

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
FACULTAD DE AGRICULTURA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS



"Sistemas de producción con *Cynodon dactylon* y *Leucaena leucocephala* con borregos Pelibuey pastoreando en el trópico seco salino de Nayarit."

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA:

ROBERTO FRANCISCO LAMAS BARAJAS

CONSEJO ASESOR

DR. ARTURO AGUIRRE HERNÁNDEZ
DR. JORGE AGUIRRE ORTEGA
MC. ROGELIO FÉLIX MEDINA

Xalisco, Nayarit, México, Noviembre de 2006.



2006 Año del Bicentenario del Natalicio del Benemérito de las Américas Don Benito Juárez
García

Oficio No. 104
Noviembre 13 del 2006

C. ING. ALFREDO GONZALEZ JAUREGUI.
DIRECTOR DE ADMINISTRACION ESCOLAR DE LA UAN.
P R E S E N T E.

En relación al oficio sin número y con fecha 10 de Noviembre que nos fue remitido por los CC. Dr. Arturo Aguirre Hernández, Dr. Jorge Aguirre Ortega y MC. Rogelio Félix Medina, como Director y Asesores del C. Roberto Francisco Lamas Barajas, Egresado del Postgrado en Ciencias Pecuarias Nivel Maestría, en el cual se nos menciona que después de haber revisado su trabajo de Tesis, reúne las condiciones necesarias para ser impresa.

Esta Dirección a mi cargo, autoriza la impresión de la misma, para que puedan realizar los trámites correspondientes ante ese Departamento y fijar la fecha de examen profesional.

ATENTAMENTE
"POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL"

Rubén Pérez González
DR. RUBÉN PEREZ GONZALEZ
DIRECTOR



Xalisco, Nay., 10 de Noviembre de 2006.

C. DR. RUBEN PEREZ GONZALEZ
DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADEMICA DE AGRICULTURA
DE LA UAN.
PRESENTE.

Los que el presente documento suscribimos, hacemos de su conocimiento que hemos revisado el documento de tesis de Maestría en Ciencias del C. ROBERTO FRANCISCO LAMAS BARAJAS, titulado "Sistemas de producción con *Cynodon dactylon* y *Leucaena leucocephala* con borregos Pelibuey pastoreando en el trópico seco salino de Nayarit" y hemos determinado que reúne los requisitos de calidad indispensables para que la citada persona continúe con los trámites correspondientes con la finalidad de obtener el grado académico correspondiente.

Sin más de momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dr. Arturo Aguirre Hernández. _____
Director de tesis

Dr. Jorge Aguirre Ortega. _____
Asesor

M.C. Rogelio Félix Medina. _____
Asesor



DEDICATORIA

A mi esposa Maria Guadalupe, como un reconocimiento a su compañía, comprensión y apoyo, los cuales estimularon y facilitaron grandemente el esfuerzo, requerido para la realización de esta tesis.

A mis hijos Roberto Librado Nefesh, Roberto Carlos y Ena Guadalupe, quienes son fuente de inspiración y un estímulo constante para enfrentar retos y alcanzar nuevas metas.

Al recuerdo de mis padres por su ánimo, fortaleza y alegría para enfrentar las dificultades.

A la Universidad Autónoma de Nayarit, que me facilitó las condiciones y otorgó el tiempo necesario para poder efectuar esta tesis.

A los directivos, profesores, administrativos, personal de apoyo y estudiantes del CBTa No. 130 perteneciente a Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria en el Estado de Nayarit, por los momentos y esfuerzos compartidos en más de cinco lustros del desarrollo de mi actividad docente.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Arturo Aguirre Hernández, por su capacidad, permanente disposición y dedicación para atender los trabajos de dirección de la presente tesis.

Al Dr. Jorge Aguirre Ortega y al MC. Rogelio Félix Medina, miembros del comité de asesores por sus acertadas observaciones y sugerencias.

A los Doctores Candelario Rubio Torres, Everardo Becerra Bernal, Margarito Ortiz Catón, Roberto Gómez Aguilar, MC. Víctor Manuel Jiménez García, por sus conocimientos y amistad.

MC. Mariano García López, Ing. Víctor Manuel González Velásquez, María Magdalena (Nena), Ma. de los Angeles Rodríguez P., Isaura Sánchez A., Félix Rodríguez C. y todo el personal de la Facultad de Agricultura por su compañía y apoyo.

A Manuel Lamas y esposa Lynda True de Lamas, por su confianza.

Al Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias y a la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, por permitirme cursar mis estudios de Maestría en Ciencias Pecuarias.

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, por exhortarme a actualizarme día a día.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
I. INTRODUCCION	1
1.1. Hipótesis	3
1.2. Objetivo general	4
1.2.1. Objetivos particulares	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Los ovinos Pelibuey	5
2.1.1. Sistemas de producción con ovinos	6
2.1.2. Sistema de pastoreo	7
2.1.2.1. Continuo	8
2.1.2.2. Rotacional	8
2.1.3. Características de los pastos Bermuda Cruza-1 y Tifton-68	9
2.1.3.1. Bermuda Cruza-1	9
2.1.3.2. Tifton-68	10
2.1.4. Leguminosas	10
2.1.4.1. El género <i>Leucaena</i>	10
2.1.5. Ventajas y desventajas de sistemas de utilización	11
2.1.6. Técnicas de valoración nutricional de forraje	14
III. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Características de los sitios y del material experimental	16
3.1.1. Situación Geográfica y Clima	16
3.1.2. Pradera experimental	16
3.1.3. Alimento	18
3.1.4. Animales experimentales	18
3.2. Procedimiento experimental	19
3.2.1. Etapa experimental de valoración química de alimentos.	20
3.2.1.1. Determinación de proteína bruta	21
3.2.1.2. Determinación de cenizas	21
3.2.1.3. Determinación de fibra	21

3.2.2. Etapa experimental de Degradabilidad <i>in vitro</i> (DIV) de forrajes	21
3.2.3. Etapa experimental de consumo en pastoreo	23
3.2.3.1. Etapa de adaptación de los animales	23
3.2.3.2. Procedimiento y manejo de animales en pastoreo	23
3.2.3.3. Variables a evaluar	24
3.2.3.3.1. Rendimiento de materia seca por potrero	24
3.2.3.3.2. Ganancia de peso	24
3.2.3.4. Diseño experimental	24
3.2.3.5. Análisis estadístico	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1. Etapa de análisis químico	26
4.2. Etapa de degradación de alimentos con producción de gas	32
4.3. Etapa de producción de forraje y ganancia de peso de los animales	46
V. CONCLUSIONES	55
VI. LITERATURA CITADA	57

INDICE DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
1	Número y peso de los borregos por grupo al inicio del experimento	19
2	Listado de tratamientos de gramíneas y leguminosas para su análisis de laboratorio.	20
3	Listado de tratamientos para la determinación de la degradabilidad <i>in vitro</i> de bermudas y guaje y sus mezclas	22
4	Composición de nutrimentos de los bermudas cultivados en suelos de mediana salinidad del trópico seco (%)	26
5	Composición nutritiva del guaje en suelos de mediana salinidad de Guadalupe Victoria, Nayarit. (%)	28
6	Composición mineral de los pastos Bermudas Cruza-1 y Tifton-68 en suelos de mediana salinidad (%).	30
7	Composición mineral del guaje, cultivado en suelos de mediana salinidad de Guadalupe Victoria, Nayarit. (%)	31
8	Presión acumulada de gas presente en cada lectura de la digestión de los bermudas.	33
9	Acumulación total de gas producida durante la fermentación de las muestras de pasto bermuda.	37
10	Presión acumulada de gas que presentan las muestras de Guaje durante su fermentación	39
11	Presión acumulada total de gas de las muestras fermentadas de guaje	41
12	Presión acumulada de gas que presentaron los forrajes mezclados de pasto bermuda y guaje	43
13	Presión acumulada total de gas de las mezclas de pastos bermudas y guaje	45
14	Producción de forraje (materia seca) de los pastos bermudas en los diferentes tratamientos y fechas (ton ha ⁻¹)	47
15	Producción de forraje de guaje en los diferentes tratamientos y fechas (MS en ton ha ⁻¹)	48

CUADRO	TITULO	PAGINA
16	Medias de peso de los ovinos (kg) en dos Bermudas y Guaje bajo dos sistemas de utilización.	49
17	Ganancia de peso (kg) por periodo semanal de los borregos en dos sistemas de utilización de Bermudas y Guaje	50
18	Ganancia de peso total (kg) y ganancia diaria promedio (g) de cada uno de los grupos de borregos en los diferentes tratamientos de Bermudas y Guaje.	51

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	TITULO	PAGINA
Figura 1	Presión acumulada de gas producido durante la fermentación de los pastos Bermudas (1/10/2002)	34
Figura 2	Presión acumulada de gas producido durante la fermentación de los pastos Bermudas (19/10/2002)	35
Figura 3	Presión acumulada de gas producido durante la fermentación de los pastos Bermudas (19/12/2002)	36
Figura 4	Volumen de gas acumulado de los pastos bermudas en los diferentes tratamientos y fechas de muestreo	37
Figura 5	Presión acumulada de gas producido durante la fermentación del forraje de guaje en el primer Muestreo (19/10/2002)	39
Figura 6	Volumen de gas (PSI) producido durante la fermentación del forraje de guaje, del 2º muestreo (19/12/2002)	40
Figura 7	Presión acumulada total de gas producido durante la fermentación del forraje de guaje en los diferentes tratamientos y en las diferentes fechas de muestreo	42
Figura 8	Presión acumulada de gas producido durante la fermentación de las mezcla de pastos bermudas y guaje, muestreo del día (19/10/2002)	43
Figura 9	Presión acumulada de gas producido durante la fermentación de las mezclas de pasto bermudas y guaje, muestreo del día (19/12/2002)	44
Figura 10	Presión acumulada total de gas durante la fermentación de las mezclas de pastos bermudas y guaje en los diferentes tratamientos.	46

RESUMEN.

Con el objetivo de evaluar la composición química, el valor nutricional y la producción de forraje y de carne de borregos, de dos variedades de Bermuda (*Cynodon dactylon*) (Cruza 1 –BC1- y Tifton 68 –T68-) en los sistemas de utilización de asociación con Guaje (*Leucaena leucocephala*) (A) o con banco de proteína con la misma leguminosa (B), se realizó la presente investigación en un suelo con salinidad media de Guadalupe Victoria, Nayarit, con un clima Aw, tropical seco. Se probaron cinco tratamientos en potreros de reciente creación que alojaron lo siguiente: 1) BC1 testigo (T), 2) T68-A, 3) T68-B, 4) BC1-B y 5) BC1-A, más algunas combinaciones de ambas especies y tratamientos para las determinaciones químicas y biológicas. Para las determinaciones de laboratorio y la producción de forraje se utilizó un diseño experimental completamente al azar con varias repeticiones, según la determinación y para la ganancia de peso el mismo diseño con un arreglo factorial 2 x 2, dos variedades de pasto y dos sistemas de utilización. Los ovinos fueron de la raza Pelibuey machos en crecimiento con un peso promedio inicial de 22-23 kg. Los resultados indicaron que no existieron diferencias marcadas entre variedades de pasto para las variables de análisis químicos y biológicos ni para la producción, pero sí para los sistemas de utilización de los forrajes, donde en algunas variables la asociación superó al banco de proteína, aunque es de notarse que el estado final de los potreros de ambas especies sí resultó con diferencias palpables. La utilización de los bancos de proteína mejoró la producción de forraje de los pastos, aún cuando el mejor sistema para producción de carne fue la asociación, con 86 g vs. 56 del banco de proteína.

SUMMARY

With the objective of evaluating chemical composition, nutritive value and forage and sheep meat production, in two Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) (Cross 1 –BC1- and Tifton 68 –T68-) varieties and in two utilization systems: association with Guaje (*Leucaena leucocephala*) (A) or protein bank with the same legume (B), present research was developed in a medium salinity soil at Guadalupe Victoria, Nayarit, with a dry tropic climate Aw. Five treatments were tested in paddocks of recent creation that allocated as follows: 1) BC1 as control (T), 2) T68-A, 3) T68-B, 4) BC1-B and 5) BC1-A, plus some combinations of either species or treatments for chemical and biological determinations. For laboratory tests and forage production, a completely randomized experimental design was used with some replications, according the determination and for weight gain the same design was used with a factorial arrangement 2 x 2, two grass varieties and two utilization systems. 25 growing male Pelibuey sheep with an initial average weight of 22-23 kg were used. Results indicate there were not remarkable differences between grass varieties in chemical and biological analysis neither production variables, but in forage utilization systems differences were present, where in some variables association system was upper than protein bank, even when it is noticeable that final paddocks state in both varieties resulted with palpable differences. Use of protein banks improved forage production, even when the best system for meat production was association, with 86 g vs. 56 of bank protein.

I. INTRODUCCION

En México, la alimentación del ganado bovino y las especies rumiantes menores está basada en el aprovechamiento de especies vegetales, principalmente gramíneas, que se desarrollan bajo condiciones de temporal.

Sin embargo, la producción de forrajes ha sido insuficiente para llenar los requerimientos nutricionales de los animales, fundamentalmente por la baja calidad y la estacionalidad de la producción como consecuencia de la precipitación, deterioro de los suelos, altos costos de los fertilizantes y semillas de pastos mejorados, altos costos de instalación y manejo de las praderas, escasez de agua para riego y otros factores más (FIRA, 1986).

Nayarit está ubicado en la zona tropical seca y tiene dos épocas muy marcadas: una de lluvias y otra de secas; la de lluvias durante el verano, con una duración de 4 - 5 meses (junio-octubre) y la de muy fuerte sequía que es en los meses de abril a junio; en la etapa intermedia se cuenta con humedad residual en cantidades variables, dependiendo del tipo de suelo y microclima. Por esta razón, la producción de forraje presenta fluctuaciones a lo largo del año, habiendo abundancia y escasez. Por tales razones, el peso de los animales adultos y jóvenes varía de forma paralela a la curva anual de producción de forraje y los animales jóvenes detienen el crecimiento durante la época crítica de estiaje, dependiendo de la severidad de la sequía será la magnitud de los efectos detrimentales sobre la capacidad productiva del hato en general.

El comportamiento productivo de los bovinos de carne en Nayarit, indica un deficiente comportamiento reproductivo debido fundamentalmente a estados de sub-nutrición y problemas sanitarios del hato en general, ya que los 50 000 a 60 000 becerros que anualmente se exportan para engordarse en los Estados del norte del país y sur de los Estados Unidos, con una edad media de 22 meses y un

peso de 180 kg, dan como resultado una tasa de extracción reducida respecto a las 635 000 cabezas de ganado con que cuenta el estado (Rubio y Castrillo, 1995).

El comportamiento de la ganadería ovina del estado, aunque de importancia social y económica mucho menor, presenta el mismo comportamiento que los bovinos en el consumo de forraje.

Además de los problemas de producción de forraje del trópico, existen zonas agrícolas y ganaderas en donde los suelos tienen cierto grado de salinidad, agravándose la situación para la ganadería. En Nayarit existe una superficie con estas características que asciende aproximadamente a 750 000 ha, que bordea las "Marismas Nacionales", donde se encuentran 255 426 cabezas de ganado bovino que representan el 39 % de la población total del Estado de Nayarit, con manejo nómada y ninguna tecnología (SAGAR, 1997).

Tomando en cuenta todas las limitantes anteriores, se tienen que buscar alternativas para alimentar la ganadería nayarita:

- a) La compra de forraje en la época de estiaje.
- b) Compra de suplementos proteicos
- c) Utilización de residuos de cosechas con o sin tratamiento químico o físico para elevar su valor nutritivo.
- d) Utilizar especies forrajeras de gramíneas y leguminosas asociadas o monofitas, bancos de energía o proteína

Las tres primeras alternativas aumentan los costos de producción marcadamente durante el año; probablemente la cuarta alternativa ayude a tener forraje más tiempo en el año y elevar el valor nutritivo de los pastos con la inclusión de la leguminosa y baje los costos de producción; esta opción está afirmada por los estudios hechos por Garza (1975 y 1977), Carrete *et al.* (1986), Aguirre (1991), Meléndez (1998) y Palma *et al.* (2000) quienes mencionan que las asociaciones

de gramíneas-leguminosas sí elevan el valor nutritivo de la dieta y aumentan la ganancia diaria de peso por animal, y por otros investigadores que aseguran que las gramíneas y leguminosas constituyen la fuente más abundante y barata para producir carne y leche (Barrett y Larkin, 1979; Aguirre *et al.*, 2000), pero también manifiestan problemas para mantener las praderas de este tipo durante un tiempo largo de dos o más años por la preferencia de las leguminosas por los animales cuando se usan especies herbáceas como el siratro (*Phaseolus atropurpureus*), clitoria (*Clitoria ternatea*), centro (*Centrocema pubescens*); esto mismo lo dice Ruiz *et al.* (1994), cuando no se tiene una relación 1:1 de gramíneas: leguminosas. Sin embargo, existen leguminosas arbustivas o árboles forrajeros que también ayudan a mejorar la dieta alimenticia de los animales, como es la leucaena o guaje (*Leucaena leucocephala*), cacahuananche (*Glinicidia sepium*), huizache (*Acacia farnesiana*) y otras (Villanueva, 1993; Meléndez, 1998; Botero y Ruso, 1998).

La utilización de diferentes sistemas de explotación de los dos tipos de plantas se hace de diversas formas: una es en donde las gramíneas se utilizan en plantaciones monofitas de una sola especie o de mezclas de pastos solos; otra es en forma de asociaciones (gramíneas y leguminosas juntas en el mismo potrero) y la otra es teniendo por separado la mayor extensión de pasto y en una porción independiente como banco de proteína con leguminosas (en cultivos solos) (Aguirre *et al.*, 2000). Cada sistema presenta ventajas y desventajas de manejo y producción, especialmente si se toma en cuenta la influencia de otros factores como la salinidad, como es el caso de la presente investigación.

En base a lo anterior, se plantean la siguiente hipótesis y objetivos.



1.1. Hipótesis

Existen diferencias de calidad, respuesta productiva de forraje y producción animal entre los sistemas asociados y no asociados de *Cynodon dactylon* y *Leucaena leucocephala* bajo las condiciones del trópico seco y salino de Nayarit.

1.2. Objetivo general

Evaluar dos sistemas de producción de forraje y carne, analizar la composición química y digestibilidad *in vitro* de las fracciones comestibles de *leucaena* y pasto bermuda desarrolladas en el trópico seco salino de Nayarit.

1.2.1. Objetivos particulares

Determinar la eficiencia de los sistemas de producción: asociación directa de ambas especies o bancos de proteína con la leguminosa en cuanto a la respuesta productiva de forraje de las praderas y capacidad de producción de carne animal.

Determinar el valor nutritivo del pasto bermuda y guaje en términos de proteína, fibra, minerales y digestibilidad *in vitro* en un ecosistema de salinidad media de suelos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Los ovinos Pelibuey

La población ovina nacional está compuesta por diversas razas productoras de carne, lana y algunas de pelo, además de una gran cantidad de cruza entre las razas de lana, ubicadas principalmente en zonas rurales de la meseta central del país (Orcasberro y Fernández, 1977).

En México la población ovina presentó un importante incremento durante la última década, pasando de 4 010 610 cabezas en el año de 1991 a 6 045 999 cabezas durante el 2000, lo que representa un incremento de 50.75%, el cual es marcadamente superior a los aumentos de 23.9 % y 26.46 % experimentados por bovinos y caprinos respectivamente (INEGI, 2002), lo que indica la importancia que se le ha dado al impulso de la ganadería ovina del país.

En México se reconocen 196 717 300 hectáreas como superficie ganadera, de las cuales, el 28.31 % se encuentran ubicadas en regiones de trópico húmedo y seco (INEGI, 1999). Existe interés por expandir la producción ovina en los trópicos (Fajerson *et al.*, 2002), sin embargo, los corderos de razas ovinas de lana sufren un serio decremento en su desempeño productivo en condiciones ambientales habituales en los trópicos, con temperaturas superiores a los 24 °C y sobre todo con humedad relativa mayor a 75 %, ante lo cual se cuenta con las razas ovinas de pelo, que muestran una mejor adaptación a las condiciones tropicales de calor y humedad relativa, así como una mayor resistencia a parásitos gastrointestinales (Horton y Burgher, 1992; Rastogi, 1995).

Los ovinos Pelibuey están en expansión en el país y particularmente en Nayarit, la población creció de 3 600 cabezas en 1977 a 18 538 cabezas en 1997, siendo uno de los estados con incrementos importantes en esta especie, particularmente las razas de pelo (INEGI, 1998).

El INEGI (1998) reporta que en otra época se aumentó la población de 11 305 cabezas en 1991 a 18 538 cabezas en el 1997, lo que representa un incremento de 64% en sólo seis años, lo que es un indicador importante del interés de los productores, siendo las razas de ovinos más utilizadas principalmente Pelibuey, Barbados Blackbelly y otras en menor escala como el Catadín y Tabasco Rojo.

El interés en el fomento de esta especie radica en su temperamento dócil, alta prolificidad y partos múltiples, empleándose también para el control de malezas en huertos frutícolas (Cruz, 1992; Villanueva, 1993).

2.1.1. Sistemas de producción con ovinos

El manejo de los ovinos en el país es heterogéneo, utilizándose sistemas de explotación distintos, desde los tradicionales de traspatio y libre pastoreo hasta los muy tecnificados. En todos ellos es común realizar el pastoreo del rebaño durante el día y estabularlo por la noche, dándole suplemento mineral y otros alimentos (Huitrón, 1984).

Romano *et al.* (1980) observaron que la ingestión de guinea en ovinos Pelibuey se elevó un 17% en la época de lluvias, 761.4 g diarios vs 650.8 g en la época seca; de la misma manera Bores *et al.* (1991), al evaluar el consumo de pasto buffel mediante la relación entre la obtención total de excretas y la porción no digerible del forraje consumido en ovinos de pelo con peso medio de 26.8 kg, estimaron que la ingestión de zacate fue menor en la época seca que en la de lluvias (694.7 vs 798.8 g).

Preston (1995) recomienda que los países tropicales desarrollen su propia tecnología con el uso de fuentes alimenticias locales o regionales, lo que les permitirá grandes oportunidades en vista de la gran variabilidad de recursos en

estas zonas. Específicamente para el estado de Nayarit, Villanueva (1993) describe la existencia de tres principales sistemas de producción de ovinos en pastoreo:

- 1) Pastoreo extensivo utilizando la vegetación nativa, cuya persistencia, calidad y disponibilidad está limitada a fluctuaciones climáticas. Durante la época de lluvias ocurre un crecimiento rápido de los pastos, que en su etapa temprana tienen buena calidad; en este sistema se tiene mayor variabilidad de especies, entre ellas algunas herbáceas, arbustivas y árboles nativos como el Ramón (*Brosimum alicastrum*), Guázima (*Guazuma ulmifolia*); leguminosas como el Cacahuananche (*Glincidia sepium*), Guaje (*Leucaena leucocephala*) y Huizache (*Acacia farnesiana*).
- 2) Pastoreo en huertos frutícolas (mango, aguacate, cítricos, ciruelo y plátano), con una amplia variedad de especies herbáceas y arbustivas que crecen en estas áreas, además disponen de ramas bajas o vástagos de los frutales, hojas y frutas maduras caídas, existiendo evidencias de alta calidad de la dieta (16-20 % de PB), dependiendo de la época.
- 3) El uso de especies introducidas en praderas monofitas o mezclas de pastos y leguminosas, con buena producción y manejadas adecuadamente.

2.1.2. Sistema de pastoreo

Sistema de pastoreo es un conjunto de prácticas científicas de manejo del ganado en tiempo y espacio, basadas en la asignación sistemática de periodos de utilización y descanso con la finalidad principal de obtener y sostener la máxima producción animal, sin ocasionar cambios negativos en la condición y tendencia del pastizal (Villanueva y Mena, 1997), clasificándose en la actualidad, según el mismo autor y Guevara *et al.* (1986), en dos sistemas de pastoreo: continuo y rotacional.

2.1.2.1. Continuo

Es el más antiguo y simple de todos los sistemas; comúnmente también se le llama de un solo potrero, en el cual los animales son confinados durante todo el año.

2.1.2.2. Rotacional

Básicamente en este sistema existen dos enfoques y por consiguiente dos métodos de manejo con respecto al grado de utilización. Estos son llamados pastoreo de alta utilización y pastoreo de alta producción.

Existen múltiples variantes del sistema de pastoreo rotacional, los cuales incluyen diferentes periodos de pastoreo y descanso. Estas variaciones dependen fundamentalmente del número de potreros disponibles, número de hatos y la frecuencia con que los animales son cambiados de un potrero a otro a través del año.

Un sistema de pastoreo para los trópicos con mucho potencial para los pequeños ruminantes es utilizar praderas de leguminosas, debido a su digestibilidad de hasta un 70 % y su contenido de proteína entre un 16 a 26 % (Sánchez, 2001).

El complemento ideal de la producción de corderos bajo sistemas de pastoreo es la finalización en confinamiento, sobre todo utilizando recursos alimenticios locales y no depender de los insumos externos (Preston, 1995; Sánchez, 2001). En México es reciente la utilización de sistemas intensivos estabulados para la engorda de ovinos, debido a que muestran grandes ventajas en ganancia de peso y conversión alimenticia, pero los costos de alimentación con concentrados y en las instalaciones y equipo necesarios es alta (Cano *et al.*, 2001).

2.1.3. Características de los pastos Bermuda Cruza-1 y Tifton-68

Al *Cynodon dactylon* comúnmente se le conoce como couch grass, green couch (Australia), bermuda grass (Estados Unidos), cama de niño, glumilla blanca (Perú), Hierba fina, grama bermuda (Cuba). Flores (1980) afirma que es originario de la India y actualmente se encuentra en todas las regiones tropicales del mundo, se desarrolla bien en todo tipo de suelos menos en los suelos arenosos y los muy húmedos; es tolerante a la salinidad.

Es un zacate perenne, rastrero que se reproduce por estolones, rizomas y semillas; la altura de planta es de 20 a 30 cm, las hojas son de unos 2.5 a 10 cm de largo, forma un colchón en el suelo, invade fácilmente el terreno donde se cultiva y los vecinos. Se le puede considerar una plaga. Se encuentra formando el césped de campos deportivos y jardines (Skerman y Riveros, 1992).

Se ha mejorado por hibridación o selección para obtener genotipos de más alta producción de forraje, mejor calidad y digestibilidad; el bermuda cruza-1 y tifton-68 son resultado de estos trabajos de mejoramiento (Burton, 1970).

2.1.3.1. Bermuda Cruza 1.

El Bermuda Cruza-1 es un híbrido obtenido de cruza entre el bermuda de la costa y la línea pura Kenya 14; es estéril y crece más alto, con más follaje y hojas más suaves que el bermuda de la costa, es un zacate perenne, se propaga por estolones y no presenta rizomas como en la mayoría de los bermudas, presenta panícula en forma digitada, detiene su crecimiento en la época fría; la densidad de siembra varía de 1 a 2 ton/ha de material vegetativo. Fue liberado en 1967 por la estación experimental de Tifton, Georgia (Burton, 1970).

2.1.3.2. Tifton-68.

Es un híbrido robusto de tallos grandes, estolones largos y sin rizomas, con la digestibilidad más alta de los liberados por el programa de mejoramiento de la Estación experimental de Tifton, Georgia, USA. Es un híbrido F1 producto de dos pastos más digestibles de una colección de 500. Burton y Monson (1984) lo califican de la misma manera, es un tipo de pasto gigante con grandes tallos, grandes estolones y sin rizomas.

2.1.4. Leguminosas.

Las leguminosas son una fuente de alimento para el hombre y los animales por su contenido de nutrientes; Chongo y Galindo (1995) señalan a las leguminosas por su alto contenido de proteína, además de su contenido de carbohidratos, bajo contenido de fibra, minerales, vitaminas del complejo B y lípidos. Estas plantas tienen amplio uso y son excelentes fuentes de proteínas y energía para rumiantes en pastoreo. Se distinguen por vivir asociados a microorganismos *Rhizobium* fijadores de nitrógeno (Mendoza, 1991 y Febles *et al.*, 1996).

2.1.4.1. El género *Leucaena*

El género *Leucaena* de la familia Leguminosae y subfamilia Mimosoidea es originario de México y Centro América. Aún cuando se mencionan 51 especies, los estudios de herbario y de campo sugirieron que este número se puede agrupar en 12 especies, nueve de las cuales son nativas de México, *Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia*, *L. macrophylla*, *L. esculenta*, *L. pulverulenta*, *L. lanceolata*, *L. retusa*, *L. shannoni* y *L. collisi* y una originaria de Centro y Sudamérica *L. trichodes* (Pérez-Guerrero, 1979).

La leucaena crece en forma de arbusto o árbol sin espinas, puede llegar a medir de uno a dieciocho metros, de hojas pequeñas y abundantes. Las plantas son de

color verde seco durante todo el año; sirve como fuente de forraje para la ganadería de México y principalmente para las regiones con un prolongado periodo de secas; es de excelente calidad en forma asociada o en bloques (Sánchez *et al.*, 1986; Palma *et al.*, 2000).

Estos investigadores determinaron ganancias diarias por animal bovino de 365 g en la época seca (Febrero-junio) en la costa norte del Estado de Nayarit, pastoreando estrella-leucaena y en estrella sola 96 g. Sánchez (1992) obtuvo ganancias relevantes de 600 g pastoreando estrella de Africa- leucaena en la época seca (abril-junio) y Bustamante (2000) en vacas productoras de leche obtuvieron aumentos de 1.2 l pastoreando para (*Bracharia mutica*) cuando se les ofreció concentrado comercial más leucaena, contra las que consumían el para mas el concentrado comercial. Ruiz y Febles (1995) reportan la leucaena como planta forrajera, asociada o sola para la producción de leche y carne y además le dan otros usos como fijadora de nitrógeno en el suelo y de reciclaje de nutrientes, lo que contribuye al ahorro de la compra de fertilizantes químicos, usándose además como cercas vivas en Cuba. En Costa Rica, Botero y Russo (1998) mencionan a la *leucaena* como árbol o arbusto productor de forraje y fijadora de nitrógeno; los estudios continuos de Ruiz y Febles (1999) desarrollan la tecnología de Sistemas Silvopastoriles donde el árbol forrajero tiene un papel muy importante como productor de alimento y como mejorador del ambiente para el animal sin afectar la producción de forraje por el pasto.

2.1.5. Ventajas y desventajas de sistemas de utilización

Según Aguirre *et al.* (2000), los diferentes sistemas de utilización de forrajes de gramíneas y leguminosas se resumen de la siguiente manera:

Las gramíneas

Ventajas:

Tolerantes a la sequía

Tolerantes al fuego y a heladas

Elevada producción de semilla y de fácil recolección

Se adaptan a distintos tipos de suelos

Buen establecimiento a partir de semilla

Responde a la fertilización

Resistencia a plagas y enfermedades

Toxicidad en algunos zacates (sorgo: ácido cianhídrico).

Desventajas:

Maduración fisiológica rápida

Contenido de proteína bajo (6 a 12%)

Digestibilidad del pasto baja, de 45 al 60 %

Leguminosas

Ventajas:

Poseen mayor cantidad de proteína (superior al 15%).

La digestibilidad es de 50 – 70 %, mayor que los pastos

Eleva el valor nutritivo de la dieta (proteína, minerales y vitaminas).

Aumenta el consumo y la digestibilidad de la dieta total.

Mantiene por más tiempo el valor nutritivo del forraje.

Se asocia a bacterias llamadas *Rhizobium* que fijan nitrógeno de la atmósfera (200 a 500 kg/ha/año).

Incrementa la composición mineral, orgánica y microbiológica del suelo.

Mejora la fertilidad del suelo y la humedad.

Ahorra al ganadero la fertilización nitrogenada de los potreros.

Desventajas:

Requieren principalmente de manejo continuo

Son débiles en la primera etapa de desarrollo

Se necesitan suelos planos y profundos en leguminosas rastreras.

Asociaciones

La primera manera en que se utilizaron las leguminosas como componentes de las praderas manejadas por el hombre fue combinándolas con los pastos.

Ventajas:

Se eleva la proteína de la dieta.

Se eleva el valor nutritivo de la dieta

Se tiene mayor estabilidad nutritiva durante el año por el crecimiento diferente de cada especie.

Desventajas:

Mayor gustosidad la leguminosa y es más consumida que la gramínea cuando es seleccionada por el animal.

Se dificulta su establecimiento y manejo.

Se pierde la asociación en pocos años cuando la leguminosa es rastrera.

La leguminosa rastrera tiene el punto de anclaje débil.

Esta práctica no ha prosperado entre los ganaderos.

Se tiene éxito de asociaciones con leguminosas arbustivas o arbóreas (guaje).

Bancos de proteína**Ventajas:**

Se necesitan superficies menores.

El manejo es más eficiente

Buena alternativa para ganado que se maneja diariamente.

Desventajas:

Se necesita un manejo diario para que se preserve la leguminosa.

El beneficio de la leguminosa no es para toda la pradera.

Se utiliza en animales de necesidades nutritivas altas (vaca lechera, vacas en gestación).

2.1.6. Técnicas de valoración nutricional de forraje.

Las primeras valoraciones de los alimentos para consumo animal se basaron en el análisis de Weende o Químico Proximal para proveer líneas de evaluación de forrajes. El resultado de la composición química de un alimento consiste en la división de fracciones: humedad, cenizas, proteína bruta, fibra bruta, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno (McDonald *et al.*, 1995).

La respuesta cuantitativa y cualitativa de los pastos se puede valorar mediante el método de corte de plantas, estimando la producción de materia seca y la calidad de un área determinada (Martín, 1998), o bien mediante el uso de pequeñas parcelas con el método de evaluación de germoplasma forrajero con ganado y su comportamiento productivo en pastoreo (Paladines y Lascano, 1982).

El avance de la investigación en nutrición animal permitió percatarse que la calidad de los alimentos evaluados por métodos bromatológicos no era suficiente para cuantificar los forrajes toscos, lo que propició una sobreestimación o subestimación en algunos alimentos, desarrollándose una serie de técnicas para valorar el alimento fibroso, nombrado análisis por sistema de fracciones de fibra, (Goering y Van Soest, 1970) y se basa en separar los componentes en su contenido celular y pared celular.

La digestibilidad de forraje la conciben Rodríguez y Llamas (1990) como los nutrientes asimilados por los rumiantes en relación con el total ofrecido, generalmente se expresa como un coeficiente o porcentaje, cuando es estimada con animales estabulados se le conoce como digestibilidad aparente o digestibilidad *in vivo* (DIVV) y es la proporción de alimento consumido que no aparece en heces y se supone, por tanto, que ha sido absorbida.

A diferencia de otras metodologías para determinar la digestión de alimentos, la DIVV es más confiable debido a que no tiene sesgo por manipulación en el laboratorio, así como la incubación *in situ*, pero se tienen desventajas porque supone que todo lo digerido es absorbido, lo cual no es preciso, dado que nutrientes como el Nitrógeno en orina y el metano como energía no es cuantificado (Ruiz y Ruiz, 1990).

La digestibilidad se utiliza para cuantificar la materia seca, además de los componentes orgánicos de la dieta, como Materia Orgánica (MO) total, Proteína bruta (PB), el Extracto Etéreo (EE) y la Fibra Acido Detergente (FAD), pero no los componentes minerales (Tejada, 1983).

La valoración de alimentos mediante la digestibilidad *in vitro* (DIV), que es una técnica de simulación digestiva en el laboratorio, de lo que sucede en el tracto ruminal y digestivo posterior, se emplea para obtener la tasa de digestión de paredes celulares, los pioneros en su uso fueron Tilley y Terry (1963). El procedimiento se basa en la división de dos fases, la ruminal y la gástrica, actualmente se utiliza una variante de la DIV, mejor conocida como técnica de producción de gas *in vitro* por su mayor eficacia, ya que durante el proceso se le hacen las mediciones volumétricas o de presión de gas producido como un indicador de la digestibilidad y valor energético (González *et al.*, 1998; Khazaal *et al.*, 1994).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características de los sitios y del material experimental

3.1.1. Situación Geográfica y Clima

La presente investigación se desarrolló en los terrenos del CBTA No. 130 y la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

El CBTA No. 130 se localiza en el km 15.5 de la carretera San Blas - Guadalupe Victoria. Se encuentra en las coordenadas 21° 44' de latitud norte y 105° 27' de longitud oeste, a una altitud de 10 m y un clima Aw con características de trópico seco, según Köppen (citado por García, 1987), con lluvias en tres o cuatro meses del verano (junio-octubre), la temperatura promedio es de 28° C, la precipitación media anual es de 1200 mm.

La Facultad de Agricultura se ubica en km 9 de la carretera Tepic – Compostela, a 2 km al sur de la cabecera municipal de Xalisco y dentro de una zona denominada Valle de Matatipac; se encuentra entre las coordenadas 21° 25' latitud norte y 104° 52' longitud oeste; a una altitud de 960 m y con un clima (A)Ca(w₂)(w)(i)w', con características de Subtropical templado, según Köppen (citado por García, 1987), lluvias en tres o cuatro meses del verano (junio-octubre) e invierno seco, la temperatura promedio es de 24 °C y la precipitación media anual 1283 mm, siendo considerado como un clima de transición porque algunos meses del año presenta temperaturas menores a los 18°C y una humedad relativa promedio anual del 80% (INEGI – Colegio de Posgraduados, 1998).

3.1.2. Pradera experimental

La superficie utilizada en Guadalupe Victoria consistió en un sitio plano, con suelo de textura media a pesada y está clasificado como solonchack, con manto friático

a una profundidad de uno a tres metros (Blanco, 1987); estos suelos se han visto afectados con una salinidad media a alta (hasta 8.5 – 8.7 de C.E.) en los primeros 20 cm de profundidad, en los últimos años (Becerra, 1999).

La pradera se manejó siempre de temporal y contó con una superficie de una hectárea dividida en cinco potreros de 2000 m² aproximadamente, que alojaron las parcelas siguientes: 1) Bermuda cruza-1 (*Cynodon dactylon*) como testigo; 2) Tifton-68 (*C. dactylon*) y guaje (*Leucaena leucocephala*) asociados; 3) Tifton-68 más un bloque de *Leucaena* adyacente; 4) Bermuda cruza 1 más un bloque de *Leucaena* adyacente; y 5) Bermuda cruza 1 asociado con *Leucaena*; y el banco de proteína adyacente formado de guaje con una superficie de 900 m².

En las parcelas de asociación se sembraron dos hileras de *Leucaena* con una separación de 0.5 m entre ellas y entre cada par de hileras se dejó una distancia de 3 m, que es donde se sembró el pasto correspondiente. En las parcelas restantes solamente se plantó el zacate.

Las dos variedades de pasto se seleccionaron en base a un ensayo previo en el mismo sitio, resultando ser las dos más promisorias de una serie de nueve probadas en este tipo de suelo por sus características de soportar ciertos niveles de salinidad, mientras que la leguminosa es nativa de la zona y está también documentada su presencia en la región, aún cuando la plantación se realizó a una profundidad de 20 cm para que no la afectara la sal.

Ambas variedades del pasto presentaron una cobertura total del suelo y una altura de 55 a 60 cm. La *Leucaena* sobrevivió y creció hasta la altura 110 cm, estableciéndose y podándose a 50 cm de altura (Carrete *et al.*, 1993; Sosa y Zapata, 1996; Ruiz *et al.*, 1988), iniciándose el trabajo experimental cuando la planta tuvo un mes de recuperación.

El área experimental dispuso de un cerco perimetral de alambre de púas y alambre de gallinero a una altura 0.80 m. El pasto tenía una edad de 6-8 meses y el guaje de 9 – 24 meses al inicio del pastoreo.

Las praderas experimentales fueron nuevas en el terreno, pues nunca antes habían sido utilizadas para ser pastoreadas por ninguna especie de ganado y no fueron beneficiadas con riegos de auxilio ni fertilizadas con productos químicos ni orgánicos, sólo tiene los nutrientes naturales de un suelo salino y habitado por plantas que soportan la salinidad.

3.1.3. Alimento

El alimento utilizado como material experimental consistió en el pasto bermuda y guaje (éste mantenido a una altura entre 50 a 90 cm), pastoreado y ramoneado directamente por los animales.

El forraje para determinaciones químicas fue cortado a inicio de floración (inicio de pastoreo), secado al sol y metido a la estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas para su secado a peso constante y molido en molino de martillos marca Willis con criba de 1 mm. Las muestras fueron identificadas y guardadas en frascos de vidrio o plástico para las determinaciones químicas de proteína bruta (PB) y cenizas (Cen), siguiendo los lineamientos de A.O.A.C. (1990); fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) por el método de Van Soest (1963) y digestibilidad *in vitro* con producción de gas según Menke y Steingass (1988).

3.1.4. Animales experimentales

Se emplearon 25 ovinos machos enteros de la raza Pelibuey y Black belly, destetados, con peso inicial de 18 a 26 kg, haciendo una aleatorización en la

asignación de los animales de manera que todos los grupos fueran homogéneos al inicio del experimento, de acuerdo al cuadro 1.

Cuadro 1. Número y peso de los borregos por grupo al inicio del experimento

No. An.	Grupo I	No. An.	Grupo II	No. An.	Grupo III	No. An.	Grupo IV	No. An.	Grupo V
	Peso kg		Peso kg		Peso kg		Peso kg		Peso kg
20	19.80	15	20.75	8	20.25	21	19.75	23	21.00
7	27.00	13	25.25	14	26.25	2	26.00	18	24.50
26	22.00	22	21.75	3	21.00	16	20.75	25	21.25
9	23.75	11	23.25	19	24.25	10	24.5	17	23.25
1	22.25	5	23.75	24	24.00	12	22.25	6	24.00
Promedios kg									
	22.96		22.95		23.15		22.65		22.80

Cada grupo de cinco animales fue colocado también aleatoriamente en uno de los tratamientos o potreros para ver su ganancia de peso durante el período experimental; cada uno de los ovinos constituyó una unidad experimental.

Es conveniente mencionar que durante el desarrollo del experimento azotó en la zona el huracán Kenna, que derrumbó una barda del local donde se encontraban alojados los animales, matando a seis, cuatro de los cuales eran del tratamiento testigo, por lo que hubo necesidad de hacer sustituciones y reajustes en los animales, que repercutió en los resultados, como se mostrará en el capítulo correspondiente.

3.2. Procedimiento experimental

El estudio completo incluye tres etapas experimentales.

- a) Primera. Valoración química de alimentos
- b) Segunda. Degradabilidad *in vitro* con producción de gas.
- c) Tercera. Consumo y producción de animales en pastoreo.

3.2.1. Etapa experimental de valoración química de alimentos.

Durante la investigación se hicieron tres muestreos de los forrajes: al inicio del pastoreo, a los 17 y a los 77 días.

En el laboratorio de Nutrición Animal del Posgrado Interinstitucional de Ciencias Pecuarias (PICP), de la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (FAUAN) se determinó la composición química de las fracciones comestibles del forraje (hoja y tallo) por triplicado, tanto de pasto como de leguminosa, separándose los zacates de cada uno de los cinco potreros para analizarse independientemente de las tres leguminosas, de acuerdo al listado del cuadro 2:

Cuadro 2. Listado de tratamientos de gramíneas y leguminosas para su análisis de laboratorio.

Tratamientos con pastos			Tratamientos con la leguminosa	
1	BC1-T *	Bermuda Cruza 1		
2	T68-A	Tifton 68	1	Leucaena
3	T68-B	Tifton 68		
4	BC1-B	Bermuda Cruza 1		
5	BC1-A	Bermuda Cruza 1	2	Leucaena
6			3	Banco Leucaena

* T = Testigo; A = Asociación; B = Banco

De cada uno de los componentes alimenticios se tomó una muestra representativa, a la que se le determinó su composición química.

3.2.1.1. Determinación de proteína bruta (PB).

Por medio del formato Digesdahl del procedimiento de Hach (1996) y mediante el cromatógrafo ultravioleta-visible se determinó nitrógeno x 6.25, equivalente al porcentaje de proteína bruta (PB).

3.2.1.2. Determinación de Cenizas (Cen).

Para la determinación de cenizas, las muestras de alimento se incineraron en crisoles de porcelana en una mufla a una temperatura de 500 a 600 °C durante seis horas (A.O.A.C., 1990).

3.2.1.3. Determinación de Fibra (FND, FAD).

Los componentes de las fracciones de fibra [fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD)], se determinaron de acuerdo al método de Van Soest (1963) con las modificaciones de Harris (1970) y adecuado al laboratorio de PICP por Félix *et al.* (1999), específicamente el filtrado del residuo, el cual se llevó a cabo en embudo Buchner utilizando papel filtro Whatman No. 40, que fue secado y pesado previamente, pasando la solución con apoyo de una bomba de vacío de 0.75 caballos de fuerza.

3.2.2. Etapa experimental de Degradabilidad *in vitro* (DIV) de forrajes.

La degradabilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó por triplicado en los ingredientes solos: pasto bermuda cruz 1 (BC1), Tifton 68 (T68) y guaje (G) y sus mezclas, consistiendo éstas en la proporción de las dietas en la etapa de pastoreo, de acuerdo al siguiente listado (cuadro 3):

Cuadro 3. Listado de tratamientos para la determinación de la Degradabilidad *in vitro* de bermudas y guaje solos y las mezclas.

Tratamiento	Descripción de la especie
1	Cruza 1 testigo
2	T68 asociado
3	T68 con banco de proteína
4	Cruza 1 con banco de proteína
5	Cruza 1 asociado
6	Guaje con T68
7	Guaje con Cruza 1
8	Guaje banco de proteína
9	75 % T68 + 25 % Guaje asociado
10	75 % T68 + 25 % Guaje de banco de proteína
11	75 % BC1 + 25 % Guaje de banco de proteína
12	75 % BC1 + 25 % Guaje asociado

La técnica *in vitro* a utilizar fue la de producción de gas (Menke y Steingass, 1988), que consiste en:

A los frascos de incubación de vidrio, de 110 ml, se les acoplaron tapones de hule sin perforar para propiciar el almacenamiento de gas producido que fue medido con un manómetro digital en unidades PSI (libras por pulgada cuadrada) y luego evacuado en tiempos determinados (3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 72 h) de antemano para ver la evolución de la fermentación, siendo al inicio cada tres horas, y después más espaciadas hasta las setenta y dos horas, siendo ésta la única etapa del proceso; el residuo se filtró en embudos Buchner utilizando papel filtro whatman No. 40, el cual fue secado y pesado previamente, pasando la solución mediante presión negativa con apoyo de una bomba de vacío de 0.75 HP y finalmente se determinó por diferencia de peso la degradación de la muestra.

3.2.3. Etapa experimental de consumo en pastoreo

3.2.3.1. Etapa de adaptación de los animales.

Los ovinos consumieron durante siete días, por un periodo de diez horas diarias, pasto bermuda y guaje (a una altura entre 50 a 90 cm) en una pradera que tiene los dos tipos de forraje y agua fresca, y después de este periodo de adaptación al consumo de ambos pastos se pasaron al área experimental.

3.2.3.2. Procedimiento y manejo de animales en pastoreo.

El procedimiento de esta etapa consistió de un periodo experimental de 77 días, en el cual se registró la producción de forraje por potrero y la ganancia de peso por semana de los borregos en cada uno de los potreros.

La producción de forraje por potrero se determinó al inicio del experimento, a los 17 días de iniciado y al final del experimento (77 días).

La dieta base de los animales fue pasto bermuda y guaje (a una altura entre 50 a 90 cm) en praderas mixtas y monofitas, de acuerdo al tratamiento, donde se tienen divisiones internas con alambre de gallinero y una hebra de alambre de púas de soporte y contención. Se introdujo un grupo de cinco borregos a cada uno de los potreros.

El tiempo de pastoreo para todos los tratamientos fue de diez horas diarias, a partir de la 7:00 AM, con agua fresca y sales minerales a libertad. Los borregos pastorearon los potreros con pasto bermuda monofita (BC1 y Tifton 68) por 9 hrs y tuvieron acceso a banco de proteína por un tiempo de 1 hora diaria, mientras que los animales de las asociaciones permanecieron las 10 horas en su potrero.

3.2.3.3. Variables a evaluar

3.2.3.3.1. Rendimiento de materia seca por potrero

Se evaluó la biomasa vegetal presente en cada uno de los potreros, por el método del metro cuadrado (Paladines y Lascano, 1982) para el caso de los pastos, tomando cuatro muestras en cada potrero, cosechándose a una altura de 8-10 cm del suelo para evitar contaminación; a las leguminosas se les cosechó el follaje más los pedúnculos menores a 0.5 cm, que se supone son utilizables por los animales, también de cuatro árboles en cada muestreo.

3.2.3.3.2. Ganancia de peso

Los animales se pesaron individualmente cada semana, en una báscula de plataforma con una capacidad para 500 kg y una división mínima de 0.25 kg. La labor se hizo a las siete de la mañana, antes del pastoreo y estando los animales en ayuno de alimento y agua durante 12 horas. Este procedimiento se siguió durante toda la fase experimental para posteriormente evaluar los aumentos de peso.

3.2.3.4. Diseño experimental

Para la etapa experimental de análisis químico de alimentos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, analizando independientemente los cinco tratamientos con pastos, tres tratamientos con leguminosas, que en este caso consistieron en: Leucaena asociada a T68, asociada a BC1 y banco de proteína, con la finalidad de analizar el efecto de la conjunción o separación de ambas especies en cada caso. El mismo procedimiento se siguió con la evaluación de la producción de forraje, solamente que en este caso se hicieron cuatro repeticiones.

En la etapa experimental de degradación de los alimentos, se trabajaron también en un diseño experimental completamente al azar, 12 tratamientos por triplicado, que resultaron de las combinaciones ya descritas.

Para la tercera etapa se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial, 2x2 (Infante y Zárate, 1994), considerando dos sistemas de utilización de las especies (asociación directa y banco de proteína) y dos bermudas, más el testigo sin leguminosa.

El modelo estadístico utilizado en este caso se describe de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

En donde la Y_{ijk} es la variable dependiente

μ es la media general

T_i efecto de tratamientos

A_j es el efecto del factor sistema de producción

B_k es el efecto del factor especie de gramínea

AB_{jk} es la interacción

E_{ijk} es el error experimental

3.2.3.5. Análisis estadístico

Cada una de las variables evaluadas se sometió a un análisis de varianza y en caso de presentarse significancia estadística, se realizó la comparación de medias por el método de Scheffé, mediante el paquete estadístico Statview SE + Graphics de computadora MacIntosh.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Etapa de análisis químico.

En el cuadro 4 se muestra la composición química de los pastos bermudas en sus diferentes tratamientos.

Cuadro 4. Composición de nutrimentos de los bermudas cultivados en suelos salinos del trópico seco.

Fecha	Trat ^a	Nutrimentos			
		PB*	Cen	FND	FAD
2/10/02	BC1-T	5.98 c	8.83 b	73.661	46.970
	T68-A	13.21 a	10.23 a	77.341	42.179
	T68-B	10.14 b	8.77 b	71.554	43.412
	BC1-B	10.20 b	9.42 a	73.156	43.694
	BC1-A	12.85 a	10.60 a	71.510	40.632
P=		0.0001	0.0001	0.393	0.848
Medias				73.44	43.38
19/10/02	BC1-T	4.63 b	8.178 b	73.747	39.701 a
	T68-A	8.17 a	10.270 a	75.437	43.251 a
	T68-B	4.83 b	9.639 ab	78.050	45.315 a
	BC1-B	4.26 b	8.014 b	74.339	37.800 b
	BC1-A	3.69 b	9.957 ab	74.077	40.245 a
P=		0.0001	0.004	0.3355	0.013
Medias				75.13	41.26
19/12/02	BC1-T	7.96 b	8.616	71.576	44.611
	T68-A	10.41 a	9.310	70.844	46.315
	T68-B	7.65 b	8.979	76.701	45.180
	BC1-B	7.54 b	7.849	75.047	39.566
	BC1-A	9.46 a	9.593	70.767	38.550
P=		0.0001	0.808	0.0818	0.1275
Medias				72.99	42.84

^a BC1 = Bermuda Cruza 1, T68 = Tifton 68; T = Testigo, A = Asociado con Leucaena, B = Banco de Leucaena separado.

* Literales distintas dentro de una columna de cada fecha indican diferencias estadísticas

Puede observarse que el contenido de proteína es el nutrimento que tiene valores significativos ($p = 0.0001$) entre tratamientos, lo que se repitió en las tres fechas de corte de los pastos; los tratamientos más sobresalientes son el 2 y el 5, probablemente debido a la asociación con la leguminosa (guaje) que aumenta el

nitrógeno en el suelo y que es absorbido por las raíces del pasto, en los demás tratamientos 1, 3 y 4 no existe diferencia, con excepción del tratamiento 1 de la primera fecha de corte, donde el valor de la proteína es muy bajo, pero es un valor aceptado y presentado por diferentes investigadores, como Félix (1999), que muestra valores de proteína en bermuda de la costa de 4.8; Aguirre (1999) en estrella africana encontró valores de 6.89 en su trabajo.

En el segundo corte se encontraron los valores de proteína más bajos, a excepción del tratamiento T68-A, influenciado tal vez porque los animales ya habían consumido las partes más tiernas del pasto y el muestreo se realizó en el remanente de forraje, además de la madurez del pasto, puesto que la utilización posterior a la etapa de floración, las gramíneas limitan su aprovechamiento porque la planta tiende a incrementar su contenido de pared celular acompañado de una reducción en el contenido de proteína y digestibilidad como respuesta al proceso de maduración de la planta (Villanueva, 1993).

En la última fecha de corte el contenido de proteína aumentó en todos los tratamientos porque ya existía el rebrote de los pastos, aunque no llegó a los niveles del primer muestreo porque los animales estuvieron pastoreando todo este tiempo dentro de los potreros respectivos.

Con respecto al contenido de cenizas, se presentaron diferencias sólo en los dos primeros cortes, donde sobresale el hecho de que son nuevamente los tratamientos asociados donde hay una mayor concentración, demostrando este hecho la influencia de las leguminosas en la fijación de minerales para el pasto (Sánchez, 1992; Medina, 2000).

En cuanto al contenido de las paredes celulares, los análisis de varianza muestran igualdad estadística entre los tratamientos dentro de cada fecha y entre fechas de corte, a excepción del segundo corte en la FAD, donde sólo el tratamiento 4 resultó inferior estadísticamente, pero las medias son muy semejantes.

Los valores de proteína, cenizas, FND y FAD encontrados por Ramos *et al.* (1993), Félix (1999), Aguirre (1999), Feuchter (2000) y Curbelo *et al.* (2003) en sus trabajos de investigación con *Cynodon* concuerdan con los valores presentados en este trabajo, sin existir mucha variación, aunque se hicieron en diferentes tipos de suelos y diferente clima, pero con pastos bermudas.

En el cuadro 5 se presentan los valores de los componentes nutritivos del guaje.

Cuadro 5. Composición Nutritiva del guaje en suelos con salinidad media de Guadalupe Victoria (%).

Fecha	Trat	Nutrimentos			
		PB *	Cen	FND	FAD
19/10/02	T68-A	27.367 ab	7.175 b	29.7581	29.0596
	BC1-A	26.173 b	7.376 a	31.5174	30.1805
	Bco.	28.413 a	7.189 b	35.7786	28.9478
P		0.0066	0.0003	0.3732	0.9279
19/12/02	T68-A	26.543 ab	7.213 a	29.6574 b	27.4565
	BC1-A	25.096 b	6.451 b	31.5106 a	27.0636
	Bco.	27.620 a	7.169 ab	26.5081 c	24.1680
P		0.0259	0.0051	0.0002	0.5268

* Literales distintas dentro de una columna de cada fecha indican diferencias estadísticas

El contenido de proteína de la *Leucaena* de las dos fechas de muestreo en los tres lotes experimentales se considera alto, pues osciló entre 25 y 28%, lo cual puede explicarse por la selección que se hizo de las partes comestibles de la planta, que fueron hojas y tallos delgados, mostrando diferencias estadísticas significativas en ambas fechas de corte, donde siguieron exactamente el mismo patrón, resultando superiores los tratamientos 1 y 3 al 2, sin que exista al parecer una explicación lógica para tal comportamiento, ya que los tratamientos asociados fueron el 1 y 2, mientras que el 3 fue el banco de proteína sin asociación con pasto.

Los resultados de proteína concuerdan con los encontrados por Bustamante (2000) en su trabajo de producción de leche en pastoreo suplementado con *leucaena* en áreas compactas; en el trabajo de La O *et al.* (2003) en *Leucaena*

leucocephala cv CIAT-7929 encontraron valores de proteína muy semejantes a los mostrados en esta investigación. En los trabajos de bromatología que realizó el campo experimental (CE) de Clavellinas por Rodríguez *et al.* (1990), en diferentes *Leucaenas* (común, cubana y peruana), los resultados son iguales a los encontrados en este trabajo.

Las cenizas resultaron con números muy homogéneos aunque con diferencias estadísticas en ambas fechas, resultando sorprendente que el tratamiento 2, más alto en el primer corte fuera el más bajo en el segundo. Skerman *et al.* (1991) encontró diferencia en porcentajes de ceniza en leguminosas tropicales entre un corte y otro (de 30 días de diferencia) y entre suelos, de 6.8, 7.6 y 7.9 en suelo negro pesado arcilloso y 4.7, 4.4 y 3.6 en un suelo arenoso.

Con respecto a los componentes de fibra, se encontraron diferencias ($p = 0.0002$) solamente en el contenido de FND en la segunda fecha, donde los tratamientos asociados fueron diferentes estadísticamente y a su vez superaron al banco de proteína. Los trabajos de bromatología realizados en campo experimental de Clavellinas por Rodríguez *et al.* (1990), en *Leucaena leucocephala* cv. peruana concuerdan en el contenido de FND (38.7 ± 6.6 %) con los encontrados en este trabajo. Los encontrados por La O *et al.* (2003) en *Leucaena leucocephala* cv. CIAT 7929 son más altos, pero menciona que puede variar con la especie, como lo encontró Rodríguez *et al.* (1990), en las variedades cubana y común.

Los resultados de los minerales encontrados en los pastos bermuda cruza-1 y Tifton-68 se presentan el cuadro 6.

En el análisis estadístico realizado para los minerales no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el calcio y magnesio en ninguna de las fechas, mientras que para fósforo se presentaron en las tres fechas; para sodio y potasio se detectaron diferencias en el primero y último muestreo.

Cuadro 6. Composición mineral de los pastos bermuda cruza-1 y Tifton-68 en suelos medianamente salinos (%).

Fecha	Trat.	Calcio	Fósforo *	Sodio	Potasio	Magnesio
2/10/02	BC1-T	0.800	0.0396 b	0.202 a	1.435 c	0.566
	T68-A	0.853	0.0431 a	0.132 b	1.942 a	1.101
	T68-B	0.853	0.0375 b	0.184 ab	1.755 ab	0.534
	BC1-B	0.800	0.0412 ab	0.166 ab	1.632 b	0.728
	BC1-A	0.960	0.0426 a	0.149 b	1.899 a	0.469
P=		0.854	0.0007	0.0002	0.0001	0.0408
19/10/02	BC1-T	0.906	0.0397 ab	0.158	1.216	0.340
	T68-A	0.746	0.0405 a	0.4707	2.096	0.437
	T68-B	0.853	0.0372 b	0.105	2.579	0.534
	BC1-B	0.853	0.0346 b	0.1407	1.083	0.291
	BC1-A	0.693	0.042 a	0.1583	1.734	0.307
P=		0.2287	0.0001	0.856	0.187	0.722
19/12/02	BC1-T	0.640	0.0353 b	0.4397 a	1.078 d	0.583
	T68-A	0.586	0.0426 ab	0.1407 b	2.091 a	0.696
	T68-B	0.640	0.046 a	0.114 b	1.483 b	0.583
	BC1-B	0.693	0.0363 b	0.475 a	1.190 c	0.550
	BC1-A	0.746	0.0429 ab	0.228 b	1.456 b	0.599
P=		0.709	0.0037	0.0001	0.0001	0.9684

* Literales distintas dentro de una columna de cada fecha indican diferencias estadísticas

Aún cuando no existen diferencias entre tratamientos en el contenido de calcio, fue notoria la diferencia existente entre la última fecha con respecto a las dos primeras, con medias de 0.853, 0.810 y 0.661%.

Respecto al elemento fósforo, se tuvieron diferencias estadísticas entre tratamientos en cada fecha, destacándose los tratamientos 2 y 5 que contenían las asociaciones directas de pasto – leguminosa, lo cual es indicio de que esta última tiene una influencia decisiva en la fijación de fósforo por el zacate. Una cosa más o menos similar sucedió con el potasio en el primero y tercer muestreo, donde el tratamiento que más destacó fue el 2, asociación del Tifton 68 y guaje, ya que este pasto está más adaptado a suelos salinos (Skerman *et al.* 1992) y aparentemente el pasto cruza 1 muestra una fijación de este mineral un poco menor en el último corte.

En lo que se refiere al sodio, las diferencias encontradas en las fechas 1 y 3 se mostraron contrarias al fósforo, ya que son exactamente los tratamientos asociados los de menor contenido del mineral.

Los resultados encontrados en el análisis de minerales de potasio, calcio y magnesio en este trabajo de investigación son muy parecidos a los encontrados por Ramos *et al.* (1993) cuando estudiaron el efecto de la fertilización nitrogenada en suelo ferralítico rojo típico con especies y variedades de *Cynodon* en la época seca; el fósforo se presenta con valores más altos comparados con los de este trabajo. Félix (1999), quien valoró siete genotipos de *Cynodon*, presentó valores iguales a los encontrados en este trabajo con respecto a los minerales potasio, sodio, calcio y magnesio, con excepción del fósforo, que presenta valores más altos en los diferentes genotipos.

La composición mineral del guaje se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Composición mineral del guaje cultivado en suelos medianamente salinos de Guadalupe Victoria, Nayarit (%).

Fecha	Trat	Composición química del guaje				
		Calcio *	Fósforo	Sodio	Potasio	Magnesio
19/10/02	T68-A	1.853 a	0.0001	0.0	1.611 a	0.485 c
	BC1-A	1.546 ab	0.0015	0.0	1.463 b	1.409 a
	Bco.	1.226 b	0.0008	0.0	1.574 ab	0.874 b
P=		0.0102	0.1339		0.0095	0.0051
19/12/02	T68-A	1.386	0.0017	0.0	1.547 c	1.182
	BC1-A	1.12	0.0025	0.0	1.675 b	0.939
	Bco.	1.386	0.0017	0.0	1.744 a	0.856
P=		0.1842	0.7606		0.0001	0.4618

* Literales distintas dentro de una columna de cada fecha indican diferencias estadísticas

El análisis de varianza mostró significación estadística en el elemento calcio para la primera de las dos fechas, resultando superiores los tratamientos asociados que el banco, lo que vuelve a coincidir con lo sucedido en el análisis de los pastos. En

el segundo corte las diferencias se desvanecieron seguramente por el pastoreo a que fue sometido todo el terreno experimental.

Para el potasio, en ambos cortes hubo diferencias estadísticas, en donde el tratamiento de banco de leguminosa superó a las asociaciones, aunque es notorio que el tratamiento 1 de T68 fuera en la primera fecha el más alto y en la última el más bajo.

El magnesio también presentó significación estadística en la primera fecha, donde nuevamente el tratamiento de asociación con BC1 resultó superior, al contrario que lo ocurrido en el potasio.

Por otro lado, en el fósforo y el sodio no hubo diferencias en ningún grupo de datos. El fósforo es un elemento que se encuentra en cantidades muy bajas en las leguminosas tropicales (Skerman *et al.* 1991) y es considerado un elemento problema entre especies; Bartha (1977), citado por Bogdan (1997) consideran valores menores al 0.20% en leguminosas silvestres. El sodio es un elemento que se encuentra en las leguminosas tropicales en niveles muy bajos a 0.05% (Skerman *et al.*, 1991), quienes afirman que el nivel de fertilización de fósforo y potasio influye para la presencia de sodio.

4.2. Etapa de degradación de alimentos con producción de gas

El cuadro 8 y las figuras 1, 2 y 3 presentan los resultados de producción de gas de los diferentes tratamientos de bermudas cultivados en suelos medianamente salinos de Guadalupe Victoria.

Cuadro 8. Presión acumulada de gas (PSI) presente en cada lectura de la digestión de los bermudas.

Fecha	Trat	Horas de fermentación								
		3	6	9	12	18	24	36	48	72
2/10/02	BC1-T	3.08	5.45	7.75	10.18	13.68	16.57	20.08	23.11	26.10
	T68-A	2.45	4.56	6.92	9.35	12.25	14.14	18.81	23.14	26.69
	T68-B	2.01	3.71	5.94	8.81	13.54	18.26	24.40	29.23	33.08
	BC1-B	1.81	3.74	5.67	7.54	11.24	14.13	16.87	19.26	21.91
	BC1-A	2.71	4.91	7.38	10.25	14.38	17.73	21.47	24.50	27.25
19/10/02	BC1-T	3.45	6.45	9.45	12.25	15.75	18.64	21.21	23.87	26.32
	T68-A	1.98	3.81	5.91	7.34	11.31	14.83	19.27	23.13	26.05
	T68-B	2.35	4.45	6.88	9.61	13.54	17.29	22.46	27.19	30.78
	BC1-B	3.55	6.68	9.58	12.30	15.71	18.43	21.74	24.37	26.89
	BC1-A	3.35	6.25	11.92	14.82	17.85	20.60	23.34	25.60	27.62
19/12/02	BC1-T	3.05	5.68	8.11	10.34	12.54	14.66	17.30	19.46	21.51
	T68-A	1.98	4.81	7.71	10.74	14.77	18.19	22.60	25.79	28.31
	T68-B	2.61	5.01	7.64	10.14	13.27	16.19	19.46	22.12	23.44
	BC1-B	3.21	5.94	8.71	11.21	13.44	15.49	18.16	20.05	21.84
	BC1-A	0.88	3.05	5.02	7.19	8.96	11.28	14.02	16.01	18.10

El análisis de este cuadro permite observar que en general existió fermentación y por lo tanto producción de gas durante todo el periodo de prueba en las tres fechas muestreadas para los pastos, sin embargo, se aprecia que fue alrededor de las 36 horas de incubación de las muestras cuando se lograron rebasar las dos terceras partes o los 20 PSI (libras por pulgada cuadrada), lo que indica que la utilización de los zacates por los microorganismos ruminales es lenta.

A continuación se presentan las figuras 1, 2 y 3 que tratan de explicar patrones de comportamiento de la fermentación en las tres fechas de muestreo.

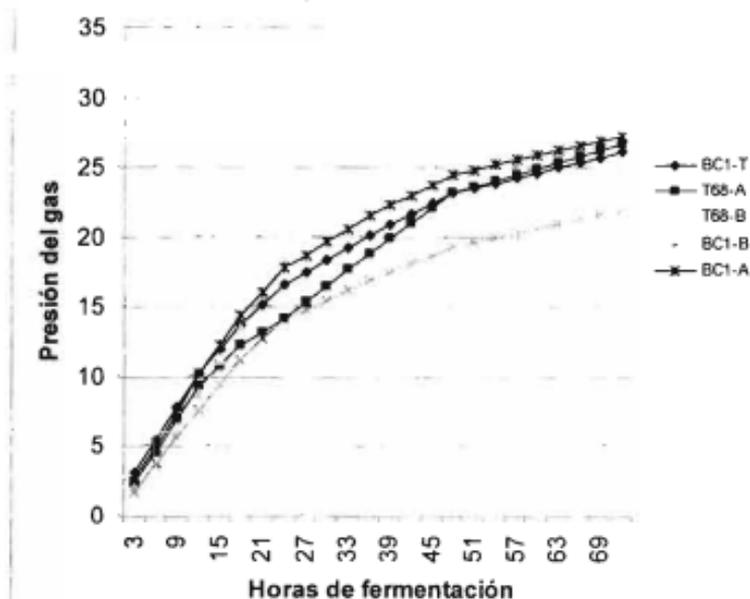


Fig. 1. Presión acumulada de gas (PSI) producido durante la fermentación de los pastos bermudas, muestreo del día 2 de octubre del 2002.

En la primera fecha de muestreo para los pastos no se presentó un patrón definido de la fermentación por los tratamientos, existiendo en general tres grupos de líneas en cuanto a producción de gas: El tratamiento T68-B superó al resto, resultando muy similares el BC1-A, T68-A y BC1-T, quienes a su vez fueron superiores que el BC1-B.

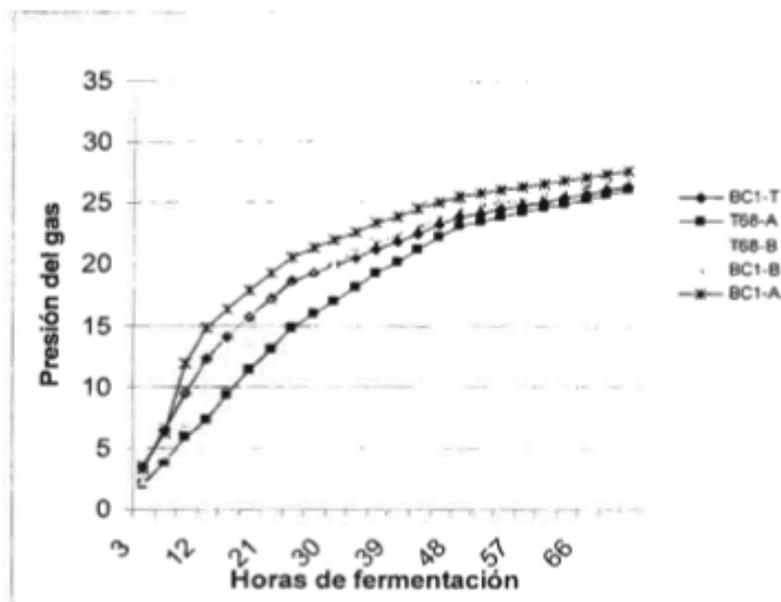


Fig. 2. Presión acumulada de gas (PSI) producido durante la fermentación de los pastos bermudas, muestro del día 19 de octubre del 2002.

En el segundo muestro los pastos presentan una fermentación más homogénea entre los tratamientos, con una ligera superioridad el T68-B con respecto BC1-A, BC1-B, BC1-T y T68-A, pero en general son en producciones de gas muy similares.

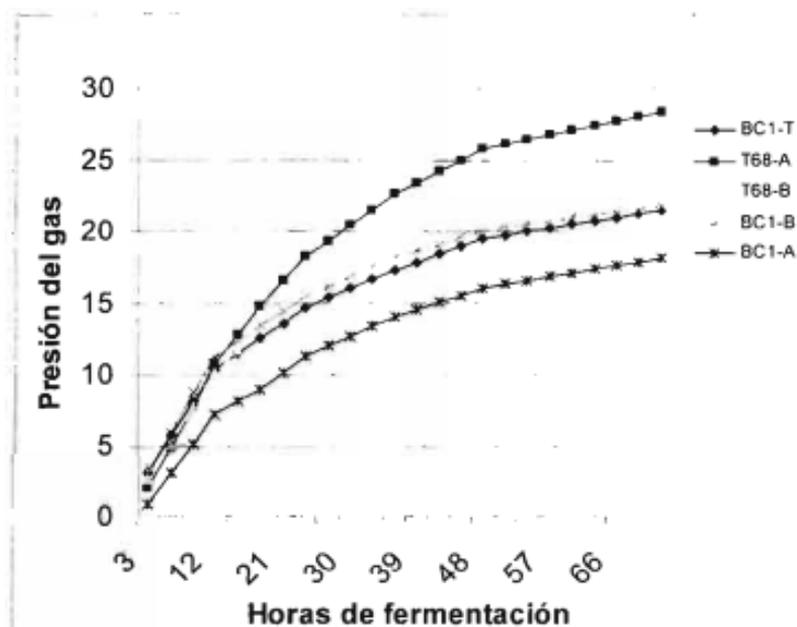


Fig. 3. Presión acumulada de gas (PSI) producido durante la fermentación de los pastos bermudas, muestreo del 19 de diciembre del 2002.

En la tercera fecha de muestreo se aprecia que la fermentación es menor en producción de gas por la maduración de los pastos, pero el comportamiento de tratamientos es heterogéneo, muy semejante que el primer muestreo, pero en esta ocasión el tratamiento sobresaliente es el T68-A, seguido de tres tratamientos que tienen un comportamiento homogéneo T68-B, BC1-B, BC1-T, quienes a su vez tienen una fermentación más alta que el tratamiento BC1-A.

La producción acumulada total de gas (PSI) durante la fermentación de las muestras de los pastos bermudas se presentan en el cuadro 9 y la figura 4.

Cuadro 9. Presión acumulada total de gas (PSI) producida durante la fermentación de las muestras de pasto bermuda.

Tratamientos	Octubre 2/02	Octubre 19/02	Diciembre 19/02
BC1-T	26.10	26.32	21.51
T68-A	26.69	26.05	28.31
T68-B	33.08	30.78	23.44
BC1-B	21.91	26.89	21.84
BC1-A	27.25	27.62	18.10
Promedios	27.006	27.532	22.64

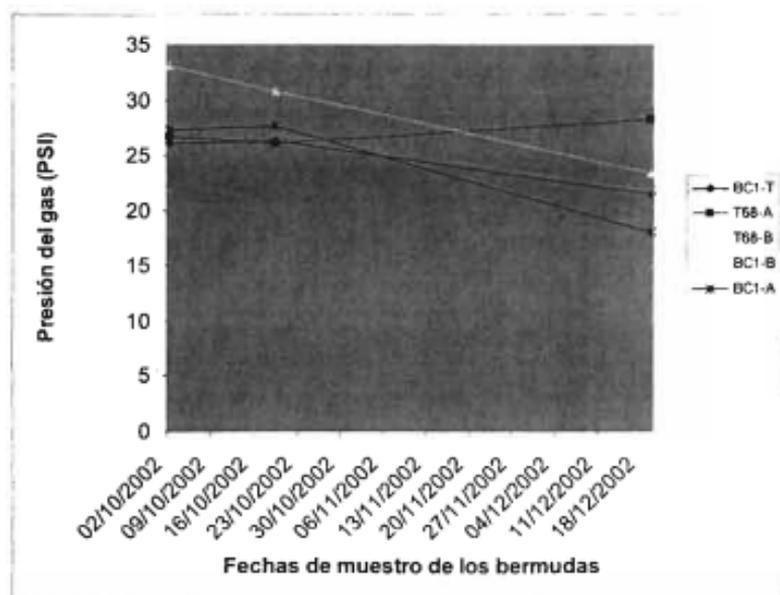


Fig. 4 Presión acumulada de gas de los pastos bermudas en los diferentes tratamientos y fechas de muestreo.

Se observa que el T68-B en el primero y segundo cortes presentó la mayor acumulación total de gas.

La tendencia de todos los tratamientos a través del tiempo fue a descender del primero al tercer muestreo, lo que indica que el pasto fue perdiendo valor nutritivo, tanto por efecto del pastoreo de los animales como del avance de la sequía, a excepción del tratamiento de T68-A, que en la tercera fecha presentó mayor presión acumulada, lo que puede deberse a que en este tratamiento se presentó más rebrote en esta última época.

Se presentó una mayor dispersión de los datos en el primero y tercer muestreo, mientras que en el segundo, poco tiempo después de iniciado el pastoreo, aparentemente el pasto estuvo pastoreado uniformemente en todos los tratamientos y presentaron la misma calidad, excepto el T68-B, que se mostró superior.

No hubo diferencias entre el primero y el segundo muestreo en cuanto a los promedios de presión acumulada de gas, pero éstos fueron sensiblemente mejores que los de la última fecha, con aproximadamente cinco unidades de presión, lo que reafirma que a medida que avanza la escasez de agua las plantas pierden calidad.

El cuadro 10 y las figuras 5 y 6 presentan los resultados de presión de gas de los diferentes tratamientos de Guaje cultivados en suelos con salinidad media de Guadalupe Victoria.

Cuadro 10. Presión acumulada de gas que presentan las muestras de Guaje cuando se digieren *in vitro*

Fecha	Trat	Horas de digestión								
		3	6	9	12	18	24	36	48	72
19/10/02	T68-A	2.95	4.42	6.49	8.52	10.89	13.21	16.55	19.58	22.40
	BC1-A	3.81	7.16	9.96	12.53	15.80	18.75	22.29	24.88	27.13
	Bco	3.5	6.4	8.9	11.2	14.2	17.0	21.2	24.7	27.7
19/12/02	T68-A	5.22	9.75	13.51	16.56	19.71	21.78	23.86	25.25	25.92
	BC1-A	3.02	6.65	10.21	13.16	16.31	18.61	20.89	22.31	23.24
	Bco	5.45	9.78	13.77	16.26	19.07	21.44	23.46	24.77	25.41

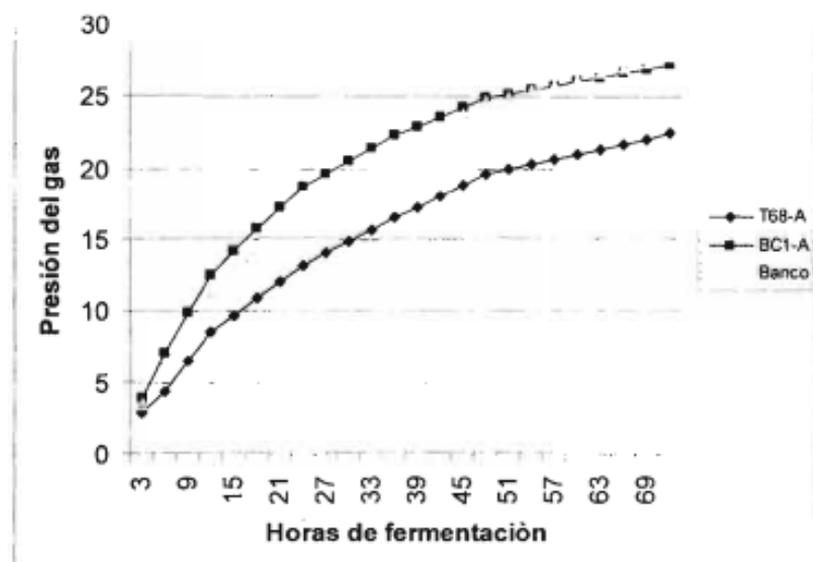


Fig. 5. Presión acumulada de gas producido durante la fermentación del forraje de guaje, en el primer muestreo el día 19 de octubre 2002

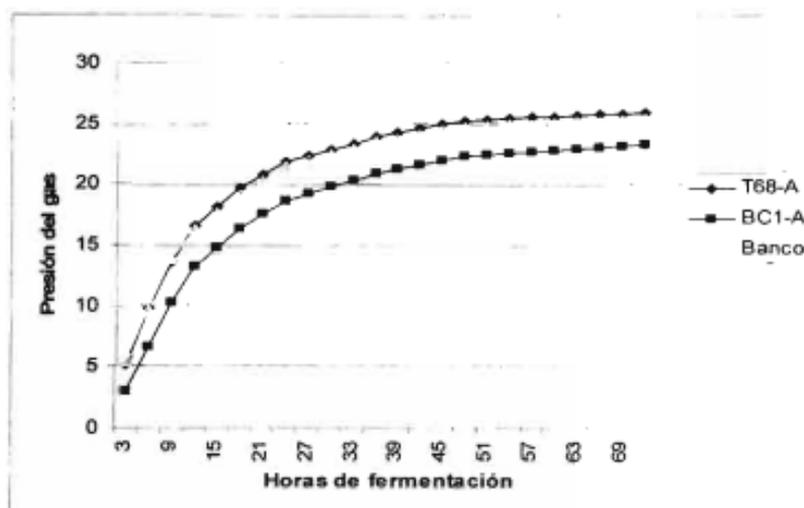


Fig. 6. Presión acumulada de gas producido durante la fermentación del forraje de guaje, del segundo muestreo el día 19 de diciembre 2002.

En la producción de gas de la primera fecha de muestreo del guaje, se aprecia que los tratamientos Banco y BC1-A tienen el mismo comportamiento, superando ampliamente con cinco unidades al T68-A, con una fermentación menor pero con la misma tendencia de seguir aumentando hasta las 72 horas de fermentación en los tres tratamientos, lo que indica que existió una lenta acción de los microorganismos a degradar el forraje, lo que puede deberse a que el forraje estaba maduro o con una mayor cantidad de factores antinutricionales.

En el segundo muestreo el comportamiento fue más homogéneo en los tres tratamientos, siendo ligeramente inferior a lo largo del periodo el BC1-A, pero se puede apreciar claramente que la mayor tasa de fermentación ocurrió a las 24 horas, ya que el punto de inflexión de las curvas así lo muestra, lo que demuestra que se presentan rebrotes más frecuentes en la leguminosa cuando se tiene pastoreo por los animales, lo que no sucedió en el primer corte.

La acumulación total de gas (PSI) producido durante de la fermentación de las muestras del guaje se presentan en el cuadro 11 y en la figura 7 se muestra la tendencia de la fermentación a través del tiempo.

Cuadro 11. Presión acumulada total de gas de las muestras fermentadas de guaje.

Tratamiento	Octubre 19/02	Diciembre 19/02
T68-A	22.40	25.92
BC1-A	27.13	23.24
Banco.	27.70	25.41
Promedio	25.743	24.857

En este cuadro se puede ver que la producción de gas en los tratamientos de guaje en el primer muestreo, Banco y BC1-A son más altos que el tratamiento T68-A, pero en el segundo muestro este último tratamiento es igual al de Banco, mostrando el nivel mas bajo el BC1-A; los tratamientos no presentan un patrón definido, pero la variación entre ellos es poca, lo que los hace iguales en cuanto a digestibilidad total.

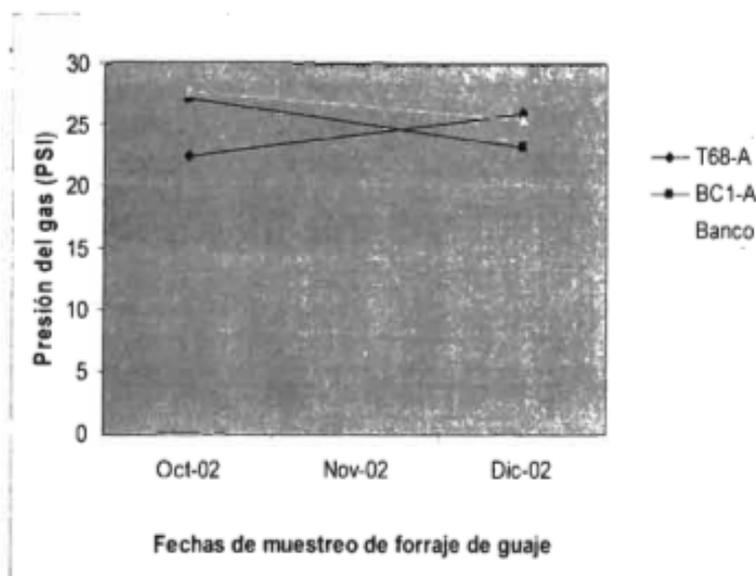


Fig. 7. Presión acumulada total de gas (PSI) producido durante la fermentación del forraje de guaje en los diferentes tratamientos y en las diferentes fechas de muestreo.

Se nota claramente que la fermentación acumulada del guaje no tuvo grandes diferencias a lo largo del periodo experimental (menos de una unidad porcentual), con líneas que estuvieron con muy poca variación entre los dos muestreos, lo que indica la mejor estabilidad en calidad que presenta la leguminosa, independientemente del tiempo y del pastoreo.

El cuadro 12 presenta los resultados de presión de gas de los diferentes tratamientos de bermudas mezclados con los diferentes tratamientos de guaje cultivados en suelos medianamente salinos de Guadalupe Victoria, mientras que las figuras 8 y 9 esquematizan lo ocurrido a lo largo del tiempo.

Cuadro 12. Presión Acumulada de gas que presentaron los forrajes mezclados de pastos bermuda y guaje

Fecha	Trat	Horas de digestibilidad								
		3	6	9	12	18	24	36	48	72
19/10/02	T68-A	4.75	8.32	11.35	14.00	17.88	21.22	24.34	26.73	28.63
	BC1-A	3.92	6.82	10.38	12.73	15.84	18.31	20.56	22.18	23.71
	T68-Bco	4.48	7.81	11.01	13.63	17.01	20.45	23.37	26.09	28.36
	BC1-Bco	2.45	5.32	8.78	11.13	14.44	16.91	19.16	20.61	22.08
19/12/02	T68-A	0.28	2.61	5.41	7.83	11.21	13.95	16.97	18.89	20.16
	BC1-A	4.82	8.72	11.38	13.50	16.45	18.79	21.07	22.62	24.15
	T68-Bco	3.25	5.98	9.01	11.33	14.24	16.91	19.66	21.78	23.48
	BC1-Bco	4.18	7.98	10.58	12.63	15.08	17.25	19.40	21.64	22.97

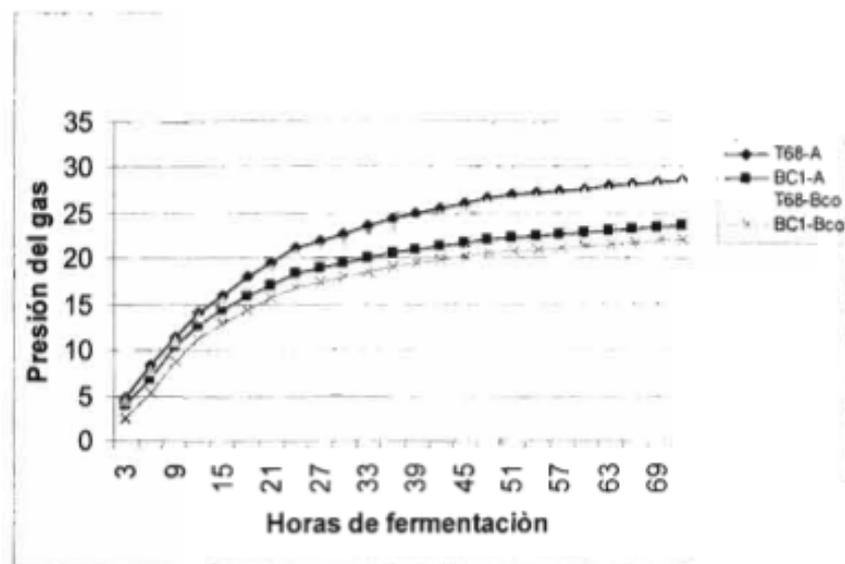


Fig. 8. Presión acumulada de gas producido durante la fermentación de la mezcla de pastos bermudas y guaje, muestreo día 19 de octubre 2002.

En el primer muestreo se nota claramente que las mezclas de Leucaena con T68 son superiores a las de BC1, independientemente si es asociado o en banco de

proteína, mientras que el proceso de producción de gas se mantiene en ascenso principalmente en las primeras 24 horas, pero nunca deja de haber producción a lo largo de las 72 horas, lo que significa que es en el primer día que se degrada en mayor medida el forraje, pero hay componentes de la mezcla que tardan más tiempo, probablemente debido a la presencia del pasto, que ya se vio antes que su proceso de fermentación es más lento.

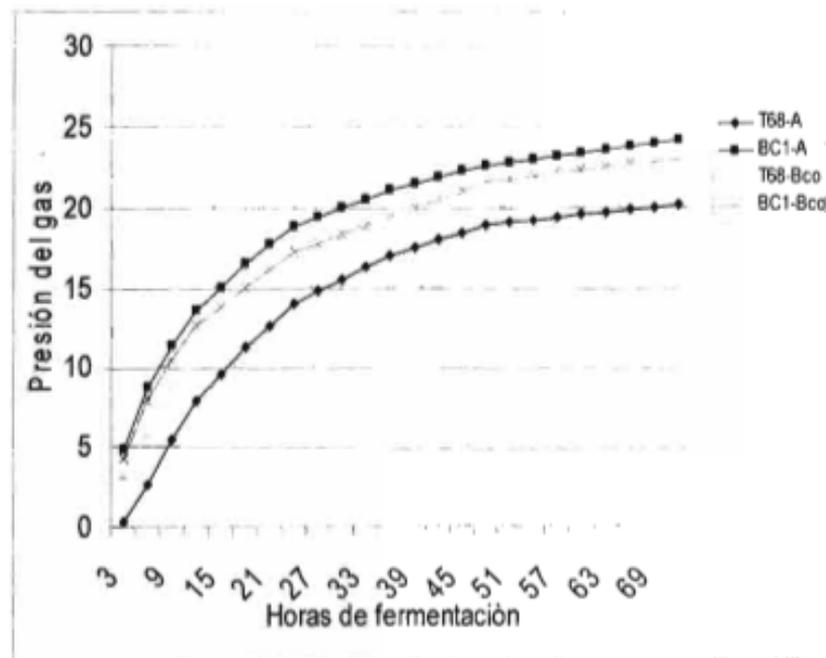


Fig. 9. Presión acumulada de gas producido durante la fermentación de la mezcla de pastos bermudas y guaje, muestreo día 19 de diciembre 2002.

En el segundo muestro de guaje mezclado a los bermudas se presenta un comportamiento más homogéneo entre los tratamientos BC1-A, T68-B y BC1-B presentando una menor producción de gas en todo el periodo, el T68-A, que

casualmente en el primer muestreo fue el más alto. La mayor tasa de fermentación se presenta durante las treinta y seis horas iniciales.

La presión acumulada total de gas (PSI) producido durante la fermentación de las mezclas de pastos bermuda y guaje se presenta en el cuadro 13 y el comportamiento en el tiempo en la figura 10.

Cuadro 13. Presión acumulada total de gas de las mezclas de pastos bermudas y guaje.

Tratamiento	Octubre 19/02	Diciembre 19/02
T68 – A	28.63	20.16
BC1 – A	23.71	24.15
T68 – Bco	28.36	23.48
BC1 – Bco	22.08	22.97

En este cuadro se aprecia que en la primera fecha existió un patrón definido de producción de gas total, donde los tratamientos con T68 superaron a los de BC1, mientras que en la última fecha no se presentó tal situación

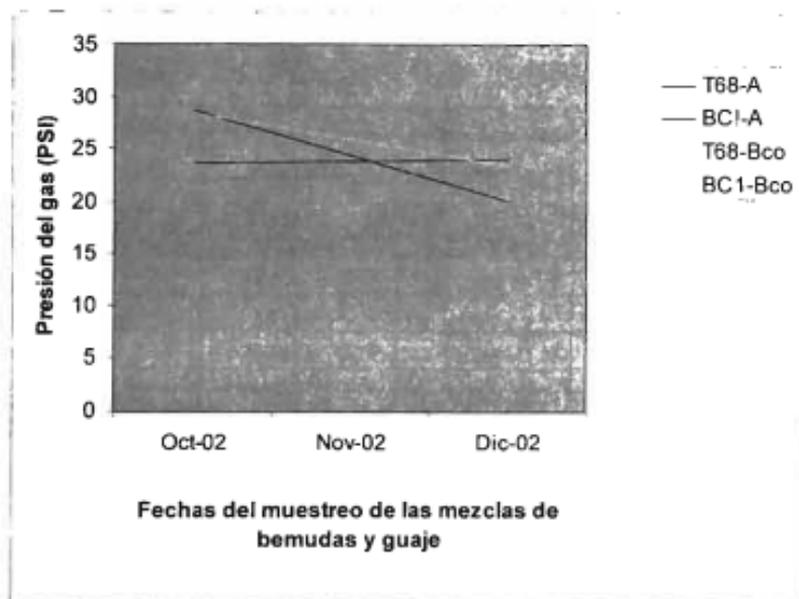


Fig.10. Presión acumulada total de gas durante la fermentación de la mezcla de pastos bermudas y guaje en los diferentes tratamientos.

La gráfica muestra que, en general no hay grandes cambios en la degradación de las mezclas de forrajes a lo largo del periodo experimental, pues las pendientes de las curvas son muy pequeñas, de las cuales dos son con tendencia ascendente y dos descendentes, debido probablemente al estado de maduración del forraje y al defoliado permanente del bermuda.

4.3. Etapa de producción de forraje y ganancia de peso de los animales

En el cuadro 14 se presenta la producción de forraje de los bermudas en sus diferentes tratamientos y fechas, cosechados en los suelos con salinidad media de Guadalupe Victoria.

Cuadro 14. Producción de forraje (materia seca) de los pastos bermuda en los diferentes tratamientos y fechas (ton ha⁻¹) *.

	Fechas de muestreo		
	02/10/02	19/10/02	19/12/02
Tratamiento			
BC1-T	4.708 ab	3.325 ab	1.818
T68-A	4.009 b	2.855 b	1.458
T68-B	5.974 a	4.147 a	1.865
BC1-B	6.185 a	4.438 a	2.104
BC1-A	3.570 b	2.660 b	2.265
P	0.0002	0.0005	0.3265

* Literales distintas en cada columna indican diferencias entre tratamientos

La producción de forraje presentó significación estadística en las primeras dos fechas ($p=0.0002$ y $p=0.0005$), al inicio del experimento, pero no en la fecha final después de 77 días ($p=0.3265$).

En los primeros dos muestreos los tratamientos 4, 3 y 1 resultaron estadísticamente iguales, superiores al 2 y 5, aunque el 1 fue estadísticamente igual a éstos, lo que representa que al inicio del experimento se obtuvo mayor cantidad de forraje de pasto en las praderas monofitas (incluyendo al testigo) que en las asociadas, que resultaron las de menor producción.

El comportamiento productivo natural de las praderas es que entre más son pastoreadas por los animales se va disminuyendo el pasto y por consecuencia baja la disponibilidad de forraje, lo cual concuerda con Febles *et al.* (1994), quienes dicen que los pastos solos tienen mayor producción de forraje que los que se asocian a las leguminosas.

En el cuadro 15 se presenta la producción de forraje del Guaje en sus diferentes tratamientos y fechas, cosechados en los suelos medianamente salinos de Guadalupe Victoria.

Cuadro 15. Producción de forraje de guaje en los diferentes tratamientos y fechas (MS en ton ha⁻¹).

	Fechas de corte	
	19/10/02	19/12/02
Tratamiento		
T68-A	2.245	0.869
BC1-A	1.778	0.773
Banco	1.895	1.169
P	0.7668	0.3704

En ninguna de las dos fechas se encontró significación estadística ($p = 0.7668$ y 0.3704), resultando por tanto iguales estadísticamente los tres tratamientos, lo que significa que para la producción de forraje no importa si se encuentra en forma asociada o en forma compacta (banco de proteína), ya que su producción es igual, siempre y cuando tenga la misma distancia entre plantas y entre surcos.

Con respecto a la disponibilidad de forraje ramoneable de la leguminosa, disminuye cuando el árbol es ramoneado constantemente por los animales a lo largo del tiempo, aunque es de notarse que se trató de un periodo de humedad remanente del suelo que cada vez fue disminuyendo por efecto del avance de la sequía.

Se hace necesario señalar que aún cuando el manejo de los animales sobre los potreros se trató de hacer lo más homogéneo posible, el estado final de éstos fue diferente, en los siguientes aspectos:

Dentro de los dos bermudas, el más dañado fue el T68, sea por su más alta palatabilidad y por tanto consumo o por su menor resistencia al pastoreo.

Dentro de las leguminosas, la leucaena más dañada fue la asociación, debido a que los ovinos pasaron más tiempo en pastoreo que en los bancos de proteína, por lo que hubo un mayor castigo a aquellas plantas, además de que los animales tuvieron a su disposición una mayor superficie en los bancos, porque tenían su parcela de pasto del mismo tamaño, además de lo destinado al banco de leguminosa.

Con respecto a la ganancia de peso de los ovinos, los pesos promedio de cada uno de los tratamientos en estudio a lo largo del tiempo se muestran el cuadro 16.

Cuadro 16. Medias de peso de los ovinos (kg) en dos Bermudas y Guaje bajo dos sistemas de utilización.

Trat	Fechas												
	03-Oct	10-Oct	17-Oct	24-Oct	31-Oct	07-Nov	14-Nov	21-Nov	28-Nov	05-Dic	12-Dic	19-Dic	
BC1-T	22.96	25.30	25.95	26.35	26.81	28.62	28.38	29.69	30.00	29.88	30.56	30.94	
T68-A	22.95	24.55	25.50	26.25	24.30	25.15	26.40	27.60	28.40	29.15	29.45	30.45	
T68-B	23.15	25.15	25.75	25.80	23.45	24.75	25.70	26.25	27.45	27.55	27.90	28.05	
BC1-B	22.65	24.50	24.95	24.45	23.56	23.81	24.62	25.25	25.75	25.75	26.38	26.44	
BC1-A	22.80	24.75	24.65	25.60	23.44	24.12	25.44	27.06	27.38	28.31	28.06	28.88	

Puede observarse que al inicio del experimento se tuvieron pesos bastante uniformes entre tratamientos, que se fueron incrementando y dispersando en el transcurso del tiempo.

Es de notar que después de la pesada del 24 de Octubre, todos los animales perdieron peso debido a los efectos del huracán Kenna, que un día después azotó la costa de Nayarit, y en este caso afectó en dos sentidos el desarrollo del experimento: por un lado maltrató y defolió los forrajes, especialmente la leguminosa, provocando un estrés nutricional y por otro un derrumbe de la barda

del local donde estaban alojados mató seis borregos experimentales, pero cuatro de ellos fueron del tratamiento testigo, por lo que tuvieron que sustituirse, provocándose un incremento en la siguiente pesada en el peso medio sólo de este tratamiento, mientras que los otros cuatro tratamientos en la siguiente pesada semanal bajaron de peso, pero se cree que no es consecuencia experimental, por lo que en este periodo tuvieron que hacerse reajustes y no se tomó en cuenta para la variable ganancia de peso.

El cuadro 17 exhibe los resultados de las ganancias de peso de los animales pastoreando potreros de pastos Bermudas y *Leucaena*

Cuadro 17. Ganancias de peso (kg) por periodos semanales de borregos en dos sistemas de utilización de Bermudas y Guaje.

Trat	10/10	17/10	24/10	7/11	14/11	21/11	28/11	5/12	12/12	19/12
BC1-T	2.40	0.65	0.40 ab	1.81	-0.25 b	1.31 ab	0.31	-0.12	0.69	0.38
T6B-A	1.60	0.95	0.75 a	0.85	1.25 a	1.20 abc	0.80	0.75	0.30	1.00
T6B-B	2.00	0.60	0.05 ab	1.30	0.95 a	0.55 c	1.20	0.10	0.35	0.15
BC1-B	1.85	0.45	-0.50 b	0.25	0.81 a	0.62 bc	0.50	0.00	0.52	0.06
BC1-A	1.95	-0.10	0.95 a	0.69	1.31 a	1.62 a	0.31	0.94	-0.25	0.81
P	0.4067	0.1433	0.0394 *	0.12	0.0001 **	0.025 *	0.0928	0.2437	0.073	0.1084
μ	1.96	0.51	0.33	0.98	0.81	1.06	0.62	0.33	0.34	0.48

* Literales distintas en las columnas indican diferencias estadísticas.

Para esta variable se tuvieron diferencias estadísticas sólo en el tercero, quinto y sexto periodos semanales ($p = 0.0394$, $p = 0.0001$ y $p = 0.025$ respectivamente).

En el periodo 3, los tratamientos que se mostraron superiores fueron el 5, 2, 1 y 3, seguidos del 4 que resultó el más bajo, aunque igual estadísticamente al 3 y al 1.

En el periodo 5, que es el que resultó con mayor significación estadística, todos los tratamientos superaron al testigo, que en este periodo tuvo una ganancia negativa, con un orden donde los tratamientos fueron 5, 2, 3 y 4.

En el período 6, los tratamientos superiores fueron el 5, 1 y 2, resultando el más bajo el 3.

Sin embargo, si se toman en cuenta todas las ganancias de peso, es de resaltar el hecho de que no existió un patrón de comportamiento uniforme donde se detectara un efecto claro de la influencia ya sea de la variedad de pasto o del sistema de utilización de los forrajes, así como tampoco una tendencia clara en los promedios de ganancia de peso por periodo, presentándose en cambio altibajos a lo largo de todo el periodo experimental.

En el cuadro 18 se observa la ganancia de peso total de los grupos y tratamientos durante todo el periodo experimental.

Cuadro 18. Ganancia de peso total (kg) y ganancia diaria promedio (g) de cada uno de los grupos de borregos en los diferentes tratamientos de bermudas y guaje. *

Tratamientos	Gan. Total (kg)	GDP (g)
BC1-T	6.50 ± 1.59 ab	84.4 ± 20.71
T68-A	7.50 ± 1.29 a	97.4 ± 16.71
T68-B	4.90 ± 1.08 ab	63.6 ± 14.08
BC1-B	3.69 ± 1.48 b	47.9 ± 19.19
BC1-A	5.62 ± 1.13ab	73.1 ± 14.64
P =	0.0048	
Análisis por factores		
Zacate 1	5.27 ± 1.77	68.4
Zacate 2	6.20 ± 1.77	80.5
P =	0.2349	
Asociación	6.67 ± 1.51 a	86.6
Banco de proteína	4.36 ± 1.35 b	56.6
P =	0.0035	

* Literales distintas en cada parte de la columna indican diferencias estadísticas.

En ganancia de peso total (y por consecuencia en ganancia diaria promedio) durante todo el experimento, se obtuvieron diferencias estadísticas ($p=0.0048$) entre tratamientos, donde los superiores fueron 2, 1, 5 y 3, aventajando al 4, lo que no tiene aparentemente una explicación lógica, si acaso el hecho de que los tratamientos 2 y 5, que corresponden a las asociaciones de pasto – leguminosa, tanto en las ganancias de peso semanales que resultaron con diferencias estadísticas, como en esta variable fueron superiores, aunque sin una absoluta claridad, ya que el tratamiento testigo en este caso resultó en segundo lugar, por lo que se deduce que existió una influencia más marcada del peso de los animales de los distintos grupos que de los tratamientos en sí, ya que después del huracán, el grupo de animales que quedó más pesado luego de haber sustituido a los que fallecieron, fue precisamente el testigo.

En el análisis por factores, se nota claramente que no existió significación estadística ($p = 0.2349$) en el factor pasto, donde ambos presentaron la misma producción, pero es notorio también que sí hubo diferencias entre los dos sistemas de uso de los forrajes ($p = 0.0035$), ya que el sistema de asociaciones de pasto y leguminosa en la misma área superó ampliamente al de banco de proteína, lo cual puede deberse a que los animales tuvieron contacto con la leguminosa durante más tiempo cada día y por tanto hicieron un mayor consumo de ella, con la consiguiente repercusión en la ganancia de peso total. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta lo discutido previamente acerca del estado final de los potreros para equilibrar la producción animal con la conservación de las praderas.

Con respecto al efecto de la inclusión de la leguminosa en los sistemas de utilización de forrajes, los resultados de producción de carne de este experimento contrastan con los de otros autores, quienes afirman que el consumo de la *Leucaena* incrementa la producción animal, como lo presenta Palma (1999), ya que en otras especies animales, cuando se ofreció a vacas de doble propósito en pasto *Chloris gayana* + 2 o 4 kg/día de leguminosa, aumentó de 9.6 kg de leche/día en pasto solo a 10.3 kg cuando se suplementó; en zacate Bermuda solo

o con 6 horas de pastoreo de leguminosa, hubo un incremento de 9.2 a 10.8 kg leche/día; en producción de carne bovina, muestra datos de incrementos de peso desde 0.230 hasta 0.700 kg/día con diferentes tratamientos y formas de oferta de la *Leucaena*, en diferentes pastos y condiciones de manejo, aún cuando es necesario mencionar que no se hacen comparaciones entre sistemas de utilización de forrajes y tampoco se ha trabajado con suelos con problemas moderados de salinidad, que indiscutiblemente tuvieron mucha influencia en el presente estudio.

Ruiz y Febles (1999), en Cuba, exponen también una serie de datos de producción de carne con varias especies de pastos asociados con *Leucaena*, que varían de ganancias de peso diarios de 0.371 a 0.556 kg.

En Nayarit, Bustamante (2000), en pasto Pará (*Brachiaria mutica*) pastoreando *Leucaena* (Bloques compactos) por un tiempo de 2 horas/día + 1 kg de concentrado comercial, en vacas de doble propósito aumentó en un 2.5% la ganancia diaria de peso, la grasa (%) de la leche 3.20 a 3.58 y los sólidos totales de 11.27 a 11.62 %.

Eguiarte *et al.* (1986) muestra resultados de varios experimentos de producción de carne bovina en pastos más *Leucaena*, con resultados que oscilan desde 0.250 a 0.700 kg/día, pero aclaran que algunos estudios se han hecho en épocas de sequía, lo que resalta la importancia de la leguminosa.

Los resultados de ganancia de peso con ovinos de la misma raza concuerdan en general con los obtenidos por diversos investigadores. Así por ejemplo Torres *et al* (1977), en diversos experimentos con solo pastoreo de gramíneas, exhibe cifras desde 29 hasta 78 g/día, dependiendo de la especie, manejo y sitio; Cruz (1991) encontró los mismos resultados pastoreando gramíneas nativas y mejoradas desde 24 hasta 68 g/día, pero cuando se incluye el componente suplementación, sea concentrada o con leguminosas, la ganancias se aumentan hasta alrededor

de 130-160 g/día en animales previos al destete (Aguirre *et al.*, 1990), aunque con animales en crecimiento las ganancias son menores, como lo muestra Aguirre (2001), con rango de 60 a 82 g/día en animales de pastoreo de Estrella (*C. plectostachyus*) más suplementación proteica.

Un estudio de producción de carne con borregos Pelibuey en pastoreo de Estrella con suplementación de heno de *Leucaena* cosechada en el mismo sitio del presente trabajo, fue hecho por Medina (2000), quien encontró que no existieron diferencias estadísticas entre esta especie contra *L. lanceolata* y *Medicago sativa*, con producciones de 139, 126 y 149 g/día/animal respectivamente, datos muy semejantes a los encontrados aquí.

V. CONCLUSIONES

Después de realizar este experimento, se puede concluir que, en suelos tropicales de salinidad media:

Se encontraron diferencias estadísticas en la composición química de los pastos solamente en proteína y cenizas, donde destacaron los tratamientos de las asociaciones. En los componentes de la fibra no hubo diferencias.

En la composición química de la leguminosa también hubo diferencias sólo en los mismos nutrimentos que en los pastos, con contenidos proteicos que son considerados como altos.

En la composición mineral, los pastos presentaron diferencias en fósforo, sodio y potasio, mientras que las leguminosas en calcio y magnesio.

No hubo un patrón definido de fermentación de pastos por tratamiento en las tres fechas, pero en el final del experimento se bajó la presión acumulada de gas con respecto al inicio, mientras que en las leguminosas se mantuvo constante al inicio y al final.

La producción de forraje del pasto se vio mejorada con la inclusión de un área adyacente de banco de proteína y osciló de 3.5 a 6.2 ton/ha al inicio y de 1.5 a 2.3 al final del experimento.

La producción de forraje de la leucaena varió de 1.8 a 2.2 ton/ha al inicio y de 0.8 a 1.2 al final.

La ganancia de peso total de los animales durante 77 días fue de 3.7 a 7.5 kg/animal, sin que hubiera influido la variedad de pasto.

Se presentó una influencia mayor del peso de cada animal y del sistema de utilización de los forrajes sobre la ganancia animal, donde predominó la asociación sobre los bancos de proteína.

El desarrollo normal del experimento estuvo interrumpido por el fenómeno meteorológico llamado Huracán Kenna, prolongándose la fase experimental, con una defoliación de las gramíneas y la leguminosa y consecuentemente se alteró la ganancia de los ovinos.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguirre, H. A. 1991. La investigación sobre asociaciones gramíneas-leguminosas y su uso en el trópico mexicano. En SARH-INIFAP. Producción bovina tropical. Temas selectos. Publicación Especial No. 1. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Nayarit. Nay., México.: 117-125.
- Aguirre, H. A. 1999. La Leguminosa *Rhynchosia minima* como suplemento a borregos Pelibuey consumiendo pasto *Cynodon nlenfuensis* abonado o fertilizado. Tesis Doctoral. Fac. de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nay., México. 131 pp.
- Aguirre, H. A., A. Delgado F. y J. F. Villanueva (eds.). 2000. Estrategias para el establecimiento, manejo y utilización de los recursos forrajeros en Nayarit. UAN-ICA-INIFAP. Tepic, Nayarit. México. 106 pp.
- Aguirre, H. R.; A. Aguirre H. y R. C. Flores F. 1990. Características productivas de un rebaño de borrego Tabasco en pastoreo en la zona subtropical de Nayarit. Clima ACw₂. En Mem. III Congr. Nal. Prod. Ovina. Asoc. Méx. Téc. Especialistas en Ovinocult. - Univ. Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax., México: 59 p.
- Aguirre, O.J. 2001. Consumo voluntario y valor nutricional de *Cynodon plectostachyus* fertilizado o abonado, con suplementación proteica a corderos Pelibuey. Tesis Doctoral. Posgr. Interinst. C. Pecuarias. Fac. Agricultura. Univ. Aut. Nayarit. Xalisco, Nay., México. 142 pp.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. 15^a ed. Edit. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington. Virginia, USA. 2 vols. 1298 pp.
- Barrett, A.M. and P.S. Larkin. 1979. Milk and beef production in the tropics. 1st ed. Edit. Oxford University Press. London: 36-44.
- Becerra, B. E. 1999. Efecto de la salinidad y sequía en la productividad, calidad forrajera, nodulación y contenido nutrimental del frijolillo [*Rhynchosia minima* L (DC)]. Tesis de Doctor en Ciencias Pecuarias.

Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nay. 142 pp.

- Blanco, C. M. 1987. Historia Holocena de una planicie de playa con lagunas costeras en Nayarit, México. Universidad de California San Diego. La Jolla, California, USA.
- Bogdan, A.V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. 1ª. Edición en Español. Trad. E. Borbolla H. AGT Edit. S.A. México. 461 pp.
- Bores, Q.R.; F. Rivas P. y L. Ortega R. 1991. Estimación del consumo de forraje por ovinos Pelibuey pastoreando Buffel en Yucatán. *Téc. Pec. Méx.* 29(2): 95-99.
- Botero, R. y R. O. Ruso. 1998. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Esc. de Agric. de la Región Tropical Húmeda. San José, Costa Rica.
- Burton, G. W. 1970. Registration of Coastrcross-1 Bermudagrass. *Crop. Sc.* 12: 125-137.
- Burton, G. W. and W. G. Monson, 1984. Registration of Tifton 68 Bermudagrass. *Crop. Sci.* 24: 1211.
- Bustamante, G. J. de J. 2000. Producción de leche en pastoreo suplementado con leucaena en áreas compactas. INIFAP-SAGAR. Folleto Científico No. 2. CEP "El Verdineño" Sauta, Nay. México. 31 pp.
- Cano, B. J.; T. J. De Lucas y R. G. Valenzuela. 2001. Crecimiento comparativo entre corderos alimentados en pastoreo y en corral de engorda. Memoria electrónica del II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, XI Congreso Nacional de Producción Ovina. 22 al 25 de mayo. Mérida, Yuc., México.
- Carrete, C. F. O., J. A. Eguiarte V. y R. Sánchez A. 1986. Comportamiento de toretes cebú/europeo en praderas asociadas de estrella-leucaena en época seca. *Téc. Pec. Méx.* 51: 133-138.

- Carrete, C. F. O., J. A. Eguiarte V. y R. Sánchez A. 1993. Comparación de cuatro alturas de corte en la producción y calidad de forraje de dos variedades de leucaena. *Téc. Pec. Méx.* 31(2): 122-127.
- Chongo, B. y J. Galindo. 1995. Bases fisiológicas del uso de las leguminosas en Cuba. En Seminario científico internacional, XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.: 73-75
- Cruz, L. C. 1991. Engorda de borregos Pelibuey en condiciones tropicales. En Memoria 3^ª. Reunión de Producción Animal Tropical. CIEEGT-FMVZ-UNAM, FMVZ-UAY, CEICADES-Colegio de Postgraduados. Martínez de la Torre, Ver. México: 29-37.
- Cruz, L. C. 1992. La producción de ovinos Pelibuey y sus perspectivas para el trópico con base a las experiencias del CIEEGT. En Memoria. Experiencias en producción de Leche y carne en el trópico. UNAM-FMVZ, Martínez de la Torre, Ver. México.: 163-185.
- Curbelo, R. L. M.; R. V. Guevara V.; G. E. Guevara V.; R. Ruiz P.; M. G. Gálvez G. y S. Martínez S. 2003. Evaluación en corte de gramíneas forrajeras en suelo Ferralítico Rojo Parduzco Ferromagnésico de un ecosistema de sabana. Habana, Cuba. *Rev. Prod. Anim.* 15(1): 1-4.
- Eguiarte, J. A.; R. Betancourt y R. Herrera. 1986. Potencial forrajero de la *Leucaena leucocephala* en el trópico seco. En Actualización sobre producción de forrajes en la costa del Pacífico. INIFAP. Coordinación Zona Pacífico, área Pecuaria. CEP. "El Macho", Tecuala, Nay. México. SP.
- Fajerson, P.; S. Hernandez; E. Santacruz; A. Alonso; and E. Ocaña. 2002. Development of a sustainable sheep production system for the Mexican tropics. *J. Anim. Sci. (Suppl. 1)* 80: 124 p.
- Febles, G. 1973. Efecto del pastoreo y el corte en la composición botánica y los rendimientos de asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales. *Revista Cubana Cienc. Agric.* 7: 125-142.
- Febles, G.; T. E. Ruiz y L. Simón. 1994. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y

subtropical. XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.: 55-63.

- Febles, G.; T. E. Ruiz y L. Simón. 1996. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Ed. Tyrone, Clavero, Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. 19-99.
- Félix, M. R. 1999. Producción y calidad del forraje de siete genotipos de *Cynodon dactylon* en condiciones de salinidad. Tesis de Maestría. Fac. Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. 69 pp.
- Félix, M. R.; C. Rubio T.; A. Aguirre H.; A. Madueño M y J. Aguirre O. 1999. Producción y calidad del forraje de siete genotipos de *Cynodon dactylon* en condiciones de salinidad. Congreso Estatal de la Ciencia y la Tecnología Nayarit, Nay. México.: 77-78.
- Feuchter, A. F. 2000. Manual de transferencia tecnológica para adoptar la metodología del establecimiento y manejo agropecuario, biotecnología, propagación y uso sustentable de una pradera de zacate Bermuda *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario del Noroeste. Cd. Obregón, Son. México. 65 pp.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura – Banco de México). 1986. Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de Proyectos de Financiamiento y Asistencia Técnica. Edit. FIRA. Serie Ganadería Forrajes. México. 254 pp.
- Flores, M. J. A. 1980. Bromatología Animal. 2ª Ed. Edit. Limusa, México. 930 pp.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarse a las condiciones de la República Mexicana). 4ª ed. Edit. UNAM. México.
- Garza, T.R. 1975. Evaluación en pastoreo de asociación de zacates y leguminosas utilizando vaquillas de razas europeas, en clima tropical. Téc. Pec. Méx. 28: 7-11.

- Garza, T.R. 1977. Crecimiento de vaquillas Holstein alimentadas en pesebre y pastoreo con una asociación de gramíneas y leguminosas. *Téc. Pec. Méx.* 32: 20-25.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agriculture Handbook* 279. USDA.
- González, P. M. A. y J. A. Ortega S. 1986. Evaluación de métodos de siembra para el establecimiento de *Leucaena leucocephala* en el sur de Tamaulipas. *Téc. Pec. Méx.* 52: 119-121.
- González, R. M.; M. Fondevila.; A. Barrios U. y Y. Newman. 1998. *In Vitro* gas production from buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) fermentation in relation to the cutting interval, the level of nitrogen fertilization and the season of growth. *An. Feed Sci. and Technology*. Amsterdam. 72: 19-32.
- Guevara, G. F., J. A. Eguarte V. y F. J. Ramírez V. 1986. Utilización de dos sistemas de pastoreo con becerras suizo-pardo en zacate estrella de África. *Téc. Pec. Méx.* 51: 139-143.
- Hach, 1996. System for food and beverage analysis. Procedure manual literature code No. 3120. Hach Co. USA. 153 pp.
- Harris, L.E. 1970. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica para animales. Ed. Center for Tropical Agriculture Feed Composition Project. University of Florida. Gainesville, Florida. USA. S.p.
- Hernández, I. y L. Simón. 1994. Razones para emplear plantas perennes leñosas en la ganadería vacuna. En Taller Internacional Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Folleto. 44 pp.
- Horton, G.M.J. and C.C. Burgher. 1992. Physiological and carcass characteristics of hair and wool breeds of sheep. *Small Ruminants Research* 7: 51.
- Huitrón, M.G. 1984. Alimentación de cabritos. En Memoria. II Curso Nacional de Actualización en Nutrición de Ruminantes. Asoc. Pres. Acad. INIP: 100 – 110.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1998. Resultados del Censo Agropecuario de 1995. México.
- INEGI-CP (Instit. Nal. Estadística, Geografía e Informática-Colegio de Postgraduados). 1998. Recursos Agrícolas Trópico y Subtrópico Mexicano. 174 p.
- INEGI. 1999. Estadísticas del Medio Ambiente. Tomo 1. Ed. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México.
- INEGI. 2002. El sector alimentario en México. Ed. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes. Ags. México.
- Infante, S. G. y G. P. Zarate de L. 1994. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. 2ª. ed. Edit. Trillas. México. 637 pp.
- Khazaal, K.; J. Boza and E.R. Orskov. 1994. Assessment of phenolics-related antinutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the *in vitro* gas production technique with or without insoluble polyvinylpyrrolidone or nylon bag. *Animal Feed Science and Technology*. Amsterdam. 49: 133-149.
- La O, O.; B. Chongo; D. Delgado; D. Valenciana; Y. Rodríguez; I. Scull, T.E. Ruiz y A. Oramas. 2003. Influencia del polietilenglicol-3500 en la degradabilidad ruminal de *Leucaena leucocephala* cv CIAT-7929. *Revista Cubana Cienc. Agríc.* 37(3): 273-279.
- Lazo, E. T.; T.E. Ruiz; G. Febles; L. Zarragoitia; G. Bernal y L.E. Díaz. 1994. Crecimiento comparativo de tres variedades de *Leucaena leucocephala* asociados con bermuda 68 bajo pastoreo de terneras. *Revista Cubana Cienc. Agríc.* 28: 349-354.
- Martín, P.C. 1998. Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 32: 1-8.
- McDonald, P.; R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1995. *Nutrición Animal*. 5ª. ed. En Español. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 576 pp.
- Medina, R.A. 2000. Valor nutricional de *Leucaena lanceolata* y *Leucaena leucocephala* de ambiente salino como suplemento proteico a ovinos

Pelibuey. Tesis Maestría. Posgr. Interinst. C. Pecuarias. Fac. Agricultura. Univ. Aut. Nayarit. Xalisco, Nay., México. 97 pp.

- Meléndez, N. F. 1998. Manual de manejo de praderas para Tabasco. Folleto técnico Núm. 22. INIFAP-SAGAR. CE "Huimanguillo", Tabasco, México: 67 pp.
- Mendoza, M. G. D. 1991. Suplementación de bovinos en el trópico. En Mem. Seminario Internacional "Evaluación de praderas tropicales". Colegio de Posgraduados. Montecillos, México.: 13-24.
- Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28: 1-55.
- Orcasberro, R y S. Fernández R. 1977. Nutrición de los ovinos en pastoreo. En Memoria Curso Nutr. Ovina FES. Cuauttlán, UNAM. México: 46-64.
- Paladines, O. y C. Lascano. 1982. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. En Memoria Mitología de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIEPT). Centro Int. Agric. Tropical. Cali, Colombia.: 121-130.
- Palma, G. J. M. 1999. Los sistemas silvopastoriles en el estado de Colima. En I Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Huatusco. Veracruz, México.
- Palma, G.J.M.; T.E. Ruiz V. y H. Jordán V. 2000. Bancos de proteína con *Leucaena leucocephala*, una experiencia de transferencia de tecnología en sistemas silvopastoriles en México. 1ª. ed. Edit. U. Colima-ICA. Cuba. Colima, Col. México. 58 pp.
- Pérez-Guerrero, J. 1979. *Leucaena*, leguminosa tropical mexicana. Usos y potencial. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de investigación y de enseñanza en Zootecnia. Chapingo, México.: 6-39.
- Ponce, C.J.L. 2000. Evaluación Agronómica de *Leucaena lanceolata* y *Leucaena leucocephala* como banco de proteínas bajo condiciones de suelos salinos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nay., México. 122 pp.

- Preston, T.R. 1995. Tropical Animal Feeding. A manual for research workers. Series FAO Animal production and health paper 26. 1ª ed. Edit. FAO. Roma, Italy. 305 pp.
- Ramos, N.; R. S. Herrera y F. Curbello. 1993. Efecto de la fertilización nitrogenada en especies del genero *Cynodon* en suelo ferralítico rojo típico. II. Composición química y eficiencia de utilización del Nitrogeno. Rev. Cubana Cienc. Agric. 27: 239-248.
- Rastogi, R.K. 1995. The Barbados Blackbelly. In Prolific Sheep. Ed. Farny, M.H. CAB Internacional. Québec, Canada. 121 pp.
- Rodríguez, G. F. y G. Llamas L. 1990. Digestibilidad, balance de nutrientes y patrones de fermentación ruminal. En Castellanos, R. A.; G. Llamas L. y A. Shimada S. (editores). Manual de técnicas de investigación en rumiología, Cap. VI. PAIPEME, A. C.: 95-126.
- Rodríguez, R. M. R.; R. Martínez P.; F. Rodríguez G. y J. M. Zorrilla R. 1990. Bromatología de forrajes e ingredientes para la alimentación animal. En Folleto Téc. No. 4. CE. "Clavellinas". SARH-INIFAP-CIPEJ. Tuxpan, Jal.: 25-32.
- Romano, M. J.; J. Hernández G. y A. Castellanos R. 1980. Repercusión del valor nutritivo de la dieta sobre el crecimiento y la composición corporal del borrego Pelibuey. En Resúm. XIV Reunión Anual AMPA. Rev. Méx. Prod. Anim. 12: 56-57.
- Rubio T. J. C. y C. Castrillo G. 1995. Alternativas Alimenticias para los rumiantes en épocas secas. Revista de investigación de la Universidad Autónoma de Nayarit, México, No. 4: 40 – 56.
- Ruiz, E. T.; G. Febles; O. Covarrubias; E. Díaz y G. Bernal. 1988. La altura de la planta como criterio para comenzar a pastar la *Leucaena leucocephala* después de la siembra. Revista Cubana Cienc. agric. 22: 201-207.
- Ruiz, E. T.; G. Febles.; F. Funes.; L. E. Díaz y G. Bernal. 1992. Evaluación inicial de ecotipos y variedades de *Leucaena leucocephala* en Cuba. II. Rendimiento y desarrollo. Rev. Cubana Cienc. Agric. 26: 99-105.

- Ruiz, E. T.; G. Febles; E. Castillo; A. Barrietos; L. E. Díaz y G. Bernal. 1994. Comportamiento de asociaciones de *Glycine* y pasto natural ante diferente acceso de animales de carne al banco de proteína. Av. De Inv. Agropecuaria, ICA. La Habana. Cuba. 3(1): 43-45.
- Ruiz, E. T. y G. Febles. 1995. Alternativas de empleo de las leguminosas en la formación de leche y carne en el trópico. En Memoria VII Reunión de avances en investigaciones agropecuarias. Colima, México.: 198-201.
- Ruiz, E. T.; G. Febles; E. Castillo; G. Bernal y L.E. Díaz. 1997. Establecimiento de *Leucaena leucocephala* intercalada en diferentes pastizales de gramíneas. Revista Cubana Cienc. Agríc. 31: 91-95.
- Ruiz, E. T. y G. Febles. 1999. Sistemas Silvopastoriles, conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. 1a edic. EDICA. Cuba. 12 pp.
- Ruiz, M. E. y A. Ruiz. 1990. Nutrición de rumiantes. Guía Metodológica de Investigación. Cap. II y III. ALPA, IICA, RISPAL. San José, Costa Rica.: 87-176.
- SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 1997. Folleto de diagnóstico de la ganadería en Nayarit. Subdirección de ganadería. Estudio informativo. 39 pp.
- Sánchez, A. R.; F.O. Carrete C. y J. A. Eguarte V. 1986. Crecimiento de becerras F1 cebú/europeo en pastoreo de zacate estrella-leucaena y estrella solo en clima Aw. Téc. Pec. Méx. 50: 64-84.
- Sánchez, H. M. D. 2001. Sistemas de alimentación para pequeños rumiantes en los trópicos. Memoria electrónica del II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, XI Congreso Nacional de Producción Ovina. 22 al 25 de mayo. Mérida, Yuc.
- Sánchez, R. R. 1992. Guía para cultivar *Leucaena* como recurso forrajero en la planicie costera de nayarit. Folleto para productores No. 1. INIFAP-SARH. CE "El Macho". Tecuala, Nay. México. 19 pp.

- Sosa, R. E. y G. Zapata B. 1996. Productividad de variedades de *Leucaena leucocephala* bajo diferentes frecuencias de corte. *Téc. Pec. Méx.* 34: 121-126.
- Skerman, P. J. and F. Riveros. 1992. Gramíneas Tropicales. Colección FAO: Producción Vegetal No. 23. 1a ed. Edit. FAO. Italy. 849 pp.
- Skerman, P. J.; D.G. Cameron and F. Riveros. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO: Producción y protección vegetal No. 2. 1ª ed. Edit. FAO. Roma. Italia. 707 pp.
- Tejada, H. I. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación de animal. 2ª. ed. Ed. Patronato de Apoyo a la Investigación Pecuaria en México, A. C. México, D.F. 383 pp.
- Tilley J. M. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestión of forages crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18: 104-109.
- Torres, H. M.; R. Garza T.; D. Arroyo R.; R. De León e I. Molina S. 1977. Evaluación del borrego Tabasco o Pelibuey bajo condiciones de pastoreo. En Mem. XIV Reun. Anual Secc. Trópico. I.N.I.P. Xalapa, Ver. México.: 15-19.
- Van Soest, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Agr. Chem.* 46: 829-835.
- Villanueva, A. J. F. 1993. Alternativas para la alimentación de ovinos bajo condiciones de pastoreo en el Estado de Nayarit. En Temas prácticos para la cría de borregos en el trópico. SARH-INIFAP-CE "Verdineño". Sauta, Nay. Public. Esp. No. 1: 19-35.
- Villanueva, A. J. F. y L. Mena H. 1997. Sistemas de pastoreo, consideraciones y alternativas. Publicación técnica Num 1. INIFAP. CE "El Verdineño", Sauta, Nayarit, México. 38 pp.