



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS TABASCO
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

**EFFECTO DEL SACCHAPULIDO CON DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TORETES EN FINALIZACION EN
PASTOREO**

EDUARDO MORALES JIMÉNEZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRO EN CIENCIAS

H. CÁRDENAS, TABASCO
2010

La presente tesis titulada: **Efecto del Sacchapulido con diferentes niveles de energía en el comportamiento productivo de toretes en finalización en pastoreo**, realizada por la alumno, **Eduardo Morales Jiménez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. JESÚS ALBERTO RAMOS JUÁREZ

ASESOR



DR. DAVID HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

ASESOR



DR. EMILIO MANUEL ARANDA IBÁÑEZ

ASESOR



DR. ARABEL ELIAS IGLESIAS

H. Cárdenas, Tabasco, 17 de septiembre del 2010

EFFECTO DEL SACCHAPULIDO CON DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TORETES EN FINALIZACION EN PASTOREO.

Eduardo Morales Jiménez, MC.

Colegio de Postgraduados

RESUMEN

Se realizó un ensayo de crecimiento con el objetivo de evaluar el efecto de niveles de energía en el comportamiento productivo de 27 toretes en pastoreo suplementados con sacchapulido en etapa de finalización con pesos vivos iniciales promedio de 330 ± 21 kg. Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 9 repeticiones, los tratamientos evaluados son T1) pasto + sacchapulido, T2) pasto + sacchapulido + 100g de cebo y T3) pasto + sacchapulido + 200g de cebo. Todos los animales permanecieron pastoreando en las mismas praderas y diariamente se movilizaban a corraletas individuales en donde se le ofrecía el suplemento según tratamiento y se cuantificó el consumo del suplemento. Los tratamientos evaluados no expresaron diferencias en las variables consumo del suplemento, consumo total, rendimiento, clasificación de la canal y ganancia diaria de peso (GDP) sin embargo; los tratamientos evaluados reportan GDP de 1.2 kg durante el desarrollo del ensayo, los valores obtenidos en cuanto la variable GDP son superiores a los reportados en trabajos similares, por lo cual se deduce que el alimento fermentado base de caña (Sacchapulido) adicionada con cebo de res si mejora el comportamiento productivo de los toretes en etapa de finalización.

Palabras clave: Cebo, toretes, caña de azúcar, fermentación en estado sólido.

**THE SACCHA-PULISHING EFFECT WITH DIFFERENT LEVELS OF ENERGY
ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF YOUNG BULLS IN GRAZING
FINISHTLY.**

Eduardo Morales Jiménez, MC.

Colegio de Postgraduados

ABSTRACT

Student trial of growth, in order to evaluate the effect in levels of energy on the productive behavior of 27 young bulls in grazing supplemented with saccha-pulishing in phase of finishtly with initial alive weight average of 330 + 21 kg. The animals were distributed in a random design with 3 processing and 9 repetitions, the processing evaluated are T1) pasture + saccha-pulishing, T2) pasture + saccha-pulishing + 100g of bait and T3) Pasto + sacchapulido + 200g of bait. All the animals remained shepherding in the same meadows and daily were mobilized to individuals farmyard where they was offered the supplement according to the processing and the consumption of the supplement was quantified. The evaluated processing did not express differences in the consumption of the supplement, total consumption, performance, classification of the channel and daily profit of weight (DPW) nevertheless, the evaluated processing report DPW of 1.05 kg during the development of the trial, the values obtained as soon as to the variable DPW are over reported in similar works. In fact it's deduced that the food fermented base of cane (saccha-pulishing) added with Bait of animal if improves the productive behavior of the young bulls in phase of finishtly.

Key words: Bait, bulls, sugar cane, fermentation in solid state.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi amada madre, María Jiménez Sánchez, por todo el valor, dedicación pero sobre todo por el infinito amor con él que me educaste. Gracias MAMA.

A mi estimado padre, Muchas gracias por estar siempre a mi lado y esforzarte para que cumpliera cada una de mis metas, GRACIAS PAPÁ.

