización a la pradera, la suplementación energética y proteínica al ganado, los ajustes en la carga animal de la pradera, la adecuación del sistema de pastoreo de acuerdo a la condición del pasto y del animal, la utilización de esquilmos agrícolas así como el empleo de bancos de proteína. No obstante, en estudios más recientes (Huerta, 1997a) se ha reportado que la suplementación energética y proteínica no se justifica económicamente, creando la necesidad de evaluar más alternativas para la producción. A continuación se describen los componentes de un sistema de producción bovina para trópico seco.

3.2. El Pasto Bermuda Cruza 1 (*Cynodon dactylon* L. Pers.)

A partir de 1959, se iniciaron en Estados Unidos de América una serie de cruzamientos entre bermuda de la Costa y otros bermudas procedentes de Kenia, Africa (Burton *et al.*, 1967); después de numerosos cruzamientos entre líneas de alto rendimiento y buena calidad digestible, el bermuda Cruza 1 fue seleccionado como la mejor planta F1, producto de la cruza entre el bermuda de la Costa y Kenia No. 14; híbrido que fue comercializado a partir de 1976 (Burton, 1972; Correal y Rosello, 1979).

Los estudios sobre pasto bermuda en general en el trópico seco y especialmente en el mexicano, son escasos respecto a los trabajos de investigación realizados para otras forrajeras de clima cálido tales como: estrella (*Cynodon plectostachyus* K. Schum. Pilger), Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.), Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) y Jaragua (*Hyparrhenia rufa* Nees Stapf) (Huerta, 1997a). Además, en la mayoría de las investigaciones que se han realizado bajo estas condiciones, se ha evaluado el comportamiento animal y no a la pradera.

En el cuadro 2 se presenta una recopilación de información de experimentos realizados en diferentes variedades del pasto bermuda principalmente en Cuba. Puede observarse el interés de los investigadores por estudiar la producción de forraje ofrecido en el periodo lluvioso y en el seco así como la composición química del forraje como: proteína cruda, fibra y digestibilidad, aunque para esta última variable, los reportes son más escasos.

No obstante, para las variables señaladas anteriormente, no se discute la relación que existe entre el comportamiento de la pradera y del animal, siendo que las características de producción de la pradera incluyendo la composición química influyen directamente sobre el consumo de forraje de la pradera (Poppi *et al.*, 1987) y por consiguiente, en el comportamiento animal; además, el establecimiento de este tipo de relaciones incluyendo a otras variables como carga animal, producción neta, tasa de desaparición del forraje, componentes botánicos y morfológicos pueden permitir al ganadero planear un mejor manejo del pastoreo de la pradera en los ciclos subsecuentes, obteniendo un incremento en la productividad de la empresa (Améndola, 1995). En consecuencia, la explotación adecuada de estos recursos representa una de las alternativas tanto para incrementar la producción de carne como para hacer más sostenible la producción de leche a través del año.

La falta de homogenidad en la respuesta obtenida en las variables estudiadas según los reportes en diferentes trabajos, hace difícil establecer relaciones entre las mismas.

3.2.1. Producción de forraje y composición química del pasto bermuda

De la información mostrada en el cuadro 2, se estima que la producción de forraje para la época seca corresponde al 30.1% de la total producida y el resto se encuentra distribuída en el periodo lluvioso difiriendo esta relación con la indicada por Eguiarte (1985) la cual fue de 13:87 para secas y lluvias respectivamente para forrajeras tropicales. Dentro del periodo seco, el 91.6% de los estudios indica que la producción no sobrepasa las 5 t de

Cuadro 2. Características de praderas de bermuda

Ganancia peso (g)		Forraje ofrecido		Altura corte	Periodo descanso		Proteína		Fibra		Digestibilidad		Carga animal (aha^{-1})		Variedad	Edad Prad.	Fórmula fertilización	Fuente
Ll*	S**	Ll	S		Ll	S	Ll	S	Ll	S	Ll	S	Ll	S				
0.50	0.30						7.4	9.2	31.2	30.0			5.0	3.5	Costa		200-100-100	[1]Gutiérrez et al.,1979
		6.3	1.7		35	42									67	1	240-100-150	Gerardo y Thompson, 1984
		5.1	1.2		35	42									68	1	240-100-150	Gerardo y Thompson, 1984
		3.4	3.0		35	42									Callie	1	240-100-150	Gerardo y Thompson, 1984
		4.4	2.0		35	42									Cruza 1	1	240-100-150	Gerardo y Thompson, 1984
0.44	0.34	2.6	1.6		28	28	11.4	9.8	31.4	28.3			9.5	9.5	Cruza 1		080-050-050	[2]Simon y Herrera, 1987
0.60	0.20	4.0	3.2		21	21	8.2	5.5	33.4	35.8			5.0	5.0	68	1	100-050-050	[2,3]Fernández et al.,1992
		10.1	2.8	10 cm	32	42	8.5	3.3	31.0	29.1					Cruza 1	2	300-150-200	[1] Machado et al., 1980
		13.4	3.5												Costa		200-000-000	Barrientos et al., 1985
		15.1	3.6												67		200-000-000	Barrientos et al., 1985
		16.0	4.1												68		200-000-000	Barrientos et al., 1985
		14.8	4.5												Callie		200-000-000	Barrientos et al., 1985
		32.4	19.3	10 cm	28	60	9.4	8.6			39	32			Gigante	1	175-080-035	[1] González et al.,1995
		3.8	3.0		15	20							3.0	3.0	Callie	2	350-100-100	[1,3] Lamela y Pereira, 1992
		11.6	2.5		32	42	8.1	11.1	30.6	27.1					67	1	350-100-150	[1] Machado, 1980
		14.5	3.9		32	42	7.5	9.7	30.1	28.2					Cruza 1	1	350-100-150	[1] Machado, 1980
		11.7	3.8		32	42	7.1	11.2	30.2	27.9					Callie	1	350-100-150	[1] Machado, 1980
		12.2	2.6		32	42	7.8	10.4	29.4	27.6					68	1	350-100-150	[1] Machado, 1980
		2.9	2.4		15	20							3.0	3.0	68	2	350-100-100	[1,3] Lamela y Pereira, 1992
		5.3	4.5		15	20							3.0	3.0	Cruza 1	1	350-100-100	[1] Lamela et al., 1984
		3.2	2.6		15	20							3.0	3.0	Cruza 1	2	350-100-100	[1] Lamela et al., 1984
		3.3	3.1		15	20							3.0	3.0	Cruza 1	3	350-100-100	[1] Lamela et al., 1984
		7.0	5.3		15	20							3.0	3.0	Callie	1	350-100-100	[1] Lamela et al., 1984
		4.4	3.7		15	20							3.0	3.0	Callie	2	350-100-100	[1] Lamela et al., 1984
		4.4	4.5		15	20							3.0	3.0	Callie	3	350-100-100	[1] Lamela et al., 1984
0.47	0.36				14	14	5.6	4.6	33.2	30.8			2.0	2.0	Cruza 1	5	150-100-100	Alfonso et al., 1984
0.37	0.19				14	14	6.6	4.0	33.8	30.5			3.3	3.3	Cruza 1	5	150-100-100	Alfonso et al., 1984
0.33	0.19				14	14	6.2	5.2	32.3	30.8			5.0	5.0	Cruza 1	5	150-100-100	Alfonso et al., 1984
					28	45	9.4	6.4			53.8	50.2	6.1	2.2	Cruza 1	1		Moreno y Vázquez, 1998

Cuadro 2. Características de praderas de bermuda. Continuación

Composición botánica (%)		Composición morfológica						Fuente
Inicial	Final	Hoja		Tallo		Material muerto		
		Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	
85.0	82.4	40.0	31.0	50.0	44.0	10.0	25.0	[2]Simón y Herrera, 1987
83.0	82.0							Fernández, et al., 1992
66.0	72.0	46.0	38.0					[1,3]Lamela y Pereira, 1992
61.0	62.0	44.0	43.0					[1,3]Lamela y Pereira, 1992
80.2	68.5	55.2	30.0					[1, 3] Lamela et al.,1984
96.0	96.3	40.8	25.7					[1, 3] Lamela et al.,1984
96.3	96.2	40.3	31.0					[1, 3] Lamela et al.,1984
92.0	88.0							Alfonso et al., 1984
76.0	68.0							Alfonso et al., 1984
68.0	60.0							Alfonso et al., 1984
80.1	80.2	37.7	24.4	48.3	23.9	13.6	51.6	Moreno y Vázquez, 1998

[1] Aplicación de riego. [2]Suplementación. [3] Estimaci. *Lluvia. **Seca.

materia seca (MS) de forraje por hectárea, mientras que para el periodo lluvioso, el 50% de los trabajos reporta valores de producción entre 5 y 15 t MS ha^{-1} y el 41.6%, señalan valores de masa vegetal menores a 5 t MS ha^{-1}.

Esta distribución de la producción, puede estar dada por el grado de similitud de las condiciones ambientales en que los diferentes experimentos fueron realizados. Sin embargo, dentro de una misma época del año, pueden existir diferencias en las condiciones ambientales que afectan de diferente manera el comportamiento en la producción de forraje de una zona de estudio a otra, creando diferencias en los resultados de la medición para una misma variable (Martínez 1999)[1].

Además de la masa de forraje, otra de las variables evaluadas es la altura de corte del forraje; sin embargo, sólo en dos trabajos se menciona una altura de 10 cm sobre el nivel del suelo (Cuadro 2).

El periodo de descanso de la pradera promedio en la época de lluvias es de 23.6 días y de 30.6 en la estación seca, lo cual trae a colación que los cortos periodos de recuperación de la pradera en la mayoría de los estudios en la estación seca puede ser debido en parte a que el 51.7% de los experimentos incluyó riego de la pradera en dicha época (Cuadro 2). Améndola (1998) indicó que en la temporada de lluvias generalmente se recomiendan descansos cortos (por ejemplo descansos menores a 20 días para zacate estrella) ya que

[1] Martínez H., P. A. Comunicación personal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

un periodo de recuperación largo de la pradera en esta etapa de rápido crecimiento, se acentúa más el efecto de maduración de forraje al que se han asociado reducciones en el valor nutritivo del forraje y bajos consumos debido a la menor proporción de hoja verde. Según el autor, en la medida que por la seca se reduce el crecimiento, los descansos recomendados suelen extenderse a más de 35 días.

Para el contenido de proteína cruda del bermuda en el periodo lluvioso, se tiene que el 84% de los valores indicados se encuentra entre el 8 y 10%, y el resto de los trabajos, señalan contenidos que se encuentran repartidos entre valores mayores a 10 y menores a 6%. En la estación seca se tiene que un 38.5% de los estudios registró niveles de proteína entre 6 y 10%; otro grupo de autores (38.5% del total) reportan valores entre 3 y 6% mientras que el 23% señalan contenidos del nutrimento en el pasto mayores a 10% (Cuadro 2). Estos resultados, sobre todo en el periodo poco lluvioso, puede ser producto de la aplicación de riego en esta etapa crítica. Sin embargo, los promedios obtenidos tanto para la estación lluviosa como para la seca (7.9 y 7.6%, respectivamente) presentan limitaciones para la producción animal (ARC, 1980; Minson, 1990; NRC, 1987).

El contenido de fibra del bermuda, en esta recopilación de información del cuadro 2, representó en promedio un 31.5%, con un rango de 29.4 y 33.8% para la época de lluvias, mientras que en secas, el promedio fue de 29.6% con un intervalo entre 27.1 y 35.8%.

Si bien el número de reportes para la digestibilidad del forraje mostrados en el cuadro 2 es escaso, ésta, en la estación lluviosa fue de 46.4% y de 41.1% en la seca, pudiendo estar relacionada esta tendencia con lo indicado por Van Soest (1982) de que a medida que madura el forraje de la pradera incrementan las paredes celulares y el contenido de lignina disminuyendo la calidad nutricional del pasto. Sin embargo, no se alcanza a apreciar alguna relación entre el contenido de fibra y los componentes proteína y digestibilidad presentados en el cuadro 2, lo que puede estar relacionado con la heterogenidad de las condiciones ambientales y metodológicas en que fueron realizados los experimentos.

La carga animal promedio en la estación lluviosa fue de 4 animales por hectárea y de 3.6 para el periodo seco, con cargas mínimas de 2 y máximas de 9.5 animales por hectárea para ambas épocas (Cuadro 2).

Respecto a las variedades estudiadas, del total de reportes que se presentan en el cuadro 2, el 38% corresponde a la Cruza 1, el 24.1% a la variedad Callie y el resto incluye a las variedades en el siguiente orden de importancia: 68, 67, Costa y Gigante.

De la composición botánica de las praderas de bermuda presentadas en el cuadro 2, el 80.3% en el periodo lluvioso correspondió a la especie sembrada y el 77.8% de dicha especie para el seco.

Se han señalado algunas bondades del pasto bermuda, como, la agresividad en el establecimiento (Muslera y Ratera, 1992) y su sistema radical profundo (t'Mannetje y Jones, 1992) lo cual le permite tolerar la sequía. Sin embargo, se ha señalado por Alfonso *et al.* (1984) y Lamela *et al.* (1984) para el caso de la variedad Cruza 1, que ésta disminuye en proporción de la pradera bajo sistemas de pastoreo intensivo (alta carga y pastoreos frecuentes), a medida que incrementan los ciclos de pastoreo (Lamela *et al.*, 1984).

El contenido de hoja de la pradera presenta una proporción para el periodo húmedo de 43.4%, reduciéndose este valor en 26.5% para la época crítica, con un promedio de 31.9 % (Cuadro 2). Ésto, puede asociarse al incremento en tallo y material muerto conforme avanza la edad del rebrote de la pradera (Hodgson, 1990; Humphreys, 1991).

Es difícil establecer una conclusión sobre la relación tallo:material muerto en la pradera debido a los escasos reportes, sin embargo, se puede decir que el tallo disminuye en la época seca y el material muerto aumenta. De acuerdo a la información del cuadro 2, los valores promedio para el tallo y material muerto fueron: 49.1% y 33.9% en lluvias respectivamente y de 11.8 y 38.3% para las mismas variables señaladas consecutivamente para la época seca.

3.2.2. Comportamiento animal

Los resultados obtenidos sobre ganancia de peso individual en el pasto bermuda, mantienen la tendencia indicada por Huerta (1997a) para condiciones de trópico seco, en

las cuales, la mayor ganancia de peso se obtiene en la época lluviosa. Para el caso de los reportes encontrados para el pasto bermuda, el promedio de ganancia en el periodo de mayor precipitación fue de 0.45 kg a^{-1} d^{-1} y de 0.26 kg a^{-1} d^{-1} para la estación seca (Cuadro 2). Este comportamiento animal si bien está relacionado con la temperatura ambiental para cada época del año (NRC, 1981), también se asocia a la disponibilidad de forraje de la pradera y a la relación hoja:tallo ya que se ha mencionado que a mayor contenido de hojas mayor consumo (Avendaño *et al.*, 1986; Chacon y Stobbs, 1976; Poppi *et al.*, 1987); por lo tanto, una mejor calidad nutricional de la dieta (Lamela y Pereira, 1992; Milera *et al.*, 1987) es favorecida por la época de mayor humedad.

3.3. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

3.3.1. Características generales del cultivo de caña de azúcar

Una serie de características de producción permiten reconocer en la caña de azúcar ventajas comparativas apreciables frente a otras plantas forrajeras. Tales características incluyen el amplio rango de adaptación agroecológica, la alta producción de biomasa por unidad de superficie, la capacidad de rebrote, la tolerancia a sequía, la resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a la quema y la flexibilidad en su uso (Murgueitio, 1990). Aparte de lo anterior, se ha indicado que durante la estación seca incrementa su contenido de energía metabolizable hasta niveles máximos de 2.6 Mcal kg^{-1} de MS a medida que la planta llega a su madurez, entre los 8 y 16 meses de edad (Conrad y McDowell, 1992; Ruiz, 1978).

Si bien se han mencionado buenos atributos de la caña de azúcar para la producción animal durante el periodo seco, también se señala que presenta algunas limitantes de tipo nutricional, entre las cuales puede citarse su bajo contenido de N, minerales (P y S), y lípidos así como su alto contenido de fibra (Alvarez, 1988; Molina *et al.*, 1994).

No obstante, por su alto contenido de azúcares totales (20-30%) la caña de azúcar, permite la posibilidad de adicionar NNP para lograr una relación nitrógeno:energía que cubra satisfactoriamente los requerimientos de los microorganismos ruminales. Además de la adición de NNP, con el enriquecimiento de la caña de azúcar con fuentes de proteína poco degradable en rumen, almidón y grasa de sobrepaso, así como P y S, es posible obtener mejoras en el comportamiento animal en el periodo crítico (Leng y Preston, 1988).

3.3.2. Características productivas del cultivo de la caña de azúcar y composición química del forraje de caña

En el cuadro 3 se presentan características tanto de producción como de la composición química de la caña de azúcar así como algunas características químicas provocadas por el enriquecimiento de la caña. La mayoría de los reportes presentados en dicho cuadro, son para condiciones de Cuba.

Para el caso de la producción de forraje verde del cultivo de caña de azúcar, se han reportado valores de 20 hasta 300 t ha^{-1}. Esta producción puede estar influida tanto por

Cuadro 3. Características de producción y químicas de la caña de azúcar y de la caña enriquecida

Producción (kg MV ha^{-1})	Materia seca (%)	Proteína (%)	Fibra cruda (%)	Digestibilidad (%)	Energía Metabolizable (Mcal kg^{-1}MS)	P (%)	Autor
Caña de azúcar							
20.0-34.0	25.7	3.3	23.2		2.2		Lamela et al., S/A
69.8							SAGAR, 1998
30.0-300.0							Sánchez, 1972
70.0							Conrad y McDowell, 1992
	20-30	1.9-5.5	21.0-32.0	44.0-64.0	1.8		Aranda, 1995
	32.6	3.5	30.1	58.9[1]		0.1	Ugarte et al., 1994
	32.2	3.3				0.1	García et al., 1990
	33.2	2.5	32.0		2.1	0.2	Zarragoitia et al., 1990
	33.3	2.5	32.1		1.9		Muñoz y Gonzalez, 1998
	22.2	2.9	25.0				Banda y Valdez, 1976
		2.4	30.9		2.3	0.1	Fundora, 1998
Caña enriquecida							
	38.0	7.3	37.2	45.7			Valdés et al., 1994
	47.0	7.5	30.0			0.2	Fundora et al., 1996
	46.0	13.6				0.2	García et al., 1994
		11.1-46.0	24.6-26.5			0.2-0.3	Elías et al., 1990
		17.5	14.2		2.4	0.5	Zarragoitia et al., 1990
		15.8		60.1	2.5		Mota, 1993

[1] Digestibilidad de la materia orgánica con KOH.

las condiciones del medio ambiente para cada condición de cultivo, como del manejo del mismo; sin embargo, para condiciones de producción de México, la SAGAR (1998) ha indicado un valor promedio de 69.8 t de forraje verde ha^{-1} $año^{-1}$ (Cuadro 3), las cuales pueden ser obtenidas durante todo el periodo seco, en condiciones de cultivo tanto de riego como de temporal.

El contenido de materia seca promedio para la planta de caña de azúcar completa (sin raiz) molida fresca, para los reportes que se presentan en el cuadro 3, es de 29.2%, lo cual representaría un valor de 20.4 t de forraje (base seca) para las condiciones de la República Mexicana.

La proteína del forraje de caña como ya se mencionaba anteriormente resulta ser bajo, con promedio de 2.9% con un valor mínimo de 1.9 y un máximo de 5.5% (Cuadro 3). Este contenido del nutrimento no satisface los requerimientos de mantenimiento para un bovino en crecimiento (NRC, 1996).

El contenido de energía metabolizable de la caña para esta recopilación de información presentada en el cuadro 3, es de 2.1 Mcal kg^{-1} MS, valor que coincide con los reportados por Xandé *et al.* (1985) para pastos tropicales.

El contenido de P es inferior 150 % al valor considerado como mínimo aceptable para forrajes de la República Mexicana (Huerta, 1997b), con un promedio de 0.11 % (Cuadro 3).

3.3.3. Características químicas del forraje enriquecido de la caña de azúcar (Caña enriquecida)

La caña enriquecida, es un producto alimenticio a base de tallo de caña molido (sin hoja) y enriquecido con la adición de urea y minerales (en razón de 1.5 y 0.5% del peso total en fresco de tallo, respectivamente), el cual se sometió a una fermentación a la sombra por un periodo de 12 h y cuyo objetivo es el de corregir de manera parcial las deficiencias nutricionales observadas en la caña de azúcar fresca (Elías *et al.*, 1990).

La siguiente información de composición química para la caña enriquecida que se describe a continuación, hace referencia a los reportes presentados en el cuadro 3.

Respecto a la caña de azúcar, la caña enriquecida, incrementó en 51.5% el contenido de materia seca. Este efecto puede relacionarse al periodo de fermentación al cual fue sometida la caña previo a ser ofrecida a los animales, lo cual permitió la pérdida de humedad.

La proteína aumentó a 12.5% en la caña por efecto del enriquecimiento, lo cual significa un aumento de 331% en comparación al contenido de la caña de azúcar (Cuadro 3). Este incremento, puede ser el resultado de la adición de urea, lo que favoreció un incremento en la proteína microbiana de la caña debido a la fermentación (Elías *et al.*, 1990); aunque es necesario mencionar que se ha recomendado que del nitrógeno agregado al tallo de caña molido, el 70% provenga de origen no proteínico como por ejemplo de la urea (Alvarez, 1988).

El contenido de fibra disminuyó a 27.1 % en la caña de azúcar enriquecida respecto a la caña de azúcar (Cuadro 3) también pudiendo ser el resultado de la degradación del componente fibroso por los microorganismos de la caña consecuencia del proceso de fermentación (Elías *et al.*, 1990).

La digestibilidad de la materia seca de la caña enriquecida para los dos reportes presentados en el cuadro 3, no representa grandes variaciones respecto al rango indicado para la caña de azúcar, con valores de 45 y 60%, para ambos estudios.

El contenido de energía aumentó a 2.4 Mcal kg^{-1} MS en la caña enriquecida, lo que representa un incremento del 14.3% superior al valor obtenido para el forraje de caña (Cuadro 3).

Respecto al P, éste incrementó a 0.33% en la caña enriquecida comparado con el contenido en la caña el cual fue de 0.11%. Este efecto puede ser debido a la inclusión de minerales (0.5 % del peso fresco total de la caña) para el enriquecimiento.

3.3.4. Consumo de forraje de caña de azúcar y su relación con la producción animal

El uso de la caña de azúcar como alimento para el ganado, ha llegado a constituir la base de sistemas de producción pecuaria económicamente viables para rumiantes. Estos sistemas, se basan en la utilización de caña madura empleando un tamaño de partícula del forraje de 10 a 20 mm de longitud y suplementando con urea al 1% de la cantidad de caña fresca (Preston, 1988).

Estos sistemas de producción se caracterizan principalmente por el empleo del forraje de caña en la alimentación de animales en condiciones estabuladas (Martín, 1997). Así, las raciones a base de caña de azúcar generalmente contienen ingredientes proteínicos de origen vegetal o animal que han permitido incremento en las ganancias de peso desde 9 hasta 1300 g $a^{-1}d^{-1}$ (Martín, 1997).

Al respecto, se ha mencionado que el forraje de caña de azúcar provoca reducciones en el consumo de alimento y que estas disminuciones están relacionadas principalmente con la deficiencia de nitrógeno y almidón en el forraje (García *et al.*, 1990; Martín, 1997) así como el alto componente fibroso que provoca una baja tasa de recambio de la digesta (Sánchez y Preston, 1980).

Martín y Brito (1996) indicaron que si las dietas basadas en forraje de caña de azúcar no son suplementadas o complementadas con alguna fuente de proteína natural, el consumo y por ende el comportamiento animal será muy bajo, pudiendo no llegar a cubrir las necesidades de mantenimiento. Martín y Brito (1997) sugieren que para compensar las deficiencias de proteína de caña, debe incluirse una relación adecuada de NNP:proteína natural de 50-70:30-50, repectivamente, ya que de acuerdo a su revisión es donde se han obtenido los mejores resultados en el comportamiento animal.

Por otra parte, Martín (1997) concluye que la cantidad de proteína dietaria sobrepasante adicionada al forraje de caña de azúcar, no ejerce una importancia mayor en el consumo

ni en la ganancia de peso, respecto a la cantidad total de proteína natural y bruta consumidas.

En el cuadro 4, se presenta una recopilación de información sobre ganancia de peso y consumo de caña realizada por Martín (1997). Aproximadamente una tercera parte del total del grupo de datos para consumo, presentan valores entre 2 y 4 kg MS, otra tercera parte entre 4 y 5 kg y el resto entre 5 y 6 kg MS a^{-1} d^{-1}.

Para la ganancia de peso, se tiene que 10.4% de los valores reportados se encuentran entre 9 y 64 g, el 16.6 entre 100 y 400 g, el 50% entre 400 y 800 g y el 18.7% entre 800 y 1000 g a^{-1} d^{-1}, respectivamente; el resto de los valores indicados en el cuadro se encuentra entre 1000 y 1310 g a^{-1} d^{-1}. Estas variaciones pueden estar dadas por el peso de los animales así como del tipo de ingrediente usado en la mezcla con la caña de azúcar, tal como lo indicó Martín (1997). Pero además, otros factores pueden incidir sobre el comportamiento animal, ya que dentro del grupo de animales que consumió urea se estima una diferencia de 37 unidades de ganancia (Cuadro 4).

Son muy escasos los estudios sobre la utilización de la caña de azúcar en condiciones de pastoreo, por tal razón no existe consenso entre las opiniones. Se ha indicado que cuando se utiliza como suplemento al ganado en pastoreo puede permitir incrementos de peso de hasta 200 g a^{-1} d^{-1} (Preston, 1988), mientras que por otro lado se ha dicho que en rastrojos de cereales, no se incrementa la ganancia de peso y solo se puede incrementar la carga animal (Alvarez, 1988).

Cuadro 4. Ganancia de peso vivo y consumo de caña de animales en crecimiento - ceba

Peso vivo (kg)	Ganancia de peso (g a^{-1} d^{-1})	Consu.de caña individ. (kg MS d^{-1})	Otros alimentos	Referencia
152.0	610.0	3.6	Harina de carne	Siebert *et al.*, 1976
152.0	610.0	2.1	Leucaena	Siebert *et al.*, 1976
261.0	532.0	2.3	Polvo de arroz	Siebert *et al.*, 1976
268.0	638.0	3.9	Polvo de arroz	Preston *et al.*, 1976
273.0	722.0	4.1	Polvo de arroz	Preston *et al.*, 1976
277.0	764.0	4.1	Polvo de arroz	Preston *et al.*, 1976
278.0	791.0	4.3	Polvo de arroz	Preston *et al.*, 1976
152.0	730.0	3.3	Urea y sulfato	Preston *et al.*, 1976
253.0	230.0	4.2	Harina de sangre	López y Preston, 1977
272.0	240.0	4.6	H. sangre + P. Arroz	López y Preston, 1977
295.0	390.0	4.6	H. sangre + P. Arroz	López y Preston, 1977
285.0	380.0	4.9	H. sangre + P. Arroz	López y Preston, 1977
302.0	550.0	5.3	H. sangre + P. Arroz	López y Preston, 1977
299.0	580.0	5.1	H. sangre + P. Arroz	López y Preston, 1977
277.0	940.0	6.0	Cogollo + Supl. Prot	Dixon, 1978
274.0	890.0	5.5	Heno + Supl. Prot.	Dixon, 1978

Cuadro 4. Ganancia de peso vivo y consumo de caña de animales en crecimiento – ceba .

Continuación

Peso vivo (kg)	Ganancia de peso ($g\ a^{-1}\ d^{-1}$)	Consumo caña individ ($kg\ MS\ d^{-1}$)	Otros alimentos	Referencia
276.0	950.0	4.8	Supl. Proteico	Dixon, 1978
278.0	1000.0	4.9	Supl. Proteico	Dixon, 1978
277.0	920.0	5.4	Supl. Proteico	Dixon, 1978
275.0	930.0	6.0	Supl. Proteico	Dixon, 1978
276.0	950.0	3.8	Supl. Proteico	Dixon, 1978
286.0	1110.0	4.7	Supl. Proteico	Dixon, 1978
348.0	964.0	4.7	Concentrado	Ortíz *et al.*, 1978
338.0	945.0	4.4	Concentrado	Ortíz *et al.*, 1978
301.0	61.0	-	-	Rodríguez *et al.*, 1978
272.0	9.0	-	Urea	Rodríguez *et al.*, 1978
277.0	18.0	-	Urea	Rodríguez *et al.*, 1978
269.0	46.0	-	Urea	Rodríguez *et al.*, 1978
278.0	795.0	5.4	Polvo de arroz	Alvarez *et al.*, 1979
268.0	658.0	4.9	Polvo de arroz	Alvarez *et al.*, 1979
283.0	270.0	-	-	Rodríguez, 1980
281.0	480.0	-	Harina de girasol	Rodríguez, 1980
407.0	1310.0	5.6	Maíz, Har. de algod.	Pate, 1981
78.0	64.0	1.5	Leucaena	Hulman y Preston, 1981

Cuadro 4. Ganancia de peso vivo y consumo de caña de animales en crecimiento – ceba .

Continuación

Peso vivo (kg)	Ganancia de peso ($g\ a^{-1}\ d^{-1}$)	Consumo caña individ ($kg\ MS\ d^{-1}$)	Otros alimentos	Referencia
73.0	105.0	1.5	Leucaena	Hulman y Preston, 1981
390.0	660.0	5.6	Miel + Har. Carne	Wadsworth, 1984
198.0	440.0	2.9	Urea + Polvo arroz	Wadsworth, 1984
-	800.0	6.5	20 % concentrado	Ferreira *et al.*, 1989
289.0	730.0	-	Caña ensilada 30 %	García *et al.*, 1989
282.0	770.0	-	Caña fresca 30 %	García *et al.*, 1989
288.0	730.0	-	Caña ensilada 50 %	García *et al.*, 1989
280.0	540.0	-	Caña fresca 50 %	García *et al.*, 1989
194.0	570.0	3.8	Miel urea	Molina, 1993[a]
176.0	611.0	4.0	Miel urea	Molina, 1993[a]
222.0	216.0	4.2	Miel fermentada	Molina, 1993[a]
283.0	538.0	5.4	Miel urea	Molina, 1993[a]
160.0	167.0	2.7	-	Molina, 1993[b]
267.0	434.0	5.8	-	Molina, 1993[b]

Fuente: Martín (1997).

3. 3. 5. Consumo de caña enriquecida y producción animal

Los estudios sobre la utilización de la caña enriquecida en la producción animal son recientes, y prácticamente han sido realizadas a partir de la presente década.

Al igual que para el caso de la caña de azúcar, se menciona que la caña enriquecida presenta problemas en la alimentación animal de ganado estabulado (en este caso, borregos) al reducir el consumo de alimento cuando se proporciona en altas cantidades (de 80 a 100 %) de la dieta, (Mezhua y Tellez, 1996; Mota, 1993). Este efecto, puede ser explicado por la alta voluminosidad y la menor digestibilidad de la MS, la materia orgánica, y la proteína cruda así como por el elevado contenido de FDN (Mota, 1993). De esta manera, se deduce que la caña enriquecida es recomendable para funciones de mantenimiento o cuando se desee inducir el crecimiento compensatorio (Mezhua y Tellez, 1996).

Para bovinos en crecimiento estabulados (171 kg PV) que recibieron forraje verde a razon de 3 kg por 100 kg de peso vivo y caña enriquecida a voluntad, Fundora *et al.* (1996) reportan consumos de caña de 2.3 kg MS 100 kg^{-1} PV y ganancias de 333 g a^{-1} d^{-1}. Los mismos autores indicaron que cuando se incluyeron 600 g a^{-1} d^{-1} de harina de soya la ganancia de peso aumentó a 438 g diarios.

Para el mismo trabajo de investigación (Fundora *et al.*, 1996) pero en otra evaluación, donde se usó miel final a libre acceso, los autores reportaron un consumo de caña enriquecida de 2.6 kg de MS por 100 kg^{-1} PV para animales de peso vivo promedio de

230 kg con una ganancia promedio de 433 g diarios. Ésta, se incrementó a 698 g a^{-1} d^{-1} cuando además de la miel a voluntad se agregó a la dieta 600 g harina de soya por animal diariamente.

En un estudio con bovinos en crecimiento pastoreando estrella de áfrica en el periodo seco, Valdés *et al.* (1994) suministraron 3 kg de sacharina rústica por animal al día cuyo contenido de proteína cruda era de 11.9 %; la ganancia de peso registrada para este trabajo fue de 555 g.

Zarragoitia *et al.* (1990), estudiaron el efecto de tipo de suplemento en vaquillas en crecimiento con pastoreo restringido de bermuda 68 y encontraron diferencias en ganancia de peso ($P<0.05$) para los animales que consumieron bermuda 68 y 2 kg de concentrado de caña enriquecida (T1), versus bermuda 68 y banco de Leucaena (T2) versus bermuda 68 más banco de Leucaena más melaza (T3). Las ganancias de peso registradas fueron de 714, 520 y 546 g a^{-1} d^{-1} respectivamente para los tratamientos indicados. Esta respuesta, la atribuyeron a una mayor concentración de nutrientes en la ración total en la dieta del tratamiento con caña enriquecida, lo que aumentó la actividad celulolítica.

Debido a los escasos estudios que se tienen disponibles sobre la utilización de la sacharina rústica, es difícil concluir sobre el efecto que tiene en el consumo de alimento y del comportamiento animal, no obstante, al parecer se mejora la respuesta animal cuando se agregan fuentes de proteína natural. Por consiguiente, es necesario señalar la falta de

investigación sobre el tema y, fundamentalmente, para la producción animal en condiciones de pastoreo con ofrecimientos de caña a libre acceso.

3. 4. Bloques multinutricionales

3. 4. 1. Características generales

Como una forma de suministrar los nutrimentos deficitarios de las especies forrajeras tropicales a los animales en el periodo seco, se han empleado los bloques multinutricionales (bmn).

El bmn es una mezcla de alimentos compactados por un agente ligante que facilita el consumo de nutrimentos por el animal en forma lenta y continua (ICA, 1990) de tal manera que aporta a los animales que los consumen: nitrógeno, minerales y energía fácilmente disponible (Saadullah, 1991). A su vez, los bmn permiten que el animal regule el consumo de suplemento según sus necesidades resultando particularmente ventajoso en animales en pastoreo que disponen de cantidades y calidades de forraje diversas a través del año (Ayala, 1990).

Aunado a lo anterior, en el uso del bloque se han observado algunas ventajas para la producción animal, tales como su fácil elaboración, la baja inversión económica, no es un producto perecedero, es de fácil transporte y de fácil suministro al animal en los potreros (Araque, 1994; Ortíz y Baumeister, 1994).

La composición de los bmn, originalmente se basó en investigaciones realizadas por la FAO en Egipto, la cual consistió de melaza (50%), urea (10%), cal (10%), sal (5%) y salvado de trigo (25%). Con base en esta fórmula se han introducido muchas variantes según la disponibilidad, calidad y precio de los ingredientes en cada país y los medios existentes para su uso (Sansoucy, 1986).

3.4. 2. Composición química de los bloques multinutricionales

La composición química de los bmn está en función de la proporción en que se incluyen los ingredientes, del tipo de ingredientes empleados y de la metodología de elaboración (Sansoucy, 1986).

En el cuadro 5, se presenta información sobre algunos componentes químicos de bloques multinutricionales usados en la alimentación de rumiantes, donde la mayoría de las investigaciones se han realizado en el extranjero.

El contenido de materia seca de los bloques experimentales en promedio es de 86.3%, con un rango de 76.8 a 97.1% (Cuadro 5). Cabe señalar que el contenido de materia seca del BMN está en función de la dureza, la cual está en dependencia del periodo de fraguado (periodo de tiempo de deshidratado del bmn a la sombra post-elaboración previo a su utilización por el animal) el cual generalmente se recomienda de 30 días (Sansoucy, 1986).

El contenido de proteína para los valores reportados en promedio es de 42.3% con una variación de 21.7 a 54% (Cuadro 5).

Los reportes sobre la concentración de energía metabolizable en el bloque son reducidos, sin embargo los pocos que se presentan promedian un valor de 2.7 Mcal kg^{-1} MS con un rango de 2.1 a 3.3 Mcal kg^{-1} MS (Cuadro 5).

Cuadro 5. Composición química de bloques multinutricionales (BS)

Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	Energía metab. (Mcal kg^{-1} MS)	Fibra cruda (%)	Ca (%)	P (%)	Referencia
76.8	42.6	3.3	2.5	0.3	0.3	Gill, 1998
89.0	21.7	2.1	3.1			Saadullah, 1991
88.6	41.2			10.7	0.4	Araque y Escalona, 1995
97.1	54.0		4.7	5.2	5.2	Ovispo y Chicco, 1993
81.1	28.3					Becerra y David, 1990
87.0	41.6			10.1	2.5	Mata y Combellas, 1992
84.9	53.5			10.9	3.7	Mata y Combellas, 1992
	49.2			8.2	1.0	Seijas et al., 1994
	48.6			8.0	1.0	Seijas et al., 1994

Para el caso de la fibra, la concentración es muy baja, con solo el 3.4 % (Cuadro 5). Esto puede ser efecto de la fuente de fibra empleada en la composición de los bloques multinutricionales ya que en lo revisado por Gill (1998) se indica que como absorbentes se usan fuentes tales como el salvado de trigo, harina de algodón, harina de soya, las cuales son bajas en fibra (NRC, 1996), además de los altos contenidos de inclusión de melaza en el bloque con valores de hasta 81%, lo cual reduce la proporción de los otros componentes del bloque incluyendo la de la fuente de fibra.

Si bien los forrajes generalmente no son deficientes en calcio, los bmn hacen un gran aporte a la dieta del ganado, siendo de 7.6% en promedio con un rango de 0.3 a 10.7% (Cuadro 5).

Los forrajes en México es común que presenten deficiencias en P (Huerta, 1997b) no obstante, este problema puede ser resuelto por los bloques los cuales aportan un contenido de 2 %, con un rango de 0.3 a 5.2 % (Cuadro 5).

Aunque se cumplirían los requerimientos de P para los bovinos en crecimiento con la utilización del bloque (NRC, 1996), con base en la información presentada en el cuadro 5, es necesario indicar que la relación Ca:P es de 3.8:1 cuando la que se recomienda generalmente es de 1.2:1, con una máxima de 2:1, aceptándose relaciones superiores a ésta última siempre y cuando las concentraciones de P sean elevadas. De no ser así, no se descarta posibilidad de algún desbalance mineral en el animal (Huerta 1997b; McDowell *et al.*, 1993).

Es conveniente aclarar que los altos contenidos de proteína y energía reportados para los bloques (Cuadro 5) , es el producto de la composición de ingredientes de los mismos, donde en la mayoría de los reportes de acuerdo a lo revisado por Gill (1998) incluyen en su composición fuentes de NNP, de proteína de sobrepaso sea animal o vegetal en proporciones de aproximadamente el 10 % para el caso de urea y desde 3 a 10 % para las fuentes de proteína natural, incluídas en el bloque.

3. 5. Suplementación

3.5.1. Características generales

La mayor parte de los bovinos del mundo se mantienen bajo sistemas de producción basados en el pastoreo directo de praderas nativas o cultivadas y sometidas a distintas condiciones climatológicas. Bajo estos sistemas , la productividad animal es relativamente baja (Riquelme, 1987).

En la región tropical seca, la producción de carne en pastoreo está condicionada, entre otros factores tanto por la estacionalidad de la producción como por la calidad de las forrajeras, disminuyendo ambas en la estación seca del año (SAGAR, 1998). Se ha mencionado que en la época crítica en el trópico seco se produce sólo un 13 % de la cantidad total de forraje (Eguiarte, 1985); a la vez, se ha reportado que el contenido de proteína puede reducirse en 18.5% en la época seca respecto a la lluviosa según González *et al.* (1995) en su estudio de 6 forrajeras tropicales evaluadas durante dos años consecutivos.

Los cambios en la producción y calidad nutricional para las praderas tropicales a través del año, provocan en el animal que las consumen, una reducción en la tasa de crecimiento. Como apoyo a esta afirmación, se presenta el cuadro 6 donde se muestra una recopilación de información de 20 trabajos sobre el comportamiento animal con el objetivo de producción para carne reportada, por Huerta (1997a).

De la información mostrada en el cuadro 6, se estima que la ganancia de peso individual para la época de lluvias supera en 154% a la obtenida durante la estación seca, mientras que para la producción de carne ha^{-1} d^{-1} es mayor en 305.5% y en 75% la carga animal para las mismas épocas, respectivamente.

Cuadro 6. Época del año y producción de carne en pastoreo en la región tropical seca

Variable	Época del año	
	Seca	Lluvias
Ganancia de peso (g $a^{-1}d^{-1}$)	261.0	663.0
Producción de carne (g $ha^{-1}d^{-1}$)	417.6	1856.4
Carga animal (cab ha^{-1})	1.6	2.8

Fuente: Huerta (1997a).

Así, las deficiencias estacionales y recurrentes en la disponibilidad de nutrientes, han obligado a los productores a modificar sus sistemas de producción recurriendo al uso de suplementos (Riquelme, 1987). La suplementación o alimentación suplementaria son las

diferentes situaciones en que se proporciona otra fuente de alimento al ganado en pastoreo (Améndola y Sánchez, 1999).

El objetivo de la suplementación es proveer aquellos nutrientes que el forraje no aporta en cantidad suficiente (Mendoza y Ricalde, 1996).

De acuerdo con Riqelme (1987), los suplementos que se proporcionan a los animales en pastoreo se clasifican en tres grupos: 1) energéticos, 2) energético-proteínicos y 3) inorgánicos.

En lo revisado por Mendoza y Ricalde (1996), se menciona que la deficiencia de energía es la más común en la mayoría de los forrajes en México.

3.5.2. Factores que afectan la respuesta a la suplementación

La respuesta a la suplementación en pastoreo depende de varios factores, entre los cuales destacan la disponibilidad del forraje, el tipo de suplemento, la cantidad de suplemento y los efectos asociativos (Mendoza, 1995). Hodgson (1990) indica que la respuesta a la producción de los animales en pastoreo al uso de un suplemento es probablemente influido por las características de la pradera pastoreada, de la manera en que se usen los suplementos y del potencial productivo de los animales.

Cada vez que se suplementa a los animales en pastoreo, existen discrepancias entre las respuestas esperadas y observadas, debido a los llamados efectos aditivos y sustitutivos (Riquelme, 1987).

Cuando el forraje consumido por el animal tiene un bajo contenido de proteína total (<7 %), se presenta una respuesta positiva de los animales en el consumo de forraje (efecto aditivo) y, por lo tanto, una mejora en la productividad. Este efecto se ha atribuido a un aumento en la actividad de los microorganismos ruminales, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de nitrógeno amoniacal, de aminoácidos específicos o de cadenas carbonadas del tipo ramificadas. Por lo tanto, es posible obtener una respuesta en la producción animal cuando se proporciona proteína suplementaria aún cuando el forraje consumido tenga 9% de nitrógeno total; en este caso, la respuesta no se atribuye a un mayor consumo de alimento sino que a un aumento en la digestibilidad del forraje consumido o la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos por los animales (Riquelme, 1999).

La suplementación al ganado con alimento de alto contenido de energía, a diferencia de la suplementación con proteína, tiende a reducir el consumo de forraje (por causas de un efecto sustitutivo). Este efecto es más marcado a medida que se incrementa el nivel de suplementación y sobre todo en aquellos alimentos que provienen de almidones o amilopectinas en comparación con suplementos ricos en carbohidratos estructurales (hemicelulosas o pectinas) de alta digestibilidad. Esto se ha atribuido a cambios en el pH ruminal, a una disminución de la celulolísis, a la velocidad de vaciado del rumen y a

desbalances nitrógeno:carbono en el contenido ruminal aunque a veces otros factores tengan más impacto que la cantidad de almidón presente en el suplemento proporcionado, tales como frecuencia de suplementación, tamaño de partículas y procesamiento de ingredientes (Riquelme, 1999).

Se conoce que los efectos asociativos se presentan cuando se formulan dietas mixtas completas o alimento suplementario para animales en pastoreo y cuya digestibilidad aparente de la ración no corresponde a aquella estimada a partir de las digestibilidades de sus ingredientes; pudiendo crear cambios en la actividad fermentativa de la población microbiana del rumen, la cual es ocasionada por cambios en la disponibilidad de substratos para la población microbiana, trayendo como consecuencia diferentes respuestas del animal a la suplementación (Riquelme, 1999).

La cantidad de suplemento ofrecido es otro factor que afecta el nivel de sustitución por los animales en pastoreo. Se ha mencionado que a mayor cantidad suplementada mayor es el nivel de sustitución (Martín y Alfonso, 1978; Meijs, 1984; Voguel *et al.*, 1989). Este efecto puede estar relacionado parcialmente a la diferencia entre el consumo de nutrientes del forraje y los requerimientos del animal, especialmente para energía. En cambio, cuando la disponibilidad de la hierba no satisface los requerimientos del animal, la substitución es baja, y viceversa (Meijs, 1984).

En lo revisado por Améndola y Sánchez (1999), se menciona que en condiciones de pastoreo en muchos casos no solo es la calidad nutricional de la pradera la que puede

afectar el consumo de forraje, sino que pueden asociarse factores relacionados con la ingestión como la masa de forraje y la asignación. Los mismos autores concluyen que las causas de la sustitución del consumo de forraje por el suplemento son múltiples y su acción conjunta es compleja. Sin embargo, tres factores que interactúan entre sí resultan muy importantes, y son: la composición del suplemento, el nivel de suplementación y la oferta del forraje; también mencionaron, que la reducción en el consumo de forraje en pastoreo está asociado con una reducción en el tiempo de pastoreo.

3. 5.3. Comportamiento animal de bovinos suplementados en condiciones de trópico

Los estudios de suplementación en la región tropical seca se han enfocado a los minerales, a diferencia de la investigación realizada en el trópico húmedo donde se han incluido ingredientes energéticos y/o proteínicos en cantidades que varían de 2 a 4 kg por cabeza d^{-1}. Los ingredientes utilizados han sido melaza, urea, olote, sal común o sales minerales (Huerta, 1997a).

En el cuadro 7 se presenta una recopilación de 8 trabajos sobre suplementación en condiciones de trópico húmedo en México, realizada por Huerta (1997a). Puede estimarse que el incremento en la ganancia de peso individual por efecto de la suplementación es del 53.7%, sin embargo, la mejora en el comportamiento animal solo es del 6.4% por kg de suplemento ofrecido.

Cuadro 7. Suplementación de bovinos en pastoreo en el trópico húmedo

Variable	Testigo	Suplementado	Mejora
Consumo de suplemento (kg $a^{-1}d^{-1}$)	-	2.9	-
Ganancia de peso (g $a^{-1}d^{-1}$)	331.0	509.0	64 g kg^{-1}supl.
Producción de carne (kg $ha^{-1}d^{-1}$)	1.16	1.78	53.4 %
Carga animal (cab ha^{-1})	3.5	3.5	0

Fuente: Huerta (1997a).

De acuerdo a lo revisado por Huerta (1997a), la respuesta a la suplementación puede explicarse por lo siguiente:

- El animal suplementado disminuye su actividad de pastoreo, consume menos forraje y se provoca una sustitución de forraje por el suplemento.
- Suplementación en momentos inadecuados (época de lluvias).
- La formulación de suplementos no es correcta.
- Cuando la suplementación se realiza en la época de secas y se continúa con la misma durante la época de lluvias, el crecimiento compensatorio de los animales no suplementados cancela parcial o totalmente los beneficios de la suplementación.
- Suele ocurrir que un porcentaje variable de animales no consumen suplemento (9 a 38 %) debido al espacio insuficiente de comedero, la cantidad de suplemento, el método de proporcionar el suplemento (bloques, harinas o líquidos) y la experiencia previa del animal.
- Coeficiente de variación alto en el consumo individual de suplemento (17 a 249 %).

3.5. 3.1.Suplementación con bloques multinutricionales

3.5.3.1.1. Consumo de bloques multinutricionales

Las características de los bmn que influyen sobre el consumo de éste en condiciones estabuladas, son la dureza y su composición. La primera, se relaciona con los contenidos de cal y de melaza en el bloque siendo entre 10 y 25% para la cal y de 20 a 40% para la melaza, respectivamente, sin variaciones en el consumo de alimento. Contenidos de urea en el bloque superiores a 20% reducen el consumo de bloque. La segunda, garantiza la palatabilidad. (Mata y Herrera, 1994; Sansoucy *et al.*, 1988).

Según Ramos y Porras (1999), la dureza del bloquemultinutricional está influida por el periodo de almacenamiento. Los autores obtuvieron que a mayor tiempo post-elaboración del bloque, mayor dureza y por lo tanto, el consumo de bloque por ovinos se reduce ($P<0.05$).

En condiciones de pastoreo, el consumo de BMN de los animales varía en función de la calidad y cantidad del alimento base y de la oferta. Así, se ha observado que a medida que aumenta la calidad y la disponibilidad del forraje ofrecido en la pradera, el consumo de bloque disminuye (Combellas, 1994; Mancilla y García, 1994; Mata y Herrera, 1994).

Otro factor que influye es la oferta del bloque de los animales; a mayor oferta, aumenta el consumo (Combellas, 1994; Obispo y Chicco, 1993).

En el cuadro 8, se presentan valores de consumo diario de bloques multinutricionales por bovinos en pastoreo, a partir de los cuales es posible estimar que el consumo promedio es de 91.7 g 100 kg^{-1} peso vivo.

Cuadro 8. Consumo de bmn por bovinos pastoreando en la estación seca

Consumo de bmn (g MS/100 kg PV/d)	Observaciones	Referencia
24	Rastrojo de Maíz	Alvarez y Combellas, 1994[1]
84	R. de Sorgo	Araque, 1994
175	Pastos naturales	Ricca y Combellas, 1993
83.75	Pasto chetumal	Ríos y Combellas, 1994[1]

[1]Fuente:Tomado de Combellas, 1994.

Por otra parte, Olsen (1970) indicó que la condición corporal animal es otro factor que influye en el consumo de bloque, resultando en mayores consumos para aquellos animales con menor condición.

3.5.3.1.2. Efecto de la suplementación con bloque sobre el consumo de alimento

El consumo de forraje de baja calidad de los animales aumenta con el suministro de bloque, lo que puede asociarse a una mejora en la digestibilidad del alimento y a un aumento de las concentraciones de amoniaco en el fluido ruminal (Sansoucy *et al.*, 1988; Mata y Combellas, 1992). Habib *et al.* (1991), señalaron que el consumo de alimento

aumentó hasta en 23% cuando la dieta base de bovinos en crecimiento fue pajas de cereales.

Al contrario de lo mencionado anteriormente, Gil (1998) no encontró diferencia estadística en consumo de alimento ($P>0.05$) para ganado bovino estabulado que consumía bloque respecto al tratamiento control a pesar de haber encontrado diferencias en concentracion de amoniaco entre tratamientos ($P<0.5$), siendo mayor el nivel de ésta concentración en los animales del tratamiento que incluía bloque multinutricional. Este resultado puede relacionarse en parte a la calidad de la ración alimenticia ya que la dieta experimental para este trabajo (Gil, 1998) contenía 8.9% de proteína y según Mata y Combellas (1992) en pasto estrella con 6.6% de proteína no encontró diferencias en consumo de alimento por efecto de bloque, mientras que en heno de *Trachypogon sp* con 2.3% de proteína cruda si encontró diferencias en consumo debido al bloquemultinutricional.

3. 5. 3.1.3. Los bloques multinutricionales en la ganancia de peso de bovinos en pastoreo

Las pasturas maduras o residuos fibrosos de cosecha son insuficientes para satisfacer los requerimientos de mantenimiento, permitiendo pérdidas de peso en los animales. Los bmn utilizados como complemento en este tipo de dietas, han permitido mantener en buenas condiciones a los animales que los consumen (Sansoucy, 1987).

La respuesta a la suplementación con bloque multinutricional de bovinos en pastoreo mantiene el mismo patrón de comportamiento de los animales de acuerdo a lo mencionado en el punto 3.4.2., donde se ha señalado que en praderas deficientes en N y con poco forraje en oferta se ha observado en el animal incrementos en su tasa de crecimiento (Mata y Combellas, 1992; Mata y Herrera, 1994; Molina *et al.*, 1994).

El tipo de ingredientes que componen el bloque afecta la respuesta animal, ya que se ha mencionado que la respuesta en comportamiento animal es mejor cuando se incluyen fuentes de proteína degradables lentamente en rumen respecto a aquellas de sobrepaso (Combellas 1991).

En el cuadro 9 se muestra el efecto del suministro de bmn en bovinos en crecimiento en condiciones de pastoreo, en el cual se presenta que el uso de ése tipo de suplementación mejora la ganancia de peso en 58.4% como promedio; y sí, como se mencionaba en el punto 3.5.3.1.2., se muestran grandes variaciones en el comportamiento animal, de hasta 113 unidades porcentuales entre reportes.

Araque y Escalona (1995) indicaron que la mejora en el comportamiento animal por efecto del bmn, se debe al aporte de nutrimentos al animal. Por su parte Habbib *et al.* (1991) atribuyeron que el mejor comportamiento animal se debe a una eficiente fermentación que provee un mejor balance de nutrimentos para el animal; sin embargo, se señaló anteriormente que no es concluyente el que el uso del bmn en la alimentación de bovinos modifique significativamente la digestibilidad del alimento en rumen, y aumente

el consumo de alimento y así la ganancia de peso, en parte debido al factor calidad de la dieta alimenticia que consumen los animales, como se indicó anteriormente.

Cuadro 9. Efecto de los BMN sobre la ganancia de peso de bovinos pastoreando en la estación seca

GDP (g/d) Testigo	GDP (g/d) Con bmn	Base de alimentación	Referencias
630.0	700.0	Rastrojo de sorgo	Ricca y Combellas, 1993
125.8	548.7	Pasto Humidícola	Obispo y Escalona, 1995
137.0	307.0	Rastrojo de Trigo	Habib *et al.*, 1991
-260.0	-120.0	Pasto Nativo	Combellas, 1991
670.0	970.0	Pasto Jaragua	Bercian *et al.*, 1994

3.6. Factores que afectan la variabilidad en la estimación de la masa de forraje presente en la pradera

Para la estimación de la biomasa de forraje presente en la pradera, se emplean diversos métodos, los cuales se pueden clasificar en: a) técnicas de corte de la pradera (métodos destructivos o directos) y b) métodos indirectos (métodos no destructivos). En el método directo la estimación de forraje se realiza mediante el corte del forraje en unidades de muestreo en pequeñas o grandes áreas de la parcela, mientras que en el segundo método, la estimación de la producción de forraje se realiza mediante la lectura de variables de la pradera como altura, peso, densidad, etc., medidas realizadas con

aparatos mecánicos o electrónicos, que al ser correlacionadas con la producción de forraje de unas cuantas áreas pequeñas cortadas de la pradera se puede estimar la producción en todo el potrero. El consumo de forraje o el forraje desaparecido de la pradera en periodos cortos de pastoreo (2-3 días) independientemente del método de muestreo se realiza aplicando el principio de la diferencia muestreando el forraje antes y después del pastoreo (Frame, 1993; Lantinga *et al.*, 1998; t'Mannetje, 1978).

La principal ventaja del método directo respecto a los métodos indirectos, es su mayor precisión en una área particular de muestreo y sus principales desventajas son: imprecisiones de la estimación del forraje en grandes áreas de muestreo, su alto costo debido al mayor tiempo requerido para localizar, cortar, sortear, secar y pesar las muestras (Catchpole y Wheeler, 1992). Además del daño a la pradera, puede existir sesgo en la estimación de la producción de forraje presente por contaminación de las muestras con suelo y por la diferencia en la altura de corte con los diferentes equipos mecánicos o electrónicos (Meijs, 1981). En el caso de los métodos indirectos, las ventajas son reducir el trabajo requerido para el muestreo y el costo de muestreo, se pueden muestrear grandes extensiones de terreno así como áreas de dificil acceso, aunque presenta desventajas como: reducción relativa de la confiabilidad en la estimación, requerimiento de personal calificado (entrenamiento intenso) y calibraciones sucesivas entre muestreos de los aparatos usados (Catchpole y Wheeler, 1992). Por su parte McIntyre (1978), indicó que ninguna técnica de muestreo es más o menos precisa que otra, mientras que Lantinga *et al.* (1998) señalaron que en praderas heterogéneas, las técnicas de muestreo no destructivas pueden mejorar la precisión de la estimación de

forraje en la pradera siempre y cuando se apliquen muestreos a la pradera de tipo aleatorio en estratos de pasturas o de tipo sistemático.

La precisión de la estimación de la producción de la biomasa de forraje en la pradera o del consumo de forraje en sistemas de pastoreo rotacional con periodos cortos de ocupación de la pradera, se puede medir por medio de estimadores estadísticos como el coeficiente de variación, la desviación media y el error estándar, ambos, con respecto a la media de producción de forraje (McIntyre, 1978).

En experimentos de praderas en pastoreo, es adecuado el 10 % de sesgo con respecto a la media de la variable estimada, en este caso, producción de forraje (Green, 1949). No obstante, esta variabilidad en la estimación está influenciada en el caso del método directo por el tamaño y forma de la unidad de muestreo, por el número de muestras cortadas, la heterogeneidad de la pradera, la altura de muestreo, el equipo de corte; mientras que en los métodos indirectos esta variabilidad estará influenciada principalmente por los elementos del clima como la temperatura y la humedad, la heterogeneidad de la pradera, el tipo de pradera, el método empleado (Frame, 1993; Lantinga *et al.*, 1998) así como por el tipo de muestreo (McIntyre, 1978).

Linehan *et al.* (1952) reportaron que en praderas de clima templado al aumentar el número de muestras cortadas disminuye el error de la estimación en el forraje desaparecido empleando el método directo (Cuadro 10); sin embargo, a partir de la

muestra 25, que es donde se obtiene el 10% del error aceptado en la investigación, mencionado anteriormente, dicho error no disminuye significativamente.

Cuadro 10. Error estándar para el incremento en el número de muestras cortadas para una pastura de clima templado

Número de muestras cortadas	Error estándar (%, de la media estimada)
1	50.0
4	25.0
10	15.8
16	12.5
25	10.0
36	8.3
49	7.1
64	6.2
81	5.5
100	5.0
400	2.5

Adaptado de Linehan *et al.* (1952).

En este caso muy particular (Cuadro 10), el porcentaje de error del forraje desaparecido estimado por el método directo, es del 50% por cada unidad de muestreo. Martínez *et al.*(1985) observaron que después de 15 muestras cortadas mediante el método directo, el

error no se disminuye significativamente a medida que se aumenta el número de muestras a cortar en pasto bermuda en la estimación de la masa de forraje de la pradera. En otro estudio, del Pozo *et al.* (1998) indicaron que después de 10 muestras cortadas en pasto estrella, el coeficiente de variación no se redujo significativamente. Frame (1993) señaló que la fatiga por haber cortado un gran número de muestras reduce la eficiencia del corte. Lo anterior pudiera significar que la especie estudiada influye en el número de muestras a cortar para obtener el 10 % de error en la estimación.

La forma de la unidad de muestreo también influye en la variabilidad de la estimación, tal como lo indicaron Van *et al.* (1963) en su estudio en un pastizal, quienes señalaron que para la selección de la parcela óptima se debe considerar la magnitud y la heterogeneidad de la pradera, la varianza del peso de la hierba dentro de cada tamaño de muestra, la composición botánica y el tiempo requerido para el corte. Sus resultados demuestran que a mayor relación perímetro:área de parcela cortada, disminuye la variabilidad y aumenta la eficiencia relativa en tiempo de corte, aunque, es necesario considerar el equipo de corte empleado, la forma y el tamaño de la unidad de muestreo.

Considerando los tamaños para cada forma de unidad de muestro y el tipo de vegetación en este estudio de acuerdo con Van *et al.*, (1963), la forma circular fue la que estimó la variable de masa de forraje con mayor precisión con un coeficiente de variación promedio de 35% seguido por la forma rectangular cuyo coeficiente promedio fue de 40.6%; la forma cuadrada fue la que menor precisión tuvo con coeficiente promedio de 62.5% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto del tamaño y forma de la unidad de muestro sobre la variabilidad en la estimación de la masa de forraje en pastizal

Forma de cuadro	Area de la unidad de muestreo (m)	Coeficiente de variación (%)	Eficiencia estadística relativa	Eficiencia relativa en tiempo de corte
Experimento 1*				
Rectangular	0.20 X 0.45	65	18	36
	0.30 X 0.60	34	61	62
Cuadrado	0.30 X 0.30	84	7	1
	0.43 X 0.43	41	53	54
Circular	0.17 de radio	39	42	86
	0.24 de radio	31	100	100
Franja	0.05 x 1.83	46	34	69
Experimento 2**				
Rectangular	0.30 x 0.61	41	48	71
	0.30 x 1.21	32	90	95
	0.30 x 1.83	31	100	100

* Pastizal de ***Agropyron sp.*** área de 522.6 m^2 y 5 muestras por tamaño y forma de unidad de muestreo

** Pastizal de *koeleria kristata*, área de 232 m^2 y 3 muestras por tamaño y forma de unidad de muestreo. Fuente: Van *et al.*, (1963).

Del cuadro anterior los autores (Van *et al.*, 1963) recomendaron la unidad de muestreo circular de mayor tamaño y el rectangular de 0.30 x 1.83 m ya que fueron los más eficientes tanto estadísticamente como en tiempo de corte. Esto implica en el mejor de los casos (CV=31) un intervalo de confianza (P = 0.05) de aproximadamente 25-30% de la media con el número más alto de muestras que regularmente se toma (15 a 25) y que el intervalo de confianza es demasiado alto para las diferencias entre tratamientos que se esperan.

Catchpole y Wheeler (1992) indicaron que la unidad de muestreo de forma circular tiene problemas para su colocación en praderas altas, además de que es difícil mantener la forma y tiene pocas ventajas en precisión sobre la forma rectangular.

Frame (1993) indicó que se usa un amplio espectro de pequeños cuadros rectangulares o cuadrados en un rango de tamaño de 0.125 a 0.4 m^2 generalmente, con medidas típicas de 0.25 x 0.5 m, 0.4 x 0.6 m y de 0.25 x 1.25 m; Sin embargo, se han estudiado diversos tamaños de unidades de muestreo como se expone en el cuadro 12.

En los resultados reportados por Green (1949) a medida que se incrementa el área de la unidad de muestreo, se reduce la variabilidad en la estimación para la masa de forraje de la pradera. Así, cuando el área de la unidad de muestreo cambia de 0.092 m^2 (0.30 x 0.30 m) a un área de 4.17 m^2 (0.91 x 4.57 m) el coeficiente de variación promedio cambia de 29.5% a 11.9%. El autor concluyó que se requerían de 8 muestras para obtener un error estándar del 10% respecto a la media de producción con el tamaño 0.91X0.91 m (Cuadro

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

12). Esta tendencia en la reducción de la variabilidad para la estimación de la producción se mantiene cuando la longitud de uno de los lados del rectángulo se mantiene constante y el área de la unidad de muestreo aumenta. Estos resultados coinciden con los reportados por Martínez *et al.* (1992) para pastos tropicales quienes encontraron que conforme incrementa el área de la unidad de muestreo (0.25 a 1 m^2) se reduce la variabilidad en la estimación de la masa de forraje.

Cuadro 12. Comparación de coeficientes de variación (%) entre muestras aleatorias dentro de parcelas y tamaño de la unidad de muestreo en un pastizal

Tamaño de muestra (m)	Forraje ofrecido		Forraje residual	
	Area de parcela		Area de parcela	
	4 050 m^2	8.36 m^2	4 050 m^2	8.36 m^2
0.30 X 0.30	27.3	25.0	34.2	31.4
0.30 X 0.91	21.4	19.6	26.2	23.8
0.30 X 1.83	18.3	16.7	22.4	17.4
0.30 X 4.57	13.5	11.6	17.2	12.8
0.30 X 9.14	11.0	8.6	13.8	6.5
0.91 X 0.91	16.2	14.4	21.6	19.4
0.91 X 1.83	14.2	12.8	18.1	14.4
0.91 X 4.57	10.4	8.8	15.7	12.9

Fuente: Green (1949).

Si bien, al aumentar el área de la unidad de muestreo se reduce el coeficiente de variación para la media de la variable estimada, es necesario considerar la eficiencia ya que el costo aumenta con el tamaño de la unidad de muestreo y con lo que se muestrea 1 m^2 se pueden muestrear aproximadamente 3 de 0.25 m^2 y entonces se debería comparar entre unidades de muestreo la presición que se desea alcanzar (Améndola, 1999[1]).

También, se mostró en el cuadro 12 la alta correlación entre las unidades de muestreo dentro de parcelas pequeñas con las muestras cortadas en una parcela mayor, ya que el coeficiente de variación promedio para el primer grupo de muestras fue del 16% y para el segundo de 18.8%, donde para ambos tamaños de parcela se reduce el coeficiente de variación al aumentar el tamaño de la unidad de muestreo. El coeficiente de variación para la masa de forraje residual, incrementó en 27.9% respecto al coeficiente de la masa de forraje ofrecido en la parcela mayor (4 050 m^2) mientras que para la parcela de menor tamaño (8.36 m^2), el coeficiente de variación aumentó en 17.9% en la masa de forraje residual respecto a la masa ofrecida.

Otro factor que afecta la variabilidad de la estimación de la producción de forraje en la aplicación del método directo, es la heterogeneidad del forraje como lo indican Linehan *et al.* (1952), quienes en un estudio de praderas de clima templado con el apoyo de jaulas de exclusión en pequeñas parcelas observaron que el incremento en la producción del forraje de la pradera disminuye la variabilidad en la estimación de la masa de forraje ya que el

[1]Améndola M., R. D. Comunicación personal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

coeficiente de variación se redujo en 20.8% en promedio al muestrear el forraje en jaulas después del pastoreo comparándolo con la masa de forraje ofrecido antes del pastoreo (Cuadro 13). En contraste, la variabilidad en la estimación del forraje residual aumenta con un coeficiente de variación promedio del 48% según se muestra en el cuadro 13; ésto, no precisamente debido a la baja producción sino en función de la uniformidad de la defoliación de los animales en pastoreo (Green, 1949; Linehan *et al.*, 1952).

Cuadro 13. Coeficientes de variación (CV) de la producción media de forraje basado en el corte de 10 unidades de muestreo en praderas de clima templado

Tiempo de pastoreo	Año de experimento				
	1945	1946	1947	948	CV promedio
			(%)		
Antes de pastoreo	39.8	40.9	37.7	35.3	38.4
Después del pastoreo en jaula	28.9	33.2	29.8	29.8	30.4
Forraje residual	56.8	55.7	51.4	42.3	51.6

Fuente: Linehan *et al.*,(1952).

Green (1949) indicó que la alta variabilidad en bajas producciones hace la estimación de forraje una medida crítica muy laboriosa, y a veces imposible en estaciones cuando es muy deseable comparar la variabilidad de pasturas, sea de forraje antes o después del pastoreo (durante periodos de sequía o bajo crecimiento). Esto es una mayor dificultad e impone limitaciones en el uso del método de corte. Sin embargo, el autor indica que la

alta variabilidad de las bajas producciones de forraje por unidad de área no es una relación fija porque otros factores pueden influir sobre la variabilidad.

Considerando los coeficientes de variación promedio de la masa de forraje antes del pastoreo (38.4%) y del forraje residual (51.6%) del cuadro 13 para que el forraje desaparecido sea diferente de cero, el grado de defolición debe ser muy alto, mayor a 60 % (Améndola, 1999[2]).

Frame (1993) mencionó que los coeficientes de variación promedio obtenidos en los diferentes métodos de muestreo para el forraje ofrecido, varían de 10-20% y de 15 a 30% para el forraje residual. McIntyre (1978) indicó que el error de la estimación del forraje consumido en praderas manejadas rotacionalmente con periodos cortos de pastoreo (< 3 días) es la suma del error del forraje ofrecido más el error de la estimación del forraje residual. Por esta razón, y por los factores anteriormente señalados que influyen en la precisión de la estimación de la masa de forraje en la pradera, los muestreos del forraje para la estimación del consumo por los animales será más preciso en los sistemas de pastoreo con periodos de ocupación cortos de la pradera (< 3 días) y con alta intensidad de pastoreo. Por tanto, el potencial de las técnicas de corte para proveer un estimador confiable de consumo depende de la eliminación o disminución: 1) posible error sistemático en la estimación de la diferencia entre la masa de hierba al inicio y al final del

[2] Améndola M., R. A. 1999. Comunicación personal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

pastoreo resultado de la técnica de medida 2) posible error sistemático en la estimación de la acumulación de hierba durante el periodo de pastoreo, 3) la variación aleatoria del consumo estimado. La precisión de la estimación depende de la variación en la masa de la hierba dentro de la pastura, el método de muestro, el número, tamaño y forma de las unidades de muestreo (Lantinga *et al.*, 1998; Meijs, 1981; t' Mannetje, 1978).

3. 7. Estimación de la ganancia diaria de peso de los animales

En las investigaciones que consideran el cambio de peso de los animales como una variable de estudio, se puede incurrir en errores en la estimación cuya fuente de variabilidd entre animales puede ser debida a: peso vivo inicial, edad, el consumo de alimento, el sexo y las variaciones en la ganancia de peso vivo debido al genotipo (Williams, 1947). Adicionalmente, otros factores que introducen imprecisión en la estimación son: error humano al momento de pesar, la precisión del aparato y el cambio de peso aparente del animal dado por el llenado ruminal (Hughes, 1976).

En condiciones de pastoreo, el tipo de dieta, la cantidad y calidad del alimento y de agua ofrecida y consumida, la temperatura, la precipitación, así como el manejo del pastoreo, son factores que influyen directamente sobre el llenado ruminal de los animales; lo que provoca variaciones en el peso vivo del animal durante el día (Anderson y Weeks, 1989; Corbett, 1978; Hughes, 1976). En estudios realizados por Anderson y Week (1989), y Hughes (1976) con ganado bovino, se ha estimado que la variabilidad diaria en el peso vivo de los animales en pastoreo, está alrededor de 0.7% del peso vivo, variabilidad atribuida a los factores anteriormente señalados.

Esta variabilidad, puede reducirse mediante el dietado de alimento y agua previo al peso de los animales (al menos 12 h), la selección del mejor tiempo para pesar durante el día (preferentemente antes de salir el sol), reducción de la variación en la disponibilidad de forraje en la pradera, incremento de repeticiones por tratamiento, pesar dos o tres días consecutivos a los animales, pesar a los animales en intervalos de tiempo mayores a 15 días y en el mismo día para cada fecha de pesaje, así como el uso de mecanismos (equipo) confiable, para la realización de dicha actividad (Corbett, 1978; Hughes, 1976); además, se pueden emplear herramientas estadísticas como la covariable y la regresión (Hughes, 1976; Williams, 1947).

IV. HIPÓTESIS

De acuerdo a la información de literatura, se plantearon las siguientes hipótesis:

- La oferta del bloque multinutricional a bovinos en pastoreo que consumen forraje de caña en la época seca, incrementa la defoliación de la pradera.

- El consumo de forraje de caña de azúcar de animales que pastorean bermuda en el periodo seco, aumenta cuando se incluyen bloques multinutricionales en la dieta.

- El consumo de bloque multinutricional de los animales en pastoreo disminuye con el enriquecimiento del forraje de caña ofrecido.

- La caña de azúcar enriquecida y el bloque multinutricional suministrados a bovinos en crecimiento que pastorean bermuda en la estación no lluviosa, aumentan la ganancia de peso diaria en comparación a la ganancia de peso de animales permitida por la caña fresca suministrada con o sin bloque.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

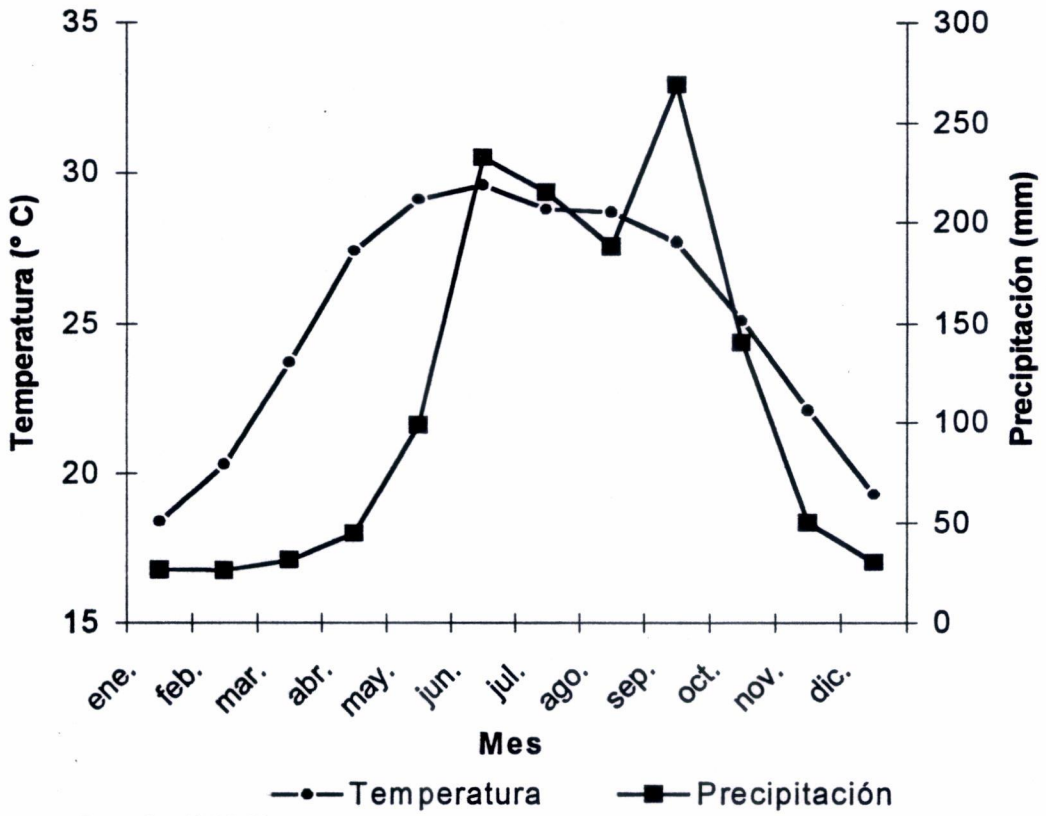
5. 1. Localización y duración del experimento

El experimento se realizó en el rancho "Palo Verde" ubicado en el ejido el Desengaño, que pertenece al municipio de ciudad Valles, San Luis Potosí; ubicado en las coordenadas geográficas de 21° 51" latitud norte y 99° 56' longitud oeste y a una altura de 50 msnm (García, 1988). El experimento se dividió en dos fases, la primera comprendió del 7 de marzo al 17 de abril de 1998 en la cual los animales se adaptaron al sistema de pastoreo y al consumo de forraje de caña de azúcar; en tanto que la segunda etapa, consistió en el registro de datos experimentales; entre el 18 de abril al 30 mayo del mismo año.

5. 2. Clima

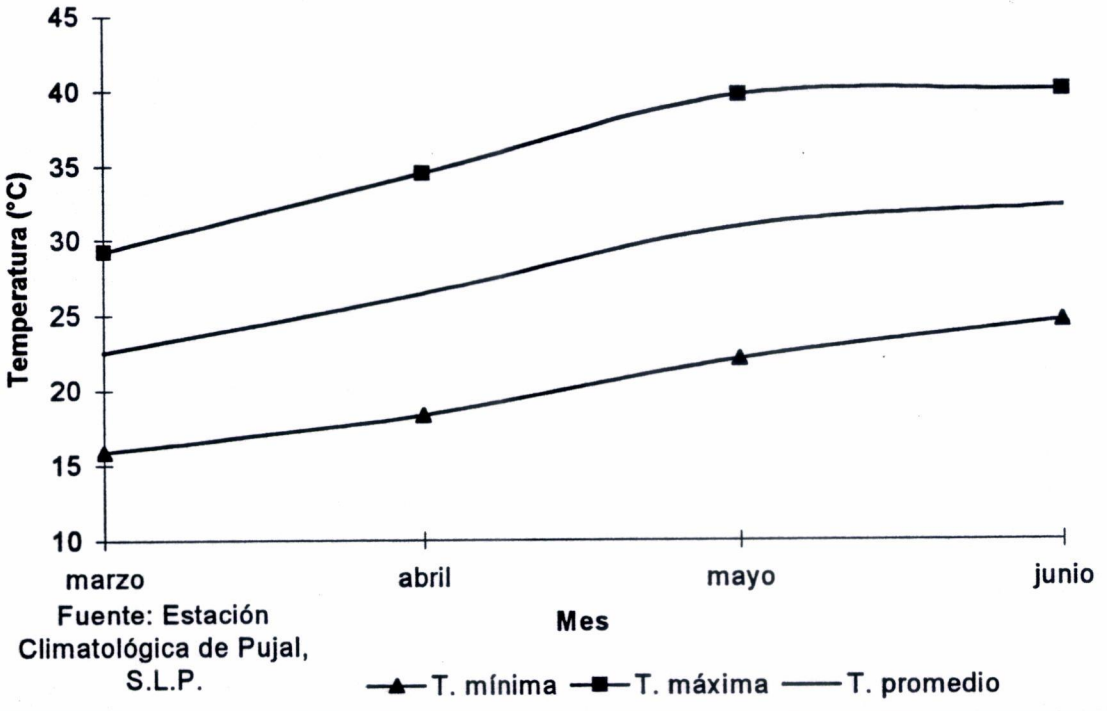
Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), la fórmula climática de la región de estudio es $AW_1(e)W''$ que corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, considerado como extremoso, con oscilación de la temperatura media mensual entre 7 y 14 ° C, la temperatura promedio del mes más frío de 18.4 ° C y de 29.6 ° C la del mes más caliente, en enero y junio, respectivamente; el cociente precipitación/temperatura es menor que 54.1, por lo que constituye el subtipo intermedio entre el más seco y el más húmedo de estos climas. La temperatura media anual es de 25 ° C y la precipitación anual es de 1355 mm, con una precipitación invernal relativa de 6.2 % (García, 1988). En la figura 3 se presentan las medias mensuales de precipitación y temperatura, en tanto que en la figura 4 se presenta la temperatura máxima y mínima entre mayo y junio.

Figura 3. Temperatura y precipitación promedio mensual de la estación climatológica de Pujal, Cd. Valles, S. L. P.



Fuente: García (1988).

Figura 4. Temperatura mínima, promedio y máxima mensual de marzo a junio de la estación climatológica de Pujal, Cd. Valles, S. L. P.



Fuente: Estación Climatológica de Pujal, S.L.P.

5. 3. Tratamientos

Los tratamientos evaluados en el experimento se muestran en el cuadro 14.

Cuadro 14. Tratamientos experimentales

Número de Tratamiento	Descripción del tratamiento
1	Pradera de bermuda + Forraje de caña de azúcar molida + 1.5 % urea[1]
2	Pradera de bermuda + Forraje de caña de azúcar molida + bmn[2]
3	Pradera de bermuda + Caña enriquecida[3] + bmn

[1] 1.5 % del peso fresco del forraje molido de caña de azúcar como urea. [2] Bloque multinutricional. [3] Alimeto fermentado por 12 h basado en tallo de caña de azúcar molido + 1.5 % de urea del peso fresco total del tallo de caña + 0.5 % como premezcla mineral de la cantidad total de tallo de caña.

Los ingredientes de los BMN empleados en el experimento se presentan en el cuadro 15.

Cuadro 15. Composición del BMN experimental

Ingrediente	Proporción (%, en base seca)
Salvado de Trigo	25.43
Melaza	29.99
Harina de carne y hueso	14.87
Urea	11.43
Premezcla Mineral[1]	6.85
Cemento	11.43
Total	100.00

[1] Contenido por kg: 18.5 g de Ca, 2.5g P, 0.70 g de Mg, 5.0 g de Na, 10.0 de Cl, 3 g de K, 1.11 g de S, 1,800 mg de Mn, 815 mg de Fe, 1,700mg de Zn, 500 mg de Cu, 32.0 mg de I, 20.0 mg de Se, 10.0 mg de Co.

5. 4. Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental al azar completo balanceado con tres repeticiones. La unidad experimental fue un lote de 4 animales que pastoreaban bermuda Cruza 1 en una parcela de 22 m X 43 m.

5. 5. Animales

Se utilizaron 36 becerros de cruza Cebú X Europeo provenientes de la región, con peso vivo promedio inicial de 230 ± 25 kg, los cuales fueron asignados al azar a las unidades experimentales (en el cuadro A.1. del Apéndice se presenta el peso promedio inicial y peso total de los animales para cada unidad experimental).

5. 6. Periodo experimental

Los animales que se utilizaron en este experimento previamente se adaptaron al cerco eléctrico, al consumo de forraje de caña de azúcar molida así como de BMN (del 7 al 28 de marzo y, del 29 de marzo al 17 de abril de 1998, respectivamente). Se evaluó un ciclo de pastoreo que inició el 18 de abril y finalizó el 30 de mayo de 1998.

5. 7. Manejo

5.7.1. Bloque multinutricional

La elaboración de los bloques multinutricionales se realizó empleando la metodología reportada por Sansoucy (1986) y Ayala (1990). En diciembre de 1997 se preparó una tonelada de alimento para la elaboración de los bloques multinutricionales, los cuales fueron de 8 kg de peso promedio por bloque (en base fresca); para facilitar el mezclado

de los ingredientes se acudió al calentamiento de la melaza. Previo al experimento, los bmn estuvieron almacenados bajo sombra y expuestos al viento. Se ofrecieron 3 bmn (para evitar problemas de competencia entre animales por el suplemento) en el comedero de cada unidad experimental dentro de la pradera para los animales de los tratamientos 2 y 3, manteniendo esta cantidad de bloques durante el experimento (previamente pesados e identificados) y quitando aquellos bloques de dichos comederos cuando su peso aproximado fue de 2 kg o menos.

5. 7. 2. Pradera

Se empleó una pradera de bermuda Cruza 1 que tenía siete años de establecida y que estuvo sometida a un sistema de pastoreo rotacional con periodos largos, no definidos, de recuperación del forraje, y una carga animal desconocida, pero aparentemente baja lo que puede asociarse con la alta cantidad de forraje de la pradera con una elevada proporción de tallo ya que de acuerdo con Korte *et al.* (1987) las praderas manejadas con baja carga animal y bajas frecuencias de pastoreo, presentan altas cantidades de forraje (tallo y material muerto) por efecto de la acumulación entre diferentes periodos de defoliación (Cuadro 16 y 19).

Previo al inicio del experimento, la pradera se chapeó con el fin de eliminar los manchones de la maleza alta (Pasto Camalote) que sobrepasaba la altura promedio de la especie sembrada.

El método de pastoreo empleado en el experimento fue de tipo rotacional, con empleo de cerco eléctrico fijo y móvil, con periodos de ocupación de la pradera de 7 días y periodos de recuperación de 35 días con una carga de 7 animales por hectárea. La superficie total de bermuda usada para este ensayo fue de 5.1 ha divididas en 6 franjas con medidas de 43 x 198 m, en las cuales se ubicaron las 9 unidades experimentales realizando el pastoreo de sur a norte (Cuadro A.5. del Anexo).

5. 7. 3. Forraje de caña de azúcar

Se usaron 1.5 hectáreas cultivadas con caña de azúcar, de 2 años de establecida . La caña necesaria para los tres tratamientos se cortó por la mañana (9:00-11:00 hrs) y por la tarde (17-19:00 hrs), se molió hasta un tamaño de partícula del forraje de 0.5 cm aproximadamente; la caña enriquecida se preparó usando la técnica descrita por García *et al.*, (1989). En este experimento, el forraje de caña molido para los tratamientos 1 y 2 se "encostaló" y se pesó permaneciendo enbasada hasta las 7:00 h del siguiente día, hora en que se ofreció por la mañana y, a las 13:00 hrs, del mismo día.

La cantidad de urea aplicada a la caña para los tratamientos 1 y 3 fue 1.5% del peso fresco de la caña ofrecida; para el tratamiento 1, ésta, se mezcló homogéneamente con el forraje de caña en los comederos al momento de ofrecer el alimento.

El forraje de caña de azúcar para los animales de todas las unidades experimentales, se ofreció a libre acceso en comederos de metal localizados en cada unidad experimental dentro de la pradera.

5. 7. 4. Animales

Previo al inicio del experimento, los becerros se desparasitaron con Cydectin ([R] Fort Dodge Animal Health, S. de R. L. de C. V.) a razón de 1 ml por cada 40 kg de PV contra parásitos internos y, contra parásitos externos mediante un baño de inmersión con Asuntol 50% ([R] Bayer de México, S. A. de C. V.) además, se vitaminaron con ADE (Vigantol ADE Fuerte. [R] Bayer de México) y se implantaron con Synovex Pastoreo([R] Fort Dodge Animal Health, S. de R. L. de C. V.). Se suministró agua a los animales a libre acceso en bebederos metálicos con capacidad para 200 l.

5. 8. Variables de respuesta

5. 8. 1. Variables de respuesta de la pradera

5. 8. 1. 1. Forraje ofrecido y residual

El forraje ofrecido (FO) es la masa total de forraje por unidad de área, se expresa en kg MS ha^{-1}. En el caso del presente estudio, esta variable se determinó cortando la cantidad de forraje existente en una superficie muestreando a ras del suelo (Hodgson, 1979), 2 días antes de que entraran los animales a pastorear en la parcela.

El forraje residual (FR) es la masa de forraje remanente luego de una defoliación, y se expresa en kg MS ha^{-1}, se determinó de igual forma que la masa de forraje ofrecida (Hodgson, 1979).

Se utilizó la técnica de muestreo directo descrita por t'Mannetje (1978), empleando un cuadro de 50 X 50 cm y cortando la masa de forraje a ras de suelo. El número de

muestras tomadas al azar en la superficie de la parcela fue de 10; este número fue determinado previo al experimento con el objetivo de ajustar la técnica de muestreo; para esto, se empleó la fórmula para muestreo bietápico de Stein (Steel y Torrie, 1985) con una alfa de 0.05 e intervalo de confianza de 10% de la media de forraje en base fresca.

De las 10 muestras cortadas por cada unidad experimental se tomaron al azar 3 para estimar el contenido de humedad de las muestras y expresar la masa de forraje en base seca, para lo cual, estas muestras se secaron en la estufa a 50 °C, por 48 h.

El muestreo de forraje para estas dos variables dentro de la pradera para la franja 1, fue para todas las unidades experimentales del tratamiento tres y dos del tratamiento uno, mientras que en la franja dos las unidades experimentales muestreadas fueron las tres unidades del tratamiento dos y una del tratamiento uno (ver el mapa de la pradera en el apéndice A.5.). Este patrón de muestreo alterno de la pradera en las unidades experimentales dentro de las franjas, fue siguido durante todo el experimento.

5. 8. 1. 2. Composición botánica y morfológica

La composición botánica se refiere a la proporción de las diferentes especies en el tapiz o en el forraje. La composición morfológica se refiere a la proporción de diferentes componentes morfológicos en el forraje (forraje verde, material muerto, hoja, lámina, vaina, tallo e inflorescencia) según lo mencionado por Hodgson (1979).

Para estimar la composición botánica y morfológica se empleó la técnica de separación manual. Cuando se realizó el muestreo con el método directo de la masa de forraje, pesadas las muestras de forraje verde de cada una de las unidades experimentales dentro de la franja, se realizó un submuestreo para cada unidad experimental formando una submuestra para la separación de los componentes botánicos: bermuda, especies de pasto no sembradas y maleza. Estas, a su vez, se separaron manualmente en lámina foliar, tallo, inflorescencia y material muerto. Cada componente botánico y morfológico identificado, se secó a la estufa a 50 °C por 48 h para obtener su peso seco y calcular las proporciones de cada uno.

5. 8. 2. Variables de respuesta calculadas

Con el objetivo de estudiar el efecto de los tratamientos sobre la pradera, se estimaron las siguientes variables.

5. 8. 2. 1. Forraje desaparecido (Producción neta de forraje)

Es un indicador de la masa de forraje que ha sido cosechada, se expresa en kg MS ha^{-1}. Se calculó restando el forraje residual a la masa total de forraje inicial, según se indica en la siguiente fórmula (Hodgson, 1979).

$$FD = FO - FR$$

Donde:

FD = Forraje desaparecido (kg MS/ha)

FO = Forraje ofrecido (kg MS/ha)

FR = Forraje residual (kg MS/ha)

5. 8. 2. 2. Tasa de desaparición del forraje (TDF)

Es el forraje desaparecido por unidad de tiempo y peso vivo (PV) del animal en pastoreo, se expresa en kg MS/100 kg de peso vivo por día. Es un indicador de la tasa de consumo individual de forraje en periodos de ocupación de la pradera menores a 3 días, para calcularla, se consideró el forraje desaparecido, el periodo de ocupación (PO) y el peso vivo total de los animales en cada unidad experimental (Améndola, 1995).

$$TDF = \frac{FD}{(PVT)\ (PO)} \quad (100)$$

Donde:

TDF= Tasa de desaparición de forraje (kg MS/100 kg de peso vivo/día)

FD= Forraje desaparecido (kg $MS.ha^{-1}$)

PVT= Peso vivo total (kg)

PO= Periodo de ocupación (días)

5. 8. 2. 3. Grado de defoliación (GD)

El grado de defoliación es la expresión del forraje removido en función de la masa original de forraje (Hodgson, 1979). Se expresa en porcentaje y se calculó por la fórmula:

$$GD = \frac{FD}{FO} (100)$$

Donde:

GD = Grado de defoliación (%)

FO = Forraje ofrecido (kg MS/ha)

FD = Forraje desaparecido (kg MS/ha)

5. 8. 3. Obtención de muestras de alimento para análisis en laboratorio

Las muestras de masa de forraje de bermuda para el análisis de laboratorio, fueron las tres muestras obtenidas en cada unidad experimental para estimar humedad durante el ciclo de pastoreo y que fueron secadas en la estufa para obtener el valor de dicha masa en base materia seca parcial (MSP).

Para obtener las muestras de forraje de caña de azúcar, se realizaron dos muestreos del forraje ofrecido, el primero fue el 29 de abril y el segundo el 19 de mayo; ambos muestreos se realizaron por la mañana (7:00 h).

Se tomaron muestras de aproximadamente 100 g de forraje ofrecido y mezclado previamente en el comedero para cada unidad experimental las cuales, se pusieron a secar al medio ambiente bajo sombra, por lo que se obtuvieron 18 muestras de forraje para todo el periodo experimental, 6 por tratamiento.

En el caso de las muestras para los bloques multinutricionales, se muestreo al azar el 10 % del total de los bloques producidos (129), donde cada muestra representó un bloque con peso aproximado a 8 kg.

5. 8. 4. Procesamiento de muestras de alimento para laboratorio

Las muestras obtenidas de las unidades experimentales en base materia seca parcial, se molieron en molino Wiley con una criba con tamaño de poro de 1 mm; de cada unidad experimental, se obtuvo una submuestra que fue la que se usó para estimar la composición química.

Para el forraje de caña de azúcar obtenido en los dos muestreos durante la fase experimental al igual que para el forraje de bermuda, se obtuvo la materia seca parcial, previamente y se molió usando la criba de tamaño señalado anteriormente.

Los bloques multinutricionales seleccionados, se fragmentaron y se realizó un muestreo del bloque obteniendo muestra de diferentes partes del mismo y esta submuestra, se molió al tamaño de partícula adecuado para ser analizada en el laboratorio.

5. 8. 5. Análisis de laboratorio

Para determinar la composición química de los componentes de la pradera, se realizaron los siguientes análisis de laboratorio.

5. 8. 5. 1. Proteína cruda

Para la determinación de proteína, se empleó el método microkejdahl para la determinación de nitrógeno total, expresado en porcentaje (Sosa, 1979). Utilizando el factor 6.25, se estimó el contenido de proteína total del forraje.

5. 8. 5. 2. Materia orgánica

Este análisis se realizó mediante la técnica descrita por A.O.A.C. (1975) y reportada por Sosa (1979) cuya determinación se fundamenta en la oxidación de la materia orgánica mediante la combustión del alimento y así obtener la materia mineral conocida como cenizas, y por diferencia estimar el contenido de materia orgánica de la muestra de alimento. Se realizó con la finalidad de corregir algún problema por contaminación con suelo de las muestras de bermuda.

5. 8. 5. 3. Digestibilidad *Invitro* de la materia seca

La digestibilidad *in vitro* de la masa de forraje obtenida de las unidades experimentales, se efectuó usando la técnica reportada por Sosa (1979).

5. 8 . 6. Consumo de caña de azúcar

El consumo de caña de azúcar se estimó diariamente para cada unidad experimental mediante la diferencia de la cantidad de forraje ofrecida y forraje residual para lo cual se estimó el contenido de humedad para ambos forrajes y expresarlo en base seca.

5. 8. 7. Consumo de bloque multinutricional

El consumo de BMN de los animales para los tratamientos 2 y 3 se midió dividiendo la cantidad de bloque consumida acumulada en todo el período experimental entre el número de días que consumieron bloque y entre 4 para estimar el consumo individual promedio diario para cada unidad experimental.

5. 8. 8. Ganancia de peso individual

Los animales se pesaron al inicio del experimento y posteriormente cada 21 días; cabe señalar que los animales se pesaron una semana posterior a la primera pesada. La pesada se realizó por la mañana antes de recibir el suplemento de caña y sin previo ayuno. Para calcular la ganancia de peso individual, se estimaron los coeficientes de regresión B_1 para cada animal considerando 4 datos de peso vivo por animal y la fecha de pesada.

5.8. 9. Ganancia de peso por hectárea

Para estimar la ganancia de peso por hectárea, se consideró el cambio de peso individual de los animales (coeficiente de regresión B_1) y la carga animal para cada tratamiento.

5. 10. Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos de la pradera se realizó un submuestreo de la superficie total de terreno considerando las dos primeras franjas y las dos últimas (ver cuadro A.5. del Anexo) considerándose, por lo tanto, dos periodos de evaluación pero cabe aclarar que no se evaluó el efecto de periodo por las condiciones en que se realizó el estudio (corto tiempo de evaluación, misma época del año).

Las variables forraje residual, composición botánica, morfológica y química de la masa de forraje residual, se analizaron empleando un diseño completamente al azar usando como covariables la variable hoja de bermuda y la relación tallo material muerto del forraje ofrecido así como la masa de forraje ofrecido.

Las variables generadas de la pradera se analizaron mediante un diseño completamente al azar considerando como covariable la asignación de forraje.

Los resultados de consumo de caña de azúcar, bloque multinutricional, ganancia de peso individual y ganancia de peso por hectárea se analizaron en un diseño completamente al azar.

Para el análisis de varianza de las variables de la composición botánica y morfológica así como las variables de la composición química de la pradera y el grado de defoliación de la pradera, se usaron datos transformados por el método de arcoseno de la raíz cuadrada.

Los datos se procesaron por medio del paquete estadístico SAS (1998) empleando el comando glm.

El modelo lineal para analizar las variables masa de forraje residual, composición botánica, morfológica y química de la pradera, fue el siguiente:

$Y_{ij} = M + T_J + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + E_{IJ}$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la característica en estudio

T_j = Efecto del tratamiento

M = Media común a las unidades experimentales

B_1 = Coeficiente de la covariable hoja de bermuda de la masa de forraje ofrecido

X_1 = Covariable hoja de bermuda de la masa de forraje ofrecido

B_2 = Coeficiente de la covariable relación tallo material muerto de la masa de forraje ofrecido

X_2 = Covariable relación tallo material muerto de la masa de forraje ofrecido

B_3 = Coeficiente de la covariable masa de forraje ofrecido

X_3 = Covariable masa de forraje ofrecido

E_{ij} = Error experimental

El modelo de análisis para las variables generadas de la pradera fue el siguiente:

$Y_{ij} = M + T_1 + B_1X_1 + E_{ij}$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

M = Media general

T_j = Efecto del tratamiento

B_1 = Coeficiente de la covariable asignación de forraje

X_1 = Covariable asignación

E_{ij} = Error experimental

Para el análisis del consumo de bloques multinutricionales, el consumo de caña de azúcar y la ganancia de peso por hectárea, el modelo empleado fue:

$$Y_{ij} = M + T_I + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}= Variable respuesta

M = Media general

T_j= Efecto del tratamiento

E_{ij} = Error experimental

Para la ganancia diaria de peso el modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + P_j + A(P)_{j(k)} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij}= Variable respuesta

M = Media general

T_j= Efecto del tratamiento

P_j = Efecto de la parcela

$A(P)_{j(k)}$ = Efecto del anidamiento del animal dentro de la parcela

E_{ij} = Error experimental

La comparación de medias se hizo por medio de la prueba de PDIFF.

VI.RESULTADOS

6.1. Masa de forraje ofrecido, residual y desaparecido

La masa de forraje ofrecido y residual para este estudio fue en promedio de 5770 y 4748 kg materia seca (MS) ha^{-1}, respectivamente (Cuadro 16). En general, no existió diferencia ($P > 0.05$) entre las dos variables debido al tratamiento, tal como lo indican los intervalos de confianza para cada unidad experimental lo cual significa, que el forraje desaparecido no fue diferente de cero en el 60% de los casos.

Esta similitud entre la cantidad de forraje ofrecido y residual, puede ser atribuída al alto nivel de suplementación de los animales lo que causó una baja defoliación de la pradera (Cuadro 23) ya que se ha indicado que al incrementar el nivel de suplementación se reduce el tiempo de pastoreo (Améndola y Sánchez, 1999) y la tasa de desaparición del forraje (Martínez, 1999).

Poppi *et al.* (1987) han señalado que las condiciones de estructura de la pradera puede influir sobre el consumo de forraje, condiciones como elevada proporción de tallo o material muerto y baja proporción de hoja pueden limitar el acceso del animal por los componentes morfológicos preferidos y consecuentemente crear reducciones en el consumo de forraje. En los resultados obtenidos, pudo haber influido este factor dada la composición morfológica registrada para la pradera experimental, ya que en el cuadro 19 se observa que la proporción de hoja fue extremadamente baja. Chacon y Stobbs (1976) encontraron que, la densidad de hoja verde fue el principal factor restrictivo al consumo.

Cuadro 16. Masa de forraje ofrecido (MFO), residual (MFR) y forraje desaparecido (FD) promedio y 50 % de su intervalo de confianza, por ciclo de pastoreo

Unidad exper.	MFO (kg MS ha^{-1})	1/2 IC*	MFR (kg MS ha^{-1})	1/2 IC	FD (kg MS ha^{-1})	½ IC
Tratamiento						
Periodo uno						
Caña + Urea	5866	1492	4973	762	893	1675
Caña + Urea	4939	563	4297	902	641	1086
Caña + Urea	4474	535	4817	1052	-344	1181
Caña + BMN[1]	5596	551	4789	857	807	1018
Caña + BMN	5616	1031	4508	423	1107	1115
Caña + BMN	6583	927	5088	703	1495	1117
C. E. + BMN	5799	1176	5303	836	497	1443
C. E. + BMN	5692	653	4294	445	1398	790
C. E. + BMN	4439	999	3607	1068	832	1463
Periodo dos						
Caña + Urea	6138	518	5032	436	1106	677
Caña + Urea	6199	560	5778	517	421	762
Caña + Urea	6416	625	4491	665	727	913
Caña + BMN	5489	1573	4495	787	1925	1759
Caña + BMN	5202	879	3699	811	994	1196
Caña + BMN	6433	837	4408	646	1503	1057
C. E.[2] + BMN	5876	941	5150	811	2025	1243
C. E. + BMN	6588	874	4877	576	1711	1047
C. E. + BMN	6522	684	5865	491	657	842

[1] Bloque multinutricional. [2] Caña enriquecida.

*Mitad del intervalo de confianza, alfa=0.05.

El error de muestreo del forraje de la pradera antes y después del pastoreo pudo ser otra causa de la semejanza entre las masas vegetales de las variables mencionadas. Dicho error, se traduce en los altos coeficientes de variación registrados en las unidades experimentales durante el ciclo de pastoreo para ambas mediciones, siendo en algunos casos de hasta 35.5% para el ofrecido y de 41.4% para la masa vegetal residual (Cuadro A.4. del apéndice); estos valores, superan a los que normalmente se reportan con los diferentes métodos de muestreo, los cuales varían de 10 a 20% y de 15 a 30% respectivamente para dichas determinaciones (Frame, 1993).

La inexactitud en la medición de la masa de forraje ofrecido y residual provoca una mayor variabilidad en la estimación del forraje desaparecido ya que la varianza de esta variable es la suma de varianzas de las dos determinaciones (McIntyre, 1978), tal como se presentó en el valor negativo de una repetición del tratamiento Caña + Urea en el primer periodo del cuadro anterior y se corrobora en el cuadro A.4. del anexo.

La variabilidad en la estimación de la masa vegetal, es en parte efecto de las características del método de muestreo empleado. El corte de 10 muestras por parcela, pudo haber sido un número pequeño comparado a las 25 recomendadas en praderas de clima templado para obtener un 10% de variación con respecto a la media de producción (Linehan *et al.;* 1952); también, las muestras cortadas fueron menor a las 14 muestras requeridas en pasto Estrella de Africa para obtener un 15% de variabilidad con respecto a la media del forraje ofrecido (del Pozo *et al.*, 1998).

El uso de la unidad de muestreo de forma cuadrada pudo, también, haber permitido menor exactitud en la determinación, ya que se ha observado que la forma rectangular ha resultado ser más precisa en 22 unidades porcentuales que la cuadrada (Van *et al.*, 1963).

La fatiga del muestreador, es otro factor que puede relacionarse con la imprecisión de la medición (Frame, 1993) ya que las condiciones del clima durante el periodo de estudio fueron adversas, con temperaturas promedio mensuales de 22-30 ° C (Figura 4).

Los resultados de masa de forraje obtenidos en este estudio, fueron mayores a los reportados por Espinoza (1987) y Moreno y Vázquez (1998), quienes obtuvieron para esta misma época valores de 3.6 y 4.3 t MS ha^{-1}. Esta diferencia, pudo ser debida a que en el primer estudio se cortó el pasto a 5 cm sobre el suelo, subestimando la masa total de forraje y en el segundo estudio, la pradera estaba en su primer año de establecimiento; se ha indicado que la producción de forraje de una pradera puede estar influida tanto por la altura de corte (Michell y Large, 1983) como por la edad de la pradera (Bransby *et al.*1999, Gates *et al.*, 1989; González *et al.*, 1995).

6.2. Composición botánica de la masa de forraje ofrecido

La composición botánica de la masa de forraje ofrecido estuvo dominada por bermuda. A partir de la información del cuadro 17, puede calcularse que el 94.3%, en promedio, correspondió a la especie sembrada, el 4.3% consistió de camalote (*Panicum leucophaceum*) y el 1.3% a malezas.

Cuadro 17. Composición botánica de la masa de forraje ofrecido (%, MS)

Componente*	Periodo	
	Uno	Dos
Bermuda cruza uno	90.9 ± 2.5	97.7 ± 0.9
Camalote	6.4 ± 3.4	2.2 ± 1.21
Maleza	2.6 ± 1.2	0.1 ± 0.9

* Media ± Error estándar

Se ha mencionado que las especies vegetales de hábito de crecimiento postrado se ven favorecidas en su desarrollo en los sistemas de pastoreo intensivo (Avendaño *et al.*, 1986). Sin embargo, en evaluaciones de variedades de bermuda bajo este tipo de manejo, el Cruza 1 ha mostrado ser suceptible, reduciendo la proporción de dicha especie en la pradera a valores menores a 80% (Alfonso *et al.*, 1984; Lamela *et al.*, 1984). La alta proporción de la especie sembrada en este trabajo, puede atribuirse a la menor intensidad y frecuencia de pastoreo de la pradera previo al experimento ya que este tipo de manejo conduce a altas masas de forraje con elevadas proporciones de tallo por acumulación sucesiva entre diferentes periodos de defoliación (Korte *et al.*, 1987) tal como se encontró en la pradera experimental (Cuadros 16 y 19).

6.3. Composición botánica de la masa de forraje residual

Si bien existió una gran variación en la estimación de forraje residual (Cuadro A. 4. del Apéndice) lo que afecta directamente cualquier discusión sobre la composición botánica, en principio se puede decir que ésta es igual a la del forraje ofrecido con ligeras

variaciones en la proporción de las especies no sembradas pero sin efecto de tratamiento. La presencia del pasto camalote se redujo en promedio de 4.3 a 3.6% mientras que la maleza aumentó de 1.3 a 2.1% (Cuadro 18).

Cuadro 18. Composición botánica de la masa de forraje residual (%, MS)

	Tratamiento		
Componente	Caña + Urea	Caña + BMN[1]	Caña E.[2] + BMN
Periodo uno			
Cynodon dactylon	98.0a	74.3a	97.5a
Panicum leucophaeum	0.0a	17.8a	0.0a
Maleza	2.0a	7.9a	2.5a
Periodo dos			
Cynodon dactylon	99.9a	96.1a	100.0a
Panicum leucophaeum	0.1a	3.9a	0.0a

[1] Bloque multinutricional

[2] Caña enriquecida

Medias con la misma literal por hilera no difieren estadísticamente (P>0.05)

La semejanza en composición botánica de la masa de forraje residual con la masa de forraje ofrecido puede deberse al corto tiempo de evaluación ya que se ha observado reducciones en la proporción de la especie sembrada (P<0.05) en praderas de bermuda

Cruza 1 sometidas a sistema de pastoreo intensivo a medida que los ciclos de pastoreo incrementan (Lamela *et al.*; 1984).

El alto nivel de suplementación a los animales en los diferentes tratamientos probablemente disminuyó la defoliación de la pradera según lo indicado en el punto 6.1. y ésto explica el bajo grado de defoliación de la pradera en la mayoría de las unidades experimentales (Cuadro 23), de acuerdo a los intervalos de confianza del forraje desaparecido mostrados en el cuadro 16.

6.4. Composición morfológica de la masa de forraje ofrecido

En el cuadro 19 se muestra que la proporción total de hoja en la pradera, fue de 11.3% y de tallo de 70.2%. De las especies vegetales de la pradera, el pasto Bermuda estuvo constituído por el 10.9% de hoja, 65.7% de tallo y 1.2% de inflorescencia. El pasto camalote sólo representó el 3.7% de tallo; y la maleza correspondió a 0.3% como hoja y 0.8% de tallo; finalmente, el material muerto conformó el 17.2%.

Los resultados en la composición morfológica de la pradera pueden estar ligados al manejo anterior de la pradera. Lo relevante de este apartado y que se debe tener presente durante el desarrollo del capítulo es que la pradera estaba en una condición estremadamente pobre (Cuadro 19). En estas condiciones de pradera donde el contenido de hoja es bajo (la mitad del valor promedio reportado para el componente hoja en el cuadro 2) se debe emplear una carga animal baja para que el animal seleccione (aunque con problemas) o suplementar para alcanzar un consumo aceptable de nutrientes.

Cuadro 19. Composición morfológica de la masa de forraje ofrecido (%, MS)

Componente*	Periodo	
	Uno	Dos
Hoja total	11.2 ± 1.3	11.4 ± 0.5
Tallo total	66.3 ± 3.4	74.1 ± 1.5
Cynodon dactylon		
Hoja	10.5 ± 3.9	11.4 ± 1.6
Tallo	59.4 ± 6.9	72.1 ± 2.6
Inflorescencia	1.8 ± 1.0	0.7 ± 0.6
Panicum leucophaeum		
Hoja	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Tallo	5.4 ± 10.3	2.0 ± 3.6
Maleza		
Hoja	0.6 ± 1.1	0.0 ± 0.0
Tallo	1.5 ± 2.5	0.1 ± 0.2
Material muerto	20.6 ± 5.1	13.8 ± 2.7

* Media ± Error estándar

Los resultados obtenidos para los componentes tallo y material muerto en el forraje ofrecido en este experimento difiere con lo que normalmente se indica en la literatura, que praderas sometidas a un manejo del pastoreo poco intenso presentan elevadas proporciones de material muerto (Hodgson, 1990; Humphreys, 1991; Vickery, 1981). En este trabajo, la proporción de tallo superó en 53 unidades porcentuales a la proporción

de materal muerto. Sin embargo, Hodgson (1990) mencionó que tanto la tasa de crecimiento, consumo y tasa de senescencia del forraje tienden a responder en diferentes formas a las variaciones en el manejo de la pradera, y las implicaciones de una política de manejo particular para la eficiencia relativa del crecimiento y procesos de cosecha, no son siempre aparentes.

6.5. Composición morfológica de la masa de forraje residual

En general, no existió efecto de tratamiento sobre los componentes morfológicos de la pradera excepto para material muerto en el periodo dos, aunque esta diferencia debe tomarse con reserva dado que la generalidad de los valores para forraje desaparecido (Cuadro 16) no son diferentes de cero. Puede señalarse que practicamente no hubo diferencia en la proporción de los componentes morfológicos entre la masa de forraje ofrecido y la masa de forraje residual (Cuadro 19 y 20). Lo que es importante resaltar es la reducción en 22.4% de hoja de bermuda en el forraje residual respecto al ofrecido, lo cual se ve reflejado en la baja defoliación de la pradera (Cuadro 23).

En promedio para los dos periodos, el porcentaje de hoja total de la pradera fue de 9.1%, y de 72% el de tallo total de la pradera. La composición morfológica del bermuda estuvo conformada por el 8.5% de hoja, 67.8% de tallo y de 1.3% de inflorescencia. El pasto camalote presentó un 0.3% de hoja y 2.6% de tallo; mientras que la composición morfológica para la maleza fue de 0.4% de hoja y 1.4% de tallo. La proporción de material muerto fue del 17.6% (Cuadro 20).

Cuadro 20. Composición morfológica de la masa de forraje residual en el periodo uno y dos (%, MS)

Componente	Tratamiento					
	Periodo uno			Periodo dos		
	C+U[1]	C+BMN[2]	C.E.+BMN[3]	C+U	C+BMN	C.E.+BMN
Hoja total	9.8a	8.6a	10.8a	9.1a	7.4a	9.0a
Tallo total	62.8a	69.6a	69.2a	78.1a	72.9a	79.3a
Cynodon dactylon						
Hoja	9.5a	6.2a	10.5a	9.1a	7.4a	8.7a
Tallo	60.2a	52.5a	67.1a	78.0a	69.5a	79.6a
Inflorescencia	2.8a	0.6a	2.4a	0.6a	0.2a	0.7a
Panicum leucophaeum						
Hoja	0.0a	1.5a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
Tallo	0.0a	12.0a	0.0a	0.1a	3.3a	0.0a
Maleza						
Hoja	0.5a	0.9a	0.6a			
Tallo	2.2a	4.8a	1.8a			
Material muerto	24.5a	21.1a	17.6a	12.1ab	19.5a	11.0b

[1] Caña + Urea. [2] Caña + Bloquemultinutricional.

[3] Caña enriquecida + Bloquemultinutricional.

Medias con la misma literal por hilera dentro de cada periodo no difieren estadísticamente (P>0.05)

6. 6. Composición química de la masa de forraje ofrecido

Los valores de composición química para la masa de forraje ofrecido que se presentan en el cuadro 21 confirman los resultados del Cuadro 19 de que la pradera estaba en condición extremadamente pobre para la producción. La digestibilidad *In Vitro* promedio de la materia seca del forraje de la pradera fue de 36.9%, la proteína cruda fue de 7.5% y la materia orgánica de 90.3%.

Cuadro 21. Composición química de la masa de forraje ofrecido (%, MS)

Componente*	Periodo	
	Uno	Dos
Digestibilidad *in vitro*	37.4 ± 1.6	36.5 ± 1.0
Proteína cruda	7.8 ± 0.6	7.2 ± 0.1
Materia orgánica	90.0 ± 0.3	90.6 ± 0.2

* Media ± Error estándar

El contenido de proteína cruda y el valor de digestibilidad para la masa de forraje en este estudio son menores en 25 y 31.6% respectivamente a los valores promedios reportados por Minson (1990) para pastos tropicales. Van Soest (1982) indicó que el bajo valor nutricional de los forrajes se asocia con la madurez del forraje donde se presenta en la pradera una mayor porporción de tallo que de hoja (lo cual coincide con la proporción de dichos componentes morfológicos en este estudio, cuadro 19) involucrando con ello un incremento en la lignificación de la masa vegetal.

Por otro lado, Burns y Smith (1980) mencionaron que a medida que la planta madura se incrementa el contenido de paredes celulares con una consecuente reducción en la digestibilidad ($P<0.05$), por lo que los altos valores de fibra detergente neutro en la masa de forraje para este trabajo (Cuadro A.3. del Anexo) pueden explicar las bajas digestibilidades de la materia seca (Cuadro 21).

Respecto al contenido de materia orgánica obtenido para el forraje de bermuda (Cuadro 21) según a lo indicado por Hodgson (1990) se excluye la posibilidad de contaminación con suelo de las muestras de forraje cortadas a ras de suelo en la pradera.

6. 7. Composición química de la masa de forraje residual

El tratamiento solo afectó la digestibilidad en el primer periodo y la proteína cruda en el segundo periodo ($P<0.05$) según se muestra en el cuadro 22. Cabe señalar que estas diferencias deben considerarse con precaución debido a la magnitud del coeficiente de variación al estimar la masa de forraje ya que en algunos casos resulta más alto el valor para el mismo componente químico en la masa de forraje residual que en la masa de forraje ofrecido lo cual no tiene sentido (Améndola, 1999)[3].

Para ambos periodos el valor promedio de digestibilidad fue de 34.5%, el de proteína cruda de 7.1% y de 90.6% para la materia orgánica (Cuadro 22).

[3] Améndola M., R. D. Comunicación personal. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootencia. Chapingo, México.

Cuadro 22. Composición química de la masa de forraje residual (%, MS)

	Tratamiento		
Componente	Caña + Urea	Caña + BMN[1]	Caña E.[2] + BMN
Periodo uno			
Digestibilidad *in vitro*	31.0b	32.4ab	36.7a
Proteína	7.7a	7.1a	8.2a
Materia orgánica	89.6a	90.5a	90.5a
Periodo dos			
Digestibilidad *in vitro*	34.5a	33.9a	38.7a
Proteína	7.3a	5.7b	6.5ab
Materia orgánica	90.3a	90.7a	91.8a

[1] Bloque multinutricional. [2] Caña enriquecida.

Medias con la misma literal por hilera no difieren estadísticamente (P>0.05).

Con base a los valores promedios para los componentes químicos proteína cruda y digestibilidad en el forraje ofrecido y residual (Cuadro 21 y 22), es conveniente indicar que los animales consumieron un poco de hoja de la pradera ya que se presentó una reducción del componente morfológico en la masa de forraje residual (Cuadro 20) respecto a la masa de forraje ofrecido (Cuadro 19), lo cual implica mayor valor nutricional de la dieta ya que al considerar el grado de defoliación promedio del Cuadro 23 se obtienen valores estimados de 48.1% y 9.4% para digestibilidad de la materia seca y proteína cruda de la dieta respectivamente lo que nuevamente indica la condición pobre de la pradera tal como se mostró en el cuadro 19 y 21.

La similitud entre la composición química de la masa de forraje ofrecido y residual se puede atribuir a los bajos grados de defoliación de la pradera los cuales se muestran en el Cuadro 23.

6. 8. Grado de defoliación (GD) y tasa de desaparición del forraje (TDF)

No hubo efecto de tratamiento sobre ninguna de las variables generadas de la pradera en ambos periodos (P>0.05). El grado de defoliación promedio para ambos periodos fue de 17.6% y de 1.4 kg MS 100^{-1} kg PV d^{-1} la tasa de desaparición del forraje (Cuadro 23).

Cuadro 23. Efecto del tratamiento sobre las variables generadas de la pradera

	Tratamiento		
Componente	Caña + Urea	Caña + BMN[1]	Caña E.[2] + BMN
Periodo uno			
Grado de defoliación (%)	13.5a	11.1a	23.5a
TDF[3] (kg MS 100 kg $PV^{-1}d^{-1}$)	1.1a	0.9a	1.9a
Periodo dos			
Grado de defoliación	8.7a	27.7a	21.4a
TDF (kg MS 100 kg $PV^{-1}d^{-1}$)	0.7a	2.2a	1.8a

[1] Bloque multinutricional

[2] Caña enriquecida

[3] Tasa de defoliación del forraje

Medias con la misma literal por hilera no difieren estadísticamente (P>0.05)

Los bajos valores estimados para las variables presentadas en el Cuadro 23, se pueden atribuir en parte a la suplementación *ad libitum* del ganado para los diferentes tratamientos, reduciendo con esto la defoliación de la pradera de acuerdo a lo mencionado en la literatura (Améndola y Sánchez, 1999; Meijs, 1984; Voguel *et al.*, 1989) y que fue explicado en el punto 6.1.

Otro factor al que puede asociarse la baja defoliación del forraje es el bajo contenido de hoja y alta proporción de tallo en la pradera (Cuadro 19) dificultando la selección de los componentes morfológicos de la pradera preferidos por el animal reduciendo por lo tanto el tamaño de bocado y consecuentemente el consumo de forraje (Chacon y Stobbs, 1976; Poppi *et al.*, 1987).

La temperatura ambiental superior a 25°C es otro factor que pudo haber reducido la defoliación de la pradera por los animales (NRC, 1987) debido a un aumento en el consumo de agua y de la frecuencia respiratoria en condiciones de estrés calórico (NRC, 1981), lo que puede estar relacionado con los resultados obtenidos en este trabajo, dada la alta temperatura ambiental registrada en el periodo de estudio (Figura 4).

6. 9. Consumo de caña de azúcar

El consumo de forraje de caña de azúcar no fue afectado por el tratamiento en ninguno de los periodos ($P>0.05$). Si bien se presenta efecto del tratamiento en el consumo individual de caña, éste puede atribuirse a diferencias en el peso vivo de los animales (Cuadro A. 1. del Apéndice), que no logran detectarse como significativas (Cuadro 26).

El consumo individual promedio de caña por los animales en este estudio fue de 2.9 kg MS a^{-1} d^{-1}, el consumo de caña como porcentaje de peso vivo fue de 1.2 kg MS 100 kg^{-1} PV mientras que el consumo por peso metabólico fue de 47.3 g MS kg^{-1} $PV^{0.75}$ según se presenta en el cuadro 24.

Cuadro 24. Efecto del tratamiento sobre el consumo de caña de azúcar

Componente	Tratamiento		
	Caña + Urea	Caña + BMN[1]	Caña E.[2] + BMN
Periodo uno			
C. I.[3] (kg MS $a^{-1}d^{-1}$)	2.5b	3.2a	2.9ab
I. C. [4] (kg MS 100 kg de PV d^{-1})	1.1a	1.3a	1.2a
CPM[5] (g MS/kg $PV^{0.75}$)	45.0a	49.0a	48.0a
Periodo dos			
C. I. (kg MS $a^{-1}d^{-1}$)	2.5b	3.1a	3.2a
I. C. (kg MS 100 kg de PV d^{-1})	1.2a	1.3a	1.1a
CPM (g MS/kg $PV^{0.75}$)	46.0a	51.0a	45.0a

[1] Bloque multinutricional. [2] Caña enriquecida. [3] Consumo individual. [4] Indice de consumo.

[5] Consumo por kilogramo de peso metabólico.

Medias con la misma literal por hilera no difieren estadísticamente (P>0.05).

Los valores de consumo por peso vivo de los animales en este experimento, son menores en 40%, en promedio, a los que reporta Alvarez (1988) y Martín y Brito (1996). Esto puede ser debido a que en este estudio los animales accedieron al forraje de la pradera

mientras que la mayoría de los estudios sobre la utilización del forraje de caña de azúcar en la alimentación de bovinos se han realizado bajo condiciones de corral con dietas integrales basadas en forraje de caña de azúcar (Martín, 1997).

Si bien ICA (S/A) ha mencionado que en borregos se incrementa el consumo de alimento en 13%, debido al enriquecimiento de la caña respecto a la caña sola, en este estudio no se encontraron diferencias, lo cual indica la necesidad de continuar realizando estudios comparativos entre ambos alimentos para corroborar si efectivamente se presenta dicho efecto.

Considerando el valor promedio de tasa de desaparición (1.4% del peso vivo) y el de consumo de forraje de caña como porcentaje del peso vivo animal (1.2%) el consumo de alimento total por el animal sería de 2.6% del peso vivo (sin considerar el consumo de bloque multinutricional) lo cual resulta elevado dadas las condiciones de la pradera empleada (Cuadro 19 y 21). Esto puede indicar que la tasa de desaparición del forraje está sobreestimada debido a la variación en la medición de la masa de forraje ofrecida y residual (Cuadro A.4. del Apéndice).

6.10. Consumo de suplemento

El consumo de BMN de los animales fue afectado por el tratamiento ($P<0.05$) resultando mayor en 78.4 % para el tratamiento Caña + BMN respecto al de Caña enriquecida + BMN (Cuadro 25).

Cuadro 25. Consumo de suplemento (Base seca)

Suplemento	Tratamiento		
	Caña + Urea	Caña + BMN[1]	Caña E.[2] + BMN
Urea[3] (g a^{-1} d^{-1})	121.0 ± 7.0		
BMN (g a^{-1} d^{-1})		464.4a	260.3b

[1] Bloque multinutricional. [2] Caña enriquecida. [3] Promedio ± Error estándar.

Medias con la misma letra por hilera no difieren estadísticamente (P>0.05).

El menor consumo de bloque para el tratamiento Caña enriquecida + BMN puede asociarse con la mayor digestibilidad y más alto contenido de proteína del forraje de caña enriquecida respecto al contenido del forraje de caña sola (10% y 85.4% mayor respectivamente, según la información del Cuadro A. 4. del Apéndice) ya que se ha mencionado que el consumo de bloque multinutricional disminuye cuando la calidad nutricional de la dieta basal se incrementa (Combellas, 1994; Mancilla y García, 1994).

Respecto al consumo de urea para el tratamiento Caña + Urea es importante señalar que dicho consumo fue estimado para la cantidad total de la mezcla alimenticia ofrecida durante el día, por lo que puede haber error en la cantidad real de urea consumida por los animales debido a posibles pérdidas de nitrógeno vía amoniaco a lo largo del día ya que se ha reportado para este tipo de mezclas fuertes olores a amoniaco por la degradación de la urea al mezclarse ésta con la caña de azúcar (Iriondo *et al.*, 1998).

6.11. Ganancia de peso individual y por hectárea

La ganancia de peso tanto individual como por hectárea no fueron afectadas por el tratamiento ($P>0.05$). La ganancia individual promedio fue de 460 g y 133 kg la ganancia por hectárea (Cuadro 26).

Cuadro 26. Efecto del tratamiento sobre el cambio de peso de los animales durante el experimento

	Tratamiento		
Componente	Caña + Urea	Caña + BMN[1]	Caña E.[2] + BMN
Cambio diario de peso individual ($g\ a^{-1}d^{-1}$)	448.0a	465.0a	467.0a
Ganancia de peso por hectárea ($kg\ ha^{-1}42\ d^{-1}$)	124.0a	137.0a	138.0a

[1] Bloque multinutricional. [2] Caña enriquecida.

Medias con la misma literal por hilera no difieren estadísticamente.

Si bien se ha reportado una ganancia promedio de 260 $g\ a^{-1}\ d^{-1}$ para bovinos productores de carne pastoreando bermuda en la época seca (de acuerdo a la información presentada en el Cuadro 2), resulta interesante observar las altas ganancias de peso individuales en este estudio en el que la calidad de la pradera era pobre (Cuadro 19 y 21) y la temperatura mensual promedio del ambiente estaba entre 22 y 30° C (Figura 4). Este comportamiento puede atribuirse al suministro de caña en sus diferentes formas ya que de no ser así, por el contenido de proteína cruda en el bermuda los animales apenas hubieran

alcanzado a cubrir las necesidades para los microorganismos ruminales (ARC, 1980; Minson, 1990; NRC, 1987); mientras que por el contenido de energía (1.24 Mcal de EM kg^{-1} MS estimada con base a la fórmula de predicción para forrajes tropicales editada por Minson, 1981) dificilmente se cubriría la demanda de los animales para mantenimiento (NRC, 1996).

El suministrar forraje de caña de azúcar a los animales aportó 2.4 Mcal EM/kg MS adicionales a las 1.24 Mcal EM/kg MS del pasto de la pradera (valores de energía estimados con la fórmula de Minson, 1981, para los forrajes tropicales).

Por otro lado, los BMN aportaron 179 g y 100g de proteína adicionales para los animales del tratamiento Caña + BMN y Caña enriquecida + BMN, respectivamente (considerando el contenido de proteína en el bloque y el consumo de bloque) y la urea agregada a la caña incrementó la proteína del forraje de caña en 8.9 unidades porcentuales (Cuadro A. 3. del Apéndice) respecto al forraje de caña sin urea.

De lo anterior, pudiera esperarse una mayor ganancia de peso para los animales que consumieron bloque dado que consumieron tanto nitrógeno degradable en rumen como proteína de sobrepaso; sin embargo, el consumo de éste, sólo representó el 15.1 y 9.1% de la dieta total para los tratamientos Caña + BMN y Caña enriquecida + BMN respectivamente; o bien, el 0.2% y 0.1% del peso vivo de los animales para dichos tratamientos, consecutivamente, lo cual, dificilmente se obtienen diferencias en el comportamiento animal por efecto de consumo de bloque y sobre todo en condiciones de

estrés calórico como sucedió en este trabajo (Figura 4) de acuerdo a lo indicado por el NRC (1981); por otra parte, los animales del tratamiento Caña + Urea recibieron nitrógeno no proteínico (55.6 g a^{-1} d^{-1}, considerando el consumo de urea del cuadro 25 y el 46% de N en la urea) vía urea lo cual en cierta medida reduce las diferencias en suministro de nitrógeno a los animales entre los diferentes tratamientos.

VII. CONCLUSIONES

- No se detectó efecto de la forma de suministro de caña de azúcar sobre la mayor parte de las variables bajo estudio, con excepción del consumo de bloque multinutricional que fue mayor para los animales del tratamiento Caña + Bloque multinutricional.

- La condición de la pradera experimental fue extremadamente pobre, sin embargo la ganancia individual de peso promedio fue de 460 g $ani^{-1}d^{-1}$, lo que implicó un incremento del 76.9% a la ganancia diaria de peso reportada en la literatura para animales que pastorean bermuda en la época seca sin suplementación. Este hecho confirma la importancia de la suplementación con caña de azúcar independientemente de la forma qne ésta se suministre.

- El consumo de caña enriquecida por los animales no fue diferente del consumo de caña fresca

VII. LITERATURA CITADA

Alfonso, A., L. R. Valdés y P. Duquesne. 1984. Evaluación comparativa de tres gramíneas en pastoreo. II. Con añojos y cargas 2, 3.3 y 5 animales/ha. Pastos y Forrajes. 7:381-392.

Alvarez F., F. J. 1988. Experiencia con la caña de azúcar integral en la alimentación animal en México. En: la caña de azúcar como pienso. Memorias de una consulta de expertos de la FAO en Santo Domingo, República Dominicana. Pp: 72-82.

Améndola M., R. D. 1995. Notas de los cursos de producción de forrajes y manejo de praderas. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 41 p.

Améndola M., R. D. 1998. Manejo de praderas. Notas del curso. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 59 p.

Améndola M., R. D. y C. Sánchez del R. 1999. Suplementación en sistemas intensivos. 1. Importancia del efecto sustitutivo. En: Memorias del II Seminario Internacional " Estrategias de Suplementación a bovinos en pastoreo". Programa de Maestría en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp: 108-134.

Anderson, D. M. And D. L. Weeks, 1989. Cattle Liveweight Sampled on a Continuous Versus Intermittent Basis. Liv. Prod. Sci. 23:117-135.

Aranda I., E. M. 1995. Utilización de caña de azúcar en el crecimiento y engorda de bovinos. Memoria Primer Seminario Ganadero, Campus Tabasco. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. Pp: 1-4.

Araque H., C. A. 1994. Resultados de investigación sobre bloques multinutricionales en bovinos. Bloques Multinutricionales I Conferencia Internacional. Guanare, Venezuela. Pp: 21-25.

Araque H., C. A. y M. Escalona. 1995. Una nota sobre el uso de bloques multinutricionales en ganado de ceba. Zoot. Trop. 13(1):87-94.

ARC. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Technical Review by an Agricultural Research Council Working Party. 1st. Edition. C. A. B. International. Oxon, United Kingdom. 351 p.

Avendaño, J. C., R. Borel y G. Cubillos. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba. 36:137-148.

Ayala B., A. 1990. Producción de bloques de melaza-urea para la suplementación de rumiantes en el trópico. Memoria de la Segunda Reunión sobre Producción Animal Tropical. Mérida, Yucatán, México. Pp: 16-19.

Banda, M., y R. E. Valdez. 1976. Efecto del estado de mandurez sobre el valor nutritivo de la caña de azúcar. Prod. Anim. Trop. 1:96-99.

Barrientos, A., R. S. Herrera, C. Padilla, N. Ramos, I. Izquierdo, R. García T., M. Hernández, R. Machado, V. Remy, D. Díaz, D. Fernández, F. Fernández, F. Funes, G. Nápoles. 1985. Evaluación de variedades de *Cynodon dactylon* introducidas en Cuba. Reseña descriptiva. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. 87 p.

Becerra M., J. y A. David H. 1990. Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques de urea/melaza. Livestock Research of Rural Development. Vol. 2 (2).

Bercian, D. O; A. I. Matamoros; A. M. Esnaola y R. Santillan.1994. Evaluación de bloques multinutricionales como suplemento para novillos en crecimiento pastando praderas degradadas de Jaragua (*Hiparrhenia rufa*). I Reunión Internacional sobre Bloques Multinutricionales, 29-31 Julio. Guanare, Venezuela. Pág. 119.

Bransby, D., I. Sladen & A. Martínez. 1999. Agronomy & Soils Auburn University. (Mimeo). 17 p.

Burns, J. C. And D. Smith. 1980. Nonstructural Carbohydrate Residue, Neutral Detergent Fiber, and In Vitro Dry Matter Disappearance of Forages. Agron. J. 72:276-281.

Burton, G. W. 1972. Registration of Coastcross-1 Bermudagrass. Reg. No. 9. Crop Science. 12(1) 1-125.

Burton, G. W., R. H. Hart y R. S. Lowrey 1967. Improving Forage Quality in Bermuda Grass by Breeding. Crop Sci. 7:329-332.

Canacintra. 1997. La industria alimentaria en México. Sección de Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales. Pp: 19-20.

Catchpole W. R. and C. J. Wheeler. 1992. Estimating Plant Biomass: A Review of Techniques. Aust. J. of Eco. 17:121-131.

Chacon, E. and T. H. Stobbs. 1976. Influence of Progressive Defoliation of a Grass Sward on the Eating Behaviour of Cattle. Aust. J. Agric. Res. 27:709-727.

Combellas, J. 1991. The Importance of Urea-Molasses Blocks and Bypass Protein in Animal Production: the Situation in Tropical Latin America. Isotope and Related Techniques in Animal Production and Health International Atomic Energy Agency, Vienna. FAO. Pp: 115-131.

Combellas, J. 1994. Influencia de los bloques multinutrientes sobre la respuesta productiva de bovinos pastoreando forrajes cultivados. En: Bloques Multinutricionales. I. Conferencia Internacional. Guanare, Venezuela. Pp: 67-70.

Conrad, J. H. and L. R. McDowell. 1992. Sugar Cane for Intensive Dual Purpose Production in tne Tropics: A Review. Dual Purpose Cattle Production Research. International Fundation for Science. Mérida - Yucatán, México. 23-27 Marzo. Pp: 206-217.

Corbett, J. L., 1978. Measuring Animal Performance. In: Mannetje L. 't (ed.). Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production. Bulletin 52, Commonwealth Agricultural Bureaux, Hurley, Berkshire, England. Printed in Gread Britain. Pp: 174-178.

Correal, E., B. Rosello. 1979. Coastcross-1 Bermudagrass. Nueva gramínea de interés pascícola. Hoja técnica 26. Ed. INIA. México. 17 p.

Eguiarte V., J. A. 1985. Utilización de zacates de pastoreo para producción de carne en el trópico. En: IV Simposium sobre Ganadería Tropical. Forrajes Tropicales. Editado por SARH. Veracrúz, Ver. Pp: 43-53.

Elías, A.; O. Lezcano, P. Lezcano, J. Cordero y L. Quintana. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (saccharina). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 24:1-11.

Espinoza M. E. 1987. Introducción y evaluación agronómica de pastos tropicales en la Depresión Central de Chiapas. Tesis de licenciatura. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp. 39-68.

Fernández, J. L., I. Gómez, A. Gutiérrez, C. Vázquez, R. Espinoza. 1992. Evaluación de tres gramíneas tropicales con hembras lecheras en desarrollo. Zootencnia de Cuba. 2:(3-4).

Frame, J., 1993. In: Alison Davies, R. D. Baker, Sheila A. Grant and A. S. Laidlaw. In: Suard Measuremnet Handbook. 2nd Edition. The British Grassland Society. 39-67.

Fundora, O., P. C. Martín, A. Elías y R. Llerandi. 1996. Efecto de la suplementación proteica y energética de raciones basadas en Saccharina rústica para bovinos en crecimiento-ceba. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 30:163-168.

Fundora, O. 1998. La caña de azúcar. Valor nutritivo y utilización en el ganado bovino. En: Delgado F. , A., H. Jordán V., R. J. Stuart M. Memorias del curso: "Estrategias de alimentación para ganado bovino en el trópico". Ed. Instituto de Ciencia Animal. Banco de México, FIRA. Pp: 70-90.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3a ed. E. García Editor. D. F., México. 176 p.

García T., R., M. Monzote, M. A. Menchaca. 1989. Tecnologías para la producción bovina en pastoreo. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp:78-80.

García, G. W., F. A. Neckles, C. H. O. Lallo ., 1990. Dietas basadas en forraje de caña de azúcar para la producción de carne. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 24:13-27.

García L., R., E. Mora, A. Elias, R. García T., F. Alfonso. 1994. Evaluación comparativa de la Saccharina húmeda (rústica) y la caña de azúcar fresca (con aditivos) para la producción de leche en secano. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 28:47-50.

Gates, R. N., B. D. Nelson, K. R. Broussard, and C. C. Shock. 1989. Evaluation of Bermudagrasses in South Louisiana on Recent Alluvial Soil. Ed. Louisiana Agricultural Experiment Station. Louisiana State University Agricultural Center. U. S. A. Pp: 1-27.

Gerardo, J., M. Thompson. 1984. Evaluación zonal de pastos tropicales bajo condiciones de pastoreo. Xl. Cienfuegos. Pastos y Forrajes.7:319-329.

Gill D., S. R. 1998. Fermentación ruminal y digestibilidad *In Situ* en vacas Holstein alimentadas con forraje y suplementadas con bloques multinutricionales y cultivo de levaduras. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. Pp: 5-73.

González, A., J. A. Eguiarte, R. Martínez y M. R. Rodríguez. 1995. Adaptación y producción de gramíneas forrageras en Jalisco, México. Revista Pasturas Tropicales. 18:30-35.

Green, J. O. 1949. Herbage Sampling Errors and Grazing Trials. J. Brit. Grassld. Soc., 4: 11-16.

Gutiérrez, A., E. Pereira y R. Cruz. 1979. Evaluación de cuatro gramíneas tropicales bajo condiciones de pastoreo con hembras bovinas en crecimiento. Pastos y Forrajes. 447-456.

Habbib G., S. Basit Alí Shah, Wahidullah, G. Jabbar, Ghufranullah. 1991. The Importance of Urea-Molasses Blocks and Bypass Protein in Animal Production: The Situation in Pakistan. In: Proceedings of Isotope and Related Techniques in Animal Production and Health. Ed. International Atomic Energy Agency. Viena. Pp: 133-44.

Hodgson, J. 1979. Nomenclature and Definitions in Grazing Studies. Grass and Forage Science.34:11-18.

Hodgson, J. 1990. Grazing Management . Science into Practice. Logman Scientific & Technical. Printed in Hong Kong.107 p.

Huerta B., M. 1997a. Producción de carne bajo pastoreo. En: Memorias del curso alternativas de manejo en bovinos para carne en pastoreo. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp: 1-19.

Huerta B., M. 1997b. Nutrición mineral de rumiantes en pastoreo. En: Memorias del curso alternativas de manejo en bovinos para carne en pastoreo. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp: 20-73.

Hughes, J. G., 1976. Short-Term Variation in Animal Live Weihgt and Reduction of Its Effect on Weighing. In: Animal Breeding Abstracs. Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genetics. 44:111-118.

Humphreys, L. R. 1991. Tropical Pasture Utilization. 1th. Ed. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain. Pp: 46-157.

Iriondo E., H. L. Martínez e I. Arostica. 1998. Utilización de la caña con leguminosas como alimento voluminoso para la producción de leche. Pastos y Forrajes. 21:245-249.

ICA. S/A. Programa ANALIT. Versión 3.0. Instituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba.

Instuto de Ciencia Animal (ICA). 1990. Bloques multinutricionales para la alimentación animal. En: Tecnologías para la Ganadería Vacuna. Pp: 81-82.

Korte, C. J., A. C. P. Chu and T. R. O. Field. 1987. Pasture production. In: Nicol, A. M. Livestock Feeding on Pasture. Ed. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication No. 10. Pp: 7-21.

Lamela, F. y E. Pereira. 1992. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. IV. Bermuda Callie y 68, Guinea SIH-127 y Rodhes Gigante. Pastos y Forrajes. 15:55-62.

Lamela L., E. Pereira y O. Silva. 1984. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. I. Bermuda Cruzada-1, Bermuda Callie Y Guinea SIH-127. Pastos y Forrajes. 7:395-409.

Lamela L., M. Milera y M. Esperance. S/A. La caña: como forraje para la producción de leche. Ed. Indio Hatuey. Perico, Matanzas, Cuba. Pp: 1-2.

Lantinga E. A. , J. H. Neuteboom and J. A. C. Meijs. 1998. Sward Methods. Universidad Agricole Wageningen . Paises Bajos. (Mimeo) Pp: 1-28.

Leng, R. A. y T. R. Preston. 1988. Limitaciones para una utilización eficiente de la caña de azúcar y sus subproductos en la alimentación de rumiantes de gran tamaño. En: la caña de azúcar como pienso. Memorias de una consulta de expertos de la FAO en Santo Domingo, República Dominicana. Pp:284-309.

Linehan, P. A., J. Lowe and R. H. Stewart. 1952. The Output of Pasture and Its Measurement, Part III. J. Brit. Grassld. Soc. 7:73-98.

Machado, R. 1980. Comportamiento de cuatro cultivares mejorados de *C. dactylon* y *Brachiaria brizantha*. Pastos y Forrajes.3:25-39.

Machado R., G. Rodríguez, R. Leiva. 1980. Comparación de siete variedades de pastos en suelos arcillosos limosos. Pastos y Forrajes. 3:353-371.

Mancilla, L. E. y W. García O. 1994. Evaluación de la ganancia de peso en bovinos bajo un sistema de pastoreo rotacional con bloques multinutricionales. I Conferencia Internacional sobre Boques Multinutricionales, 29-31 Julio. Guanare, Venezuela. Pp: 33-42.

Martín, P. C. 1997. Forraje de caña en la alimentación del ganado vacuno. Rev. cubana Cienc. agríc. 31:237-248.

Martín, P. C. y F. Alfonso. 1978. Efecto de la suplementación con miel/urea restringida a toros pastando hierba pangola (*Digitaria decumbens* **Stent**). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 12:51-57.

Martín, P. C. y M. Brito. 1996. Efecto del nivel y tipo de nitrógeno en el consumo de forraje de toros de ceba. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 30:271-276.

Martín, P. C. y M. Brito. 1997. Cantidad y tipo de proteína en dietas de forraje de caña de azúcar para toros. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 31:265-269.

Martínez C., M. A. 1999. Suplementación con ensilado de maíz a vacas lecheras en pastoreo. Tesis de Maestría. Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 127 p.

Martínez J., M. Milera, I. Yepes e I. Jácome. 1992. Estudio de diferentes variantes de muestreo en la determinación de la disponibilidad de pasto. Pastos y Forrajes, 15:175.

Martínez J., V. Torres y M. Milera. 1985. Métodos de muestreo para estimar el rendimiento en bermuda cruzada-1. Pastos y Forrajes, 8:267.

Mata D. And J. Combellas. 1992. Influence of Multinutrient Blocks on Intake and Rumen Fermentation of Dry Cows Fed Basal Diets of Trachypogon *sp.* and *Cynodon plectostachyus* Hays. Livestock Research for Rural Development. 4 (2).

Mata, D. y Herrera P. 1994. Uso de bloques multinutricionales en pasturas naturales. I Primera Conferencia Internacional sobre bloques multinutricionales, 29-31 Julio. Guanare, Venezuela. Pp: 43-55.

McDowell, R. L., J. H. Conrad, G. L. Ellis and J. K. Loosli. 1993. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Centro de Agricultura Tropical. 2ª edición. Universidad de Florida. Gainesville, U. S. A. Pp: 12-42.

McIntyre G. A. 1978. Statistical Aspects of Vegetation Sampling. In: t'Mannetje L. (ed.). Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production. Bulletin 52, Commonwealth Agricultural Bureaux, Hurley, Berkshire, England. Printed in Great Britain. Pp: 9-21.

Meijs, J. A. C. 1981. Herbage Intake By Grazing Dairy Cows. Agricultural Research Report 909. Centre for Agricultural Publishign and Documentation, Wageningen, The Netherlands. Pp: 88-112.

Meijs, J. A. C. 1984. Concentrate Supplementation of Grazing Cattle. In: Holmes, W. Grassland Beef Production. Ed. Martinus Nijhoff Publishers. Printed in The Netherlands. Pp:150-160.

Mendoza, M. G. D. 1995. Suplementación de bovinos en trópico. En: Memoria Primer Seminario Ganadero, Campus Tabasco. Colegio de Posgraduados, Programa de Ganadería. Huimanguillo, Tabasco. Pp: 13-24.

Mendoza M., G. D. y R. Ricalde V. 1996. Suplementación de bovinos en crecimiento en pastoreo. Libros de texto. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. 97 p.

Mezhua C., M. y A. Tellez H. 1996. Evaluación de la saccharina cubana en México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp: 6-52.

Michell, P. And R. V. Large. 1983. The Estimation of Herbage Mass of Perennial Ryegrass Swards: A Comparative Evaluation of a Rising-Plate Meter and a Single-Probe Capacitance Meter Calibrated at and Above Ground Level. Grass and forage Science, volume 38: 295-299.

Milera, M., J. Martínez, O. Cáceres y J. Hernández. 1987. Efecto de diferentes ofertas del pasto *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. Coasstcross-1 sobre la estructura y el valor nutritivo de la planta en pastoreo. Pastos y Forrajes. 10:239-245.

Minson, D. J. 1981. Nutritional Differences betwen Tropical and Temperate Pasture. In: Morley, F. H. W. Grazing Animals. World Animal Science. World Animal Science, B1. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company. Printed in The Netherlands. Pp:143-158.

Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. 1st. Edition. Ed. Academy Press, Inc. Printed in United States of America. Pp:162-205.

Molina C., C. H.; C. H. Molina D.; E. J. Molina D.; J. P. Molina D. 1994. Evaluaciones con bloques multinutricionales realizadas en la granja "El Hatico". Valle del Cauca-Colombia. I Reunión Internacional sobre Bloques Multinutricionales, 29-31 Julio. Guanare, Venezuela. Pp: 71-77.

Moreno G., A. y A. A. Vázquez O. 1998. Evaluación de pastos tropicales en la Depresión Central de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. Pp: 40-84.

Mota R., V. 1993. Digestibilidad *in vivo* en ovinos utilizando diferentes niveles de saccharina en la dieta. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp: 1-29.

Muñoz, E. y R. González. 1998. Caña de azúcar integral para estimular el consumo a voluntad de alimentos voluminosos en vacas. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 31:33-40.

Murgueitio E. 1990. La caña integral en la alimentación de rumiantes. En: sistemas alternativos para alimentación animal. Serie diversificación. Ed. por GEPLACEA. Pp: 81-95.

Muslera, P. E., y C. Ratera G. 1992. Praderas y forrajes . Producción y aprovechamiento. 2ª. Ed. . Mundi Prensa. Madrid, España. Pp: 112-113.

NRC. 1981. Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. Ed. National Academy Press. Washington D. C., U. S. A. Pp: 5-74.

NRC. 1987. Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. Ed. National Academy Press. Washington D.C., U. S. A. Pp: 60-63.

NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th. Edition. Ed. National Academy Press. Washington D. C., U. S. A. 242 p.

Obispo, N. E. y C. F. Chicco. 1993. Evaluación de densidad de oferta de bloques multinutricionales en bovinos. Zootecnia Tropical. Vol. X1. No. 2.

Olsen, R. H. 1970. La suplementación con bloques en el manejo de pastizales. En: pastizales. Boletín de Información Técnica No.1. Rancho Experimental. Editado por: Rancho Experimental La Campana y Banco Agropecuario del Norte, S. A. Chihuahua, México. Pp: 1-7.

Ortiz R., P. J. y A. J. Baumeister A. 1994. Consideraciones en la preparación y uso de los bloques nutricionales. Y Reunión Internacional sobre el Uso de Bloques Multinutricionales, 29-31 Julio. Guanare, Venezuela. Pp:85-90.

Poppi, D. P., T. P. Hughes y P. J. L.'Huillier. 1987. Intake of Pasture by Grazing Ruminants. In: Nicol, A. M. Livestock Feeding on Pasture. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication No. 10. Pp:55-64.

Pozo, P. P. del, R. S. Herrera, M. García, A. M. Cruz, N. Fraga y A. Romero. 1998. Estandarización del proceso de muestreo para el estudio morfofisiológico del crecimiento y del desarrollo del pasto estrella. Pastos y Forrajes, 21:239.

Preston, T. R. 1988. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación animal: sinópsis. En: la caña de azúcar como pienso. Memorias de una consulta de expertos de la FAO en Santo Domingo, República Dominicana. Pp: 61-71.

Ramos V., A. y F. Porras P. 1999. Dureza y consumo de bloques multinutricionales elaborados con dos tipos de aglomerantes y almacenados por tres meses. Departamento de Zootecnica. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 53 p.

Ricca R. and J. Combellas. 1993. Influence of Multinutrient Blocks on Liveweight Gain of Young Bulls Grazing Sorghum Stubble During the Dry Season. Livestock Research for Rural Development. 5 (2).

Riquelme V., E. 1987. Suplementación energética para bovinos en pastoreo. En:Memoria del Seminario Internacional: "Suplementación para bovinos en pastoreo". Centro de Ganadería,Colegio de Posgraduados. Montecillos, México. Pp: 15-51.

Riquelme V., E. 1999. Suplementación energética-proteínica a bovinos en pastoreo. En: Memorias del Segundo Seminario Internacional " Estrategias de suplementación a bovinos en pastoreo". Programa de Maestría en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp: 49-63.

Ruíz C., E. 1978. Utilización de la caña de azúcar como forraje verde para la producción de leche. Dirección de Investigaciones Agropecuarias. Área de Desarrollo y Servicios Técnicos. Ministerio de Agricultura. Ed. Cida. La habana, Cuba. Pp: 5-18.

Saadullah, M. 1991. The Importance of Urea-Molasses Blocks and Bypass Protein in Animal Production: the Situation in Bangladesh. Isotope and Related Techniques in Animal Production and Health International Atomic Energy Agency, Vienna. Pp: 145-156.

SAGAR, 1998. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México, 1990-1998. Pp: 1-15.

Sánchez M. y T. R. Preston. 1980. Jugo de caña de azúcar como alimento bovino: comparaciones con la melaza en la presencia o ausencia del suplemento proteico. Rev. Prod. Anim. Trop. Vol. 5, No. 2. Pp: 127-134.

Sánchez N. F. 1972. Materia prima. La caña de azúcar. Primera edición. Edit. Porrúa, Hnos. Y Cia., S. A. Impreso en México. Pp: 9-290.

Sansoucy, R. 1986. Sahel. Fabricación de bloques de melaza-urea. Revista Mundial de Zootecnia. No. 57. Pp: 40-48.

Sansoucy, R. 1987. Los bloques de melaza-urea como suplemento multinutriente para rumieantes. Taller Internacional de la Fundación Internacional para la Ciencia sobre la melaza como Recurso Alimenticio para la Producción Animal. Universidad de Camaguey-Cuba. Pp: 1-13.

Sansoucy R., G. Aarts and R. A. Leng. 1988. Molasses-Urea Blocks as a Multinutrient Supplement for Ruminants. En: la caña de azúcar como pienso. Memorias de una consulta de expertos de la FAO en Santo Domingo, República Dominicana. Pp: 263-279.

Seijas, J., B. Arredondo, H. Torrealba and J. Combellas. 1994. Influences of *Gliricidia sepium*, Multinutritional Blokcs and Fish Meal on Live-Weight Gain and Rumen Fermentation of Growing Cattle in Grazing Conditions. Livestock Research for Rural Development. Vol. 6 (1).

Simon, L., R. Herrera. 1987. Evalución de tres gramíneas de pastoreo en la crianza de terneros. Pastos y Forrajes. 10:183-189.

Sosa de P., E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimento de consumo animal. Chapingo, México. Pp: 60-110.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2ª editición. McGraw-Hill. Impreso en México. Pp: 116-117.

Xandé, A., R. García T., O. Caceres. 1985. Tableux de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux de la zone caraïbe. Ed. INRA. Estation Esperimental de Pastos y Forrajes. Indio Hatuey, Cuba. 51 p.

T'Mannetje, L,. 1978. Measuring Cuantity o Grassland Vegetation In: t'Mannetje L. (ed.). Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production. Bulletin 52, Commonwealth Agricultural Bureaux, Hurley, Berkshire, England. Printed in Gread Britain. Pp: 63-95.

T'Mannetje, L. and R. M. Jones. 1992. Plant Resources of South – East Asia No. 4. Forages. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, Netherlands. Pp:100-102.

Ugarte, J., J. Galindo, M. Pujols, E. Mora, S. Díaz. 1994. Sustitución de la urea por miel proteica casera (MPC) como suplemento para vacas lecheras con dietas de caña. Efecto en la producción de leche y digestibilidad de la fibra de la caña. Rev. Cubana de Cienc. Agríc.28:167-172.

Valdés, G., A. Elías y F. Castillo. 1994. Una nota sobre la suplementación de saccharina rústica en la ceba de machos bovinos en pastoreo. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 28:285-288.

Van D., G. M., W. G. Vogel, and H. G. Fisser. 1963. Influence of Small Plot Size and Shape on Range Hergabe Production Estimates. Ecology, 44:746-759.

Van Soest., P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant: Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, the Cellulolytic Fermentation and Chemistry on Forages and Plant Fibers. 1st. Edition. Ed. O. And B. Books, Inc. Printed in United States of America. Pp: 23-39.

Vickery, P. J. 1981. Pasture Growth under Grazing. In: Morley , F. H. W. World Animal Science. Grazing Animals. Part. B. Disciplinary Approach. 2nd. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company. Printed in The Netherlands. Pp:55-72.

Voguel, G. J., W. A. Phillips, G. W. Horn, M. J. Ford and R. W. McNew.1989. Effects of Supplemental Silage on Forage Intake and Utilization by Steers Grazing Wheat Pasture or Bermudagrass. J. Anim. Sci. 67:232-240.

Williams, T. E., 1947. The Animal and Pasture Evaluation. J. Brit. Grassld. Soc. 4:207-212.

Zarragoitia L., A. Elías, T. E. Ruíz, J. Plaza y J. Rodríguez. 1990. Utilización de la saccharina y la leucaena (*Leucaena leucocephala*) como suplemento a hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 24:43-48.

1X. APENDICE

Cuadro A. 1. Peso vivo individual inicial, final individual promedio así como total al inicio y al final del experimento para cada unidad experimental

U.E.[1]	PVII[2] (kg)	PVTI[3] (kg)	PVIF[4] (kg)	PVTF[5] (kg)
Caña + Urea	226.8	907.5	258.3	775.0
Caña + Urea	226.9	907.5	243.5	974.0
Caña + Urea	212.7	851.0	233.0	932.0
Caña + BMN[1]	228.0	912.0	259.0	1036.0
Caña + BMN	216.1	864.5	235.2	941.0
Caña + BMN	229.0	916.0	239.9	959.5
Caña enriquecida + BMN	255.4	1021.5	270.6	1082.5
Caña enriquecida + BMN	238.0	952.0	260.4	1041.5
Caña enriquecida + BMN	232.4	929.5	254.9	1019.5

[1]Unidad experimental para cada tratamiento en su respectiva repetición. [2] Peso vivo individual inicial. [3] Peso vivo total inicial. [3] Peso vivo individual final. [4] Peso vivo total final.

Cuadro A. 2. Análisis proximal realizado por LALA*; del 3 % del total de muestras cortadas en el experimento para la masa de forraje ofrecido y residual

Muestra	Componente quúmico					
	ENm[1]	ENg[2]	Proteína cruda	AD[3]	FND[4]	NDT[5]
	(Mcal/kg MS)			(%)		
1	1.0	0.5	10.7	45.1	74.7	52.1
2	1.1	0.5	11.3	43.6	71.7	53.7
3	0.8	0.3	7.2	50.0	82.5	46.7
4	1.0	0.5	10.6	45.5	76.3	51.7
5	0.9	0.4	9.6	48.0	78.9	48.9
6	0.9	0.3	8.5	49.5	80.8	47.5
7	0.9	0.3	8.9	49.2	80.8	47.5
8	0.8	0.3	8.5	50.5	81.6	46.1
9	0.8	0.3	6.9	50.1	80.0	46.6
10	0.9	0.4	8.3	47.5	77.6	49.5
11	0.9	0.4	8.4	47.9	79.7	48.9
12	1.0	0.5	9.4	45.9	77.3	51.2
	Prom. 0.9	**0.4**	**9.0**	**47.7**	**78.4**	**49.2**

[1] Energía neta de mantenimiento. [2] Energía neta de ganancia. [3] Fibra ácido detergente.

[4] Fibra neutro detergente. [5] Nutrientes digestibles totales.

* Laboratorio químico de La Laguna, México.

Cuadro A. 3. Contenido de proteína, materia orgánica y digestibilidad de la materia seca de la caña[1] y bloques multinutricionales[2] empleados en el experimento

	Proteína	Digestibilidad (%)	Materia Orgánica
Periodo uno			
Caña +Urea	10.5	68.5	94.0
Caña + BMN[1]	5.0	67.0	94.5
Caña enriquecida + BMN	8.5	75.7	94.9
Periodo dos			
Caña +Urea	18.3	75.8	94.1
Caña + BMN	6.0	67.3	92.8
Caña enriquecida + BMN	11.9	72.0	94.8
Repetición de bloque			
1	46.1	92.5	68.5
2	42.8	88.6	70.4
3	38.8	84.5	65.8
4	29.5	92.8	65.6
5	40.4	87.0	68.9
6	37.3	-	66.2
7	40.4	-	65.2
8	33.3	-	65.7
9	38.7	-	67.2

[1] Se consideraron 3 muestras para cada tratamiento a mitad de tiempo de cada periodo.

[2] Del total de los bloques experimentales se eligió aleatoriamente el 10 % para el análisis químico.

A. 4. Coeficiente de variación de la masa de forraje ofrecido, residual y desaparecido por unidad experimental

Unidad experimental	Coeficiente de variación		
	Forrare ofrecido	Forraje residual	Forraje desaparecido
Tratamiento			
Periodo uno			
Caña + Urea	35.5	21.4	38.1
Caña + Urea	15.9	27.3	45.4
Caña + Urea	16.7	30.5	-20.8
Caña + BMN	13.8	25.0	56.7
Caña + BMN	25.7	13.1	71.1
Caña + BMN	19.7	20.6	89.8
C. E. + BMN	28.3	22.0	24.6
C. E. + BMN	16.0	14.5	126.7
C. E. + BMN	31.4	41.4	40.7
Promedio	**23.0**	**24.0**	**52.5**
Periodo dos			
Caña + Urea	11.8	12.1	117.0
Caña + Urea	12.6	12.5	39.5
Caña + Urea	34.2	24.5	57.0
Caña + BMN	22.4	25.2	78.4
Caña + BMN	22.5	24.4	59.5
Caña + BMN	20.4	25.7	101.8
C. E. + BMN	14.9	18.0	116.6
C. E. + BMN	18.5	16.5	117.0
C. E. + BMN	14.6	11.7	55.9
Promedio	**19.0**	**19.0**	**82.5**

Cuadro A.5. Croquis de la distribución de las unidades experimentales en el terreno

Franja	Tratamientos								
	Parcela								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Caña E. + Bloque		Caña + Urea		Caña + Urea		Caña E. + Bloque		Caña E. + Bloque
2		Caña + Bloque		Caña + Bloque		Caña + Bloque		Caña + Urea	
3	Caña E. + Bloque		Caña + Urea		Caña + Urea		Caña E. + Bloque		Caña E. + Bloque
4		Caña + Bloque		Caña + Bloque		Caña + Bloque		Caña + Urea	
5	Caña E. + Bloque		Caña + Urea		Caña + Urea		Caña E. + Bloque		Caña E. + Bloque
6		Caña + Bloque		Caña + Bloque		Caña + Bloque		Caña + Urea	