A mis queridísimos hermanos, por ser ese gran apoyo en los momentos difíciles y la más grande alegría en cada éxito de mi vida. GRACIAS.

A mi amado hermano Hitler Morales Jiménez. (güüpo) Por ser el fundador de este gran sueño, porque sin tu cariño, apoyo y ejemplo jamás hubiese alcanzado esta tan ansiada meta. **MUCHAS GRACIAS HERMANO.**

A todos mis sobrinos. En especial a Dieguito y Karen, los dos sobrinos mas especiales en mi vida.

A mis compañeros, Propat 2008. Por la convivencia tan amena con cada uno de ustedes, gracias por cada experiencia regalada.

A mis amigos, Blanca, Eder, Josué, Karen, Nubia, Héctor, Ernesto, panchita, jotam, Villegas, “Perico” Obrador, Alejo, y los demás científicos del “purgatorio” gracias por esos lazos tan fuertes que no cederán ante el tiempo y la distancia. **BUENA SUERTE, AMIGOS.**

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada para mi formación académica.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, por haberme dado la oportunidad de haber hecho uso de sus instalaciones.

Al Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACyT-Gobierno del Estado de Tabasco, por el apoyo al proyecto “Intensificación en la producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos que protejan al medio ambiente”, Clave **TAB-2007-C09-74746**, del cual forma parte esta investigación.

Muy especial, al Dr. Jesús Alberto Ramos J., por su precisión en la dirección, apoyo y enorme paciencia en mi investigación, pero sobre todo por la amistad que me ha brindado.

Al Dr. Arabel Elías I., por sus atinados comentarios y observaciones para la mejor realización de esta investigación. Gracias por cada experiencia regalada ha sido un privilegio conocerlo.

Al Dr. Emilio M. Aranda I., por la paciencia y tiempo que me dedicó para una mejor elaboración de este documento, muchas gracias Dr.

Al Dr. David Hernández S., Muchas gracias por el entusiasmo y las palabras de aliento en los momentos difíciles de este trayecto digno de un gran amigo. Y por aportar su conocimiento para la elaboración de este documento.

Al Dr. José De Jesús Obrador Olan., Por brindarme su confianza y apoyo en todo momento, agradezco su jovialidad y entusiasmo.

Al técnico Andrés Lee., Por su valioso su importante asesoría en lo referente a técnicas de laboratorio

ÍNDICE GENERAL

		Página
I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	OBJETIVOS.....	3
III	HIPÓTESIS.....	3
IV	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1.	Tendencia de la producción bovina a nivel.....	4
4.2.	Generalidades de la producción bovina nacional.....	6
4.3.	Distribución y características de la producción bovina en México.....	9
4.3.1.	Trópico húmedo.....	10
4.4.	Tendencia de la ganadería bovina en el Estado de Tabasco, México.....	14
4.5.	Factores que limitan el consumo voluntario de bovinos en pastoreo.....	20
4.5.1.	Disponibilidad.....	22
4.5.2.	Calidad del forraje.....	22
4.5.3.	Sistema de pastoreo del forraje.....	23
4.6.	Dinámica del nitrógeno en el rumen.....	24
4.7.	Utilización de los lípidos en los rumiantes.....	27
4.8.	Fuentes y tipos de grasa.....	28
4.8.1.	Grasa amarilla.....	28
4.8.2.	Cebo.....	29
4.8.3.	Grasas mezcladas.....	29
4.8.4.	Extractos de jabón y otras fuentes grasas en AGL.....	30
4.8.5.	Nivel de inclusión.....	31
4.9.	Caña de azúcar en la alimentación de bovinos.....	32
4.10.	Procesos biotecnológicos para la producción de alimentos.....	34
4.11.	Fermentación en estado sólido.....	36

4.11.1	Factores que afectan la FES.....	36
4.12.	Alimento obtenido por FES, con el uso de la caña de azúcar.....	41
4.12.1	Sacchapulido.....	41
V	MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
5.1.	Localización geográfica del área de estudio.....	44
5.1.1.	Descripción del área de estudio	44
5.2.	Diseño experimental y animales utilizados en el ensayo de crecimiento.....	46
5.3.	Elaboración del Sacchapulido.....	47
5.4.	Manejo de los animales y su alimentación.....	49
5.5.	Manejo del pastoreo.....	49
5.6.	Variables evaluadas.....	50
5.6.1.	Indicadores bromatológicos en el pasto y los concentrados.....	50
5.6.2.	Consumo del suplemento.....	51
5.6.3.	Consumo del pasto.....	52
5.6.4.	Cambio de peso vivo.....	53
5.6.5.	Balance alimenticio.....	53
5.6.6	Rendimiento de la canal.....	53
5.7.7.	Coloración de la canal.....	54
VI	RESULTADOS.....	56
VII	DISCUSIÓN.....	68
VIII	CONCLUSIONES.....	75
IX	BIBLIOGRAFÍA.....	76
X	ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

página

Cuadro 1.	Producción mundial de carne de res 2004-2008 (millones de toneladas).....	5
Cuadro 2.	Población de ganado bovino (miles de cabezas) en México en el periodo 2000 – 2008.....	8
Cuadro 3.	Distribución nacional de ganado bovino y población ganadera por regiones.....	9
Cuadro 4.	Bovinos carne y leche (2003-2008) Región trópico húmedo.....	11
Cuadro 5.	Población ganadera, avícola y apícola 2004-2008 cabezas en el estado de Tabasco.....	15
Cuadro 6.	Composición química del Sacchapulido.....	42
Cuadro 7.	Ingredientes (base fresca) usados para elaborar el Sacchapulido.....	48
Cuadro 8.	Composición bromatológica de los pastos en los potreros.....	58
Cuadro 9.	Composición bromatológica del Sacchapulido.....	58
Cuadro 10.	Cambio de peso de los toretes suplementados en pastoreo.....	59
Cuadro 11.	Consumo de suplemento de toretes en pastoreo.....	61
Cuadro 12.	Conversión y eficiencia alimenticia del Sacchapulido.	62
Cuadro 13.	Digestibilidad total de la MS y consumo de pasto estimado con marcadores en la última etapa de evaluación.....	63
Cuadro 14.	Consumo estimado de pasto, de acuerdo a los requerimientos EM.....	64
Cuadro 15.	Comparación del consumo total de MS estimado con marcadores y de acuerdo a los requerimientos de EM....	64

Cuadro 16.	Balance de energía cuando el consumo de suplemento se obtuvo con marcadores interno y externo.....	65
Cuadro 17.	Rendimiento y clasificación de la canal de los toretes.....	66
Cuadro 18.	Resultados de la pigmentación adquirida de los toretes suplementados con Sacchapulido.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Población bovina mundial (millones).....	4
Figura 2.	Producción nacional de ganado bovino en México 2000-2008 (Miles de toneladas).....	6
Figura 3.	El ciclo de la urea (adaptado de Maynard <i>et al.</i> , 1979)....	25
Figura 4.	Formación de glutamato (adaptado de King, 2000).....	27
Figura 5.	Localización geográfica del área de estudio.....	45
Figura 6.	Condiciones climatológicas durante el desarrollo del ensayo.....	46
Figura 7.	Temperaturas bulbo seco y húmedo durante el desarrollo de la investigación.....	56
Figura 8	Disponibilidad promedio de MS/100 kg de PV (presión de pastoreo) durante el ensayo de crecimiento.....	57
Figura 9.	Comportamiento mensual de los toretes durante el ensayo.....	60

Abreviaturas utilizadas en esta tesis

°C:	Grados Celsius	INEGI:	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
AFOA:	American Fats and Oils Association	Kg:	kilogramo
AGL:	Ácido Grasos Libres	km:	Kilómetro
AGT:	Ácidos Grasos Totales	L:	Litro
AGV:	Ácidos Grasos Volátiles	Mcal:	Megacalorías
ATP:	Trifosfato De Adenosina	mm:	Milímetros
BH:	Base Húmeda	MPC:	Miel Proteica Casera
BS:	Base Seca	MS:	Materia Seca
CIA:	Cenizas Insolubles en Ácido	N:	Nitrógeno
CIE:	Comision Internacional de Iluminacion;	N-	Nitrógeno Amoniactal
Cr3 O2:	Óxido de Cromo	NH3:	Nitrógeno No Proteínico
d:	Día	NNP:	Nitrógeno No Proteínico
DMO:	Digestibilidad de la Materia Orgánica	NRC:	National Research Council
DTMS:	Digestibilidad Total de la Materia Seca	PB:	Proteína Bruta
EM:	Energía Metabolizable	pH:	Potencial de Hidrógeno
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	PIB:	Producto Interno Bruto
FB:	Fibra Bruta	PV:	Peso Vivo
FDA:	Fibra Detergente Ácido	PVE:	Proteína Verdadera
FDN:	Fibra Neutro Detergente	SIAP:	Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesca
FES:	Fermentación en Estado Sólido	SP:	Sacchapulido
FIRA:	Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura	SR:	Saccharina Rústica
FLS:	Fermentación Líquida Sumergida	t:	Tonelada
g:	Gramos	TMAC:	Tasa Media de Crecimiento Anual
GDP:	Ganancia Diaria de Peso	USD:	Dolar Estadounidense
ha:	Hectárea	USDA:	United States Department of Agriculture

I. INTRODUCCIÓN.

La población mundial de ganado bovino está estimada aproximadamente en 1,366 millones de cabezas, de las cuales el 35% de estas se localizan en las regiones templadas del mundo y el 65% restantes, en las regiones tropicales (FAO, 2003). La humanidad se enfrenta a uno de sus más grandes desafíos, el crecimiento de la población mundial, junto a un incremento no proporcional de la producción de alimentos, al respecto los bovinos tienen un papel crucial en la producción de alimento para los humano, de una manera directa o indirecta (Sánchez *et al.*, 2007).

El pasto es el alimento más barato para los animales, sin embargo su valor nutritivo es limitado, tiene bajo contenido de proteína y elevado niveles de fibra, lo cual limita la producción de carne y leche (Valenciaga *et al.*, 2001; Rosario, 2005), además, su disponibilidad varía durante el año (Thomas *et al.*, 1991). Para sobrepasar el límite máximo de producción a base de pasto, según McGilloway y Mayne (1996), Da Rosa *et al.*, (2005) se requiere una suplementación energética y/o proteínica.

Peruchena (2004) indicó que el beneficio de la suplementación es mayor cuando los niveles de proteína y energía digestible de los forrajes son bajos, ya que mejora las condiciones del rumen y se incrementan los microorganismos ruminales. Sin embargo, el desarrollo de la suplementación está asociado, principalmente, con la utilización de granos y subproductos

agroindustriales regionales y estos no siempre están alcance de los pequeños productores debido a sus elevados costos en el mercado. Por lo anterior, necesario buscar alternativas productivas y económicamente factibles, ya que los no rumiantes, incluidos el hombre, utilizan más eficientemente los cereales que los rumiantes para transformar energía o proteína comestible (Ensminger, 1993).

Los procesos biotecnológicos de fermentación en estado sólido, pueden utilizarse en la producción de alimentos de mayor valor nutritivo para rumiantes a partir de recursos fibrosos con bajo contenido de proteína. Al respecto, Ramos *et al.*, (2006) obtuvieron el Sacchapulido, alimento energético – proteínico, utilizando la caña de azúcar y pulidura de arroz como principales sustratos.

Mendoza (2005) indica que para obtener ganancias diarias de peso (GDP) entre 0.750 y 1.0 kg, la principal limitante son la proteína degradable, escape y la energía, y según el NRC (2001), la principal limitante para obtener GDP superiores a 1 kg, la principal limitante es la energía. La adición de grasas en los suplementos puede incrementar el consumo de energía de los animales (Palmquist, 1996), pero esto puede inhibir en cierto grado la acción microbiana y la digestión de la fibra en dependencia de la naturaleza química de la grasa y la cantidad adicionada. El cebo de res es una grasa con buena digestibilidad y con escasos efectos negativos sobre la microflora del rumen (Mateos *et al.*, 1995)

II. OBJETIVO.

Evaluar el efecto del Sacchapulido con diferentes niveles de energía en el comportamiento productivo de toretes en finalización en pastoreo.

III. HIPÓTESIS.

La adición de energía al Sacchapulido incrementará el comportamiento productivo de toretes en finalización en pastoreo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. Tendencias en la producción bovina a nivel mundial.

De acuerdo con información de la FAO (2005), el inventario mundial total de bovinos para el 2004 fue 1,339 millones de cabezas (Grafico No 1), de las cuales el 33,2% se localizan en Asia, el 36,4% en América, el 17,5% en África, el 10,1% en Europa y el 2,7% en Oceanía. El Continente Americano ocupa el primer lugar en importancia junto al Continente Asiático, con un gran potencial de crecimiento. (Figura 1)

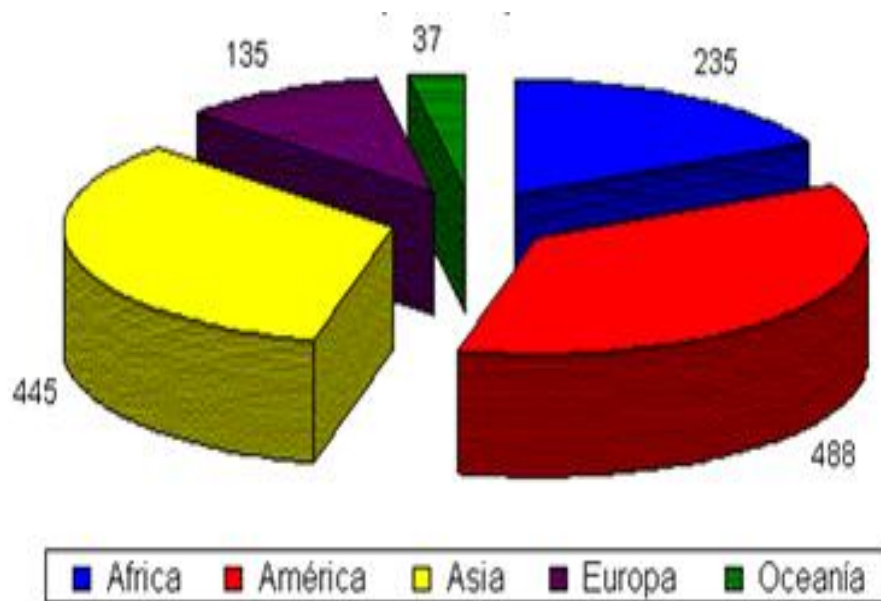


Figura 1. Población bovina mundial (millones) Fuente FAO 2005.

En la actualidad los principales países productores de carne en el mundo son: Estados Unidos, Brasil, Unión Europea, China, Argentina, India, México, Australia, Federación Rusa, Canadá, Paquistán, aportaron

aproximadamente el 80% de la producción mundial de carne (Departamento De Agricultura De Los Estados Unidos De América, USDA, 2009).

En el 2008 en el mundo se produjeron 59.25 millones de ton de carne bovina (USDA, 2009). Los países con los mayores volúmenes de producción son aquellos con los mayores inventarios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción mundial de carne de res 2004-2008 (millones de toneladas)

	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos	11.26	11.32	11.98	12.1	12.23
Brasil	7.98	8.59	9.03	9.3	9.21
Unión Europea	8.25	8.09	8.15	8.2	8.22
China	5.60	5.68	5.77	6.13	6.26
Argentina	3.13	3.2	3.1	3.3	3.2
India	2.13	2.25	2.38	2.5	2.66
México	2.10	2.13	2.18	2.2	2.25
Australia	2.08	2.1	2.18	2.17	2.1
Federación Rusa	1.59	1.53	1.43	1.37	1.33
Canadá	1.50	1.52	1.39	1.28	1.27
Paquistán	0.98	1.01	1.06	1.09	1.12
Otros	8.99	9.26	9.52	9.34	9.41
Total Mundial:	55.58	56.67	58.15	58.99	59.25

Fuente USDA, 2009

En la actualidad, la presencia de enfermedades determina la estructura del mercado internacional. El brote de fiebre aftosa en Brasil ha restado competitividad a la carne de res brasileña y ha creado oportunidades para Estados Unidos, aunque este último sigue enfrentando el impacto de la “Encefalopatía espongiforme bovina” (vacas locas). De igual manera, las

medidas del gobierno argentino para equilibrar su mercado ha favorecido a otros países exportadores, principalmente Australia (Ruiz, 2004).

4.2. Generalidades de la producción bovina nacional.

De acuerdo con la información proporcionada por el SIAP (2009), la producción nacional de ganado bovino ha mostrado una tendencia creciente, desde el año 2000. Presentando una TMAC (Tasa Media Anual de Crecimiento), en el periodo 2000-2007, del 1.89% para el ganado bovino en pie, y del 2.12%, en el periodo 2000-2008 para el ganado bovino en canal. (Figura 2)

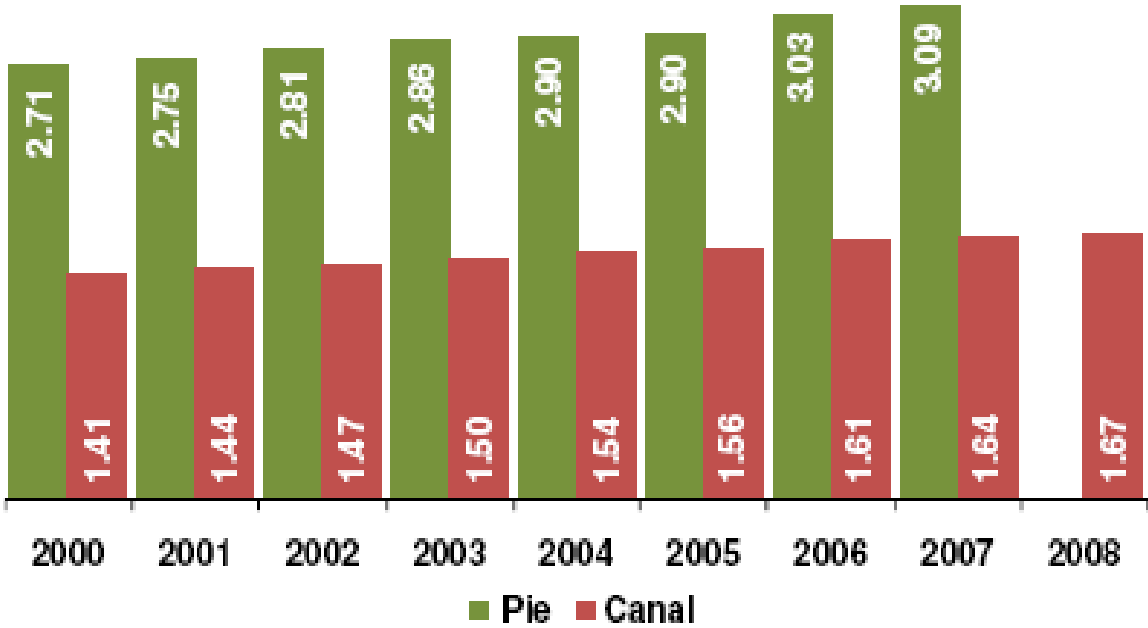


Figura 2. Producción nacional de ganado bovino en México 2000-2008 (Miles de toneladas) Fuente: Elaborado con datos de SIAP 2009.

La producción de carne de bovinos, en términos generales ha experimentado un crecimiento continuo en los últimos 6 años. En el 2005 la ganadería

bovina mexicana produjo 2 125, 142 t, prácticamente 1.2 más que en el año 2004; sin embargo, si se consideran los datos de los últimos 6 años, esta expansión ha sido mínima, presentando una tasa de crecimiento anual de 0.2%. Aproximadamente el 60% de la carne producida en el país específicamente en la ganadería extensiva en el sur de México se comercializa en forma de canal caliente; mientras que la participación de los productores de bovinos en el mercado de productos con valor agregado (hamburguesas, marinados, alimentos precocidos) todavía es limitada. (SIAP/SAGARPA, 2005).

En México la actividad pecuaria es de gran importancia socioeconómica. La producción de carne está representada, principalmente, por la de aves (pollos y gallinas) con 87.69% del total de las carnes, bovino con 5.60 %, porcino con 2.68 %, ovino con 1.36 %, caprino con 1.58 %, guajolote con 0.74 % y abejas (colmenas) 0.31 % (SIAP, 2009).

Según FAO (2004a), México, en el 2004, ocupó el noveno lugar mundial en la producción de carne vacuna con 1476000 t y el décimo quinto en producción de leche de vaca fresca (9950000 t). Sin embargo, la producción de carne y leche no satisface la demanda de alimentación para la población, y en el 2003, ocupó el tercer lugar en la importación de carne de bovino deshuesada (328666 t), sólo por debajo de Estados Unidos y Japón, con un valor de 979333000 USD, lo cual representó el primer lugar nacional de los

productos básicos importados. Así mismo, es el primer importador mundial de leche de vaca en polvo (132290 t).

Los bovinos para carne, representan la mayor población total (93 - 94%) con respecto a los de leche (6 - 7%) (Cuadro 2). Sin embargo, la población de bovinos de carne sólo se ha incrementado en 0.60%, lo cual contrasta con el 25.86% de incremento de los bovinos de leche. El incremento en la población de bovinos para leche puede deberse a la liquidez que el productor obtiene por concepto de venta de leche y que requiere para sus gastos diarios, a falta de financiamiento atractivo para los intereses del productor. Los bovinos para carne constituyen una de las actividades fundamentales del sector pecuario, debido a la contribución que realizan a la oferta de productos cárnicos y por su participación en la balanza comercial del país, donde las exportaciones de ganado en pie, hacia los Estados Unidos, es su principal rubro. De acuerdo con los datos de la FAO (2004b).

Cuadro 2. Población de ganado bovino (miles de cabezas) en México en el periodo 2000 - 2008.

TIPO DE	AÑOS								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TOTAL	30.523	30.620	34,406	31,476	31,247	30,989	31,163	31,395	31,760
CARNE	28.449	28.480	29.224	29,306	29,013	28,792	28,941	29,941	29,420
LECHE	2.074	2,140	2,182	2,169	2,234	2,197	2,221	2,304	2,340

Fuente: SIAP (2009).

4.3. Distribución y características de la producción bovina en México.

México está formado por 31 Estados y un Distrito Federal, presenta gran variedad de climas al estar dividido por el Trópico de Cáncer, presentan distintas cadenas montañosas y las regiones cercanas a los litorales, lo que influye que existan zonas con temperaturas extremas, áreas desérticas o muy húmedas. Las regiones ganaderas abarcan 1967173 km² del territorio nacional y se encuentran divididas en cinco zonas ecológicas: 1) zona templada (23.40% del total), presente en 27 estados y el Distrito Federal; 2) zona árida (28.35%), presente en 10 estados; 3) zona semiárida (19.94%), presente en 20 estados; 4) zona tropical húmeda (12.19%), presente en 17 estados y 5) zona tropical seca (16.12%), presente en 26 estados (INEGI, 2004) Cuadro 3.

Cuadro 3. Distribución nacional de ganado bovino y población ganadera por regiones.

REGIÓN	INVENTARIO CABEZAS DE GANADO
ÁRIDA Y SEMIÁRIDA	6,223,672
TEMPLADA	4,872,245
TRÓPICO SECO	8,143,458
TRÓPICO HÚMEDO	9,176,012

Fuente: SAGARPA, 2009.

La ganadería en México utiliza cerca del 53.7 % de los 200 millones de hectáreas de tierras usadas en actividades agropecuarias y contribuye con aproximadamente el 40 % del PIB del sector. Los sistemas de producción se

diferencian entre sí por la tecnología aplicada e integración en la cadena productiva asociadas al clima, vegetación y a la disponibilidad de recursos alimenticios, ya sean de producción nacionales o importados (Anónimo, 2000).

4.3.1. Trópico húmedo.

En México, las zonas con clima tropical abarcan el 27.7% del territorio nacional (INEGI, 2007); estas áreas juegan un papel importante en la producción de carne y leche (Magaña *et al.*, 2006). Sin embargo, las condiciones ambientales que prevalecen en estos climas dificultan la producción animal, principalmente con ganado bovino de origen europeo (*Bos taurus*) y los niveles productivos y/o reproductivos bajos. EL Trópico Húmedo ocupa el primer lugar en cuanto a población de bovinos por región con 9,176,012 cabezas siendo que la población total de ganado bovino (carne y leche) desde 2003 hasta el 2008, ha fluctuado en el país entre 30 y 31 millones de cabezas aproximadamente, (SIAP, 2009) (cuadro 4).

Cuadro 4. Bovinos carne y leche (2003-2008) Región trópico húmedo.

Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Veracruz	4,094,152	4,085,003	4,102,159	4,108,083	4,111,010	3,681,925
Chiapas	2,494,162	2,494,710	2,449,453	2,414,915	2,452,733	2,387,567
Tabasco	1,525,175	1,452,091	1,415,357	1,422,493	1,448,155	1,476,229
Yucatán	708,203	683,856	659,828	610,991	582,686	529,446
Quintana	100,205	111,946	113,121	104,982	111,603	100,845
Roo						
TOTAL	8,922,098	8,827,606	8,739,918	8,661,464	8,706,187	9,176,012

Fuente: datos elaborados por (SIAP 2009)

Las regiones del trópico húmedo de México, comprenden parte de 16 estados, y cubre una superficie de 24 millones de hectáreas, equivalentes al 12% de la superficie total del país. La alimentación del ganado bovino en estas regiones están basadas en el pastoreo, la producción de forraje de las praderas es variable ya que está influenciada por las temperaturas, precipitación y radiación solar que ocasionan excedentes de producción en las época de lluvias y deficiencias durante las de nortes y secas que afectan la producción animal (cano; *et al.*, 2003). Sin embargo, en las zonas bajas, en la época de seca se presenta la mayor producción de forraje, debido a la humedad residual presente en los suelos; mientras que en la época de lluvias, se obtiene la menor disponibilidad debido a que los potreros se

encuentran inundados, lo que ocasiona, también, estrés para el animal por la falta de áreas secas (De Dios, 2001). Predominan las razas cebú y sus cruces con razas europeas. El destino de la cría, desarrollo y engorda del ganado es el mercado nacional, también provee becerros para engorda y finalización en corrales nacionales. Sin embargo, esto último es de menor importancia, debido a las características de las razas que se explotan y a la distancias de los corrales de engorda. A pesar de las tendencias, en la actualidad, el ganado producido en el sur del país en su mayoría se finaliza en pastoreo; como resultado de las condiciones económicas, muchos ganaderos y engordadores no pueden adquirir ingredientes importados, por lo cual la modernización y la implementación de tecnologías es limitada (USDA, 2003).

La producción de los pastos es estacional y en muy poca área se utiliza riego. En las épocas de baja disponibilidad y al final de la engorda, algunos productores utilizan suplementos agroindustriales locales o concentrados comerciales. El periodo que se requiere para que los animales alcancen el peso al sacrificio (400 - 450 kg) se alarga debido a las deficiencias nutricionales y al manejo de los pastos, en caso extremo llega a ser de 36 meses de edad o más (Lastra *et al.*, 1998). El cambio de rendimiento y calidad de los pastos a través del año se refleja en la productividad de los rumiantes en pastoreo, ocasionando variación en el crecimiento, lo cual se manifiesta como pérdida o mantenimiento de peso o un crecimiento rápido.

Para evitar esta variación en el comportamiento de los animales, se han establecido estrategias de alimentación suplementaria a los animales en pastoreo que permitan reducir las pérdidas de peso en las épocas críticas y mantener una mejor tasa de crecimiento (Delgado *et al.*, 1981; Ramos *et al.*, 2006).

En el trópico de la mayoría de las explotaciones dedicadas a la engorda de bovinos realizan su producción de forma extensiva siendo los forrajes nativos y los introducidos su principal fuente de alimentación. En estos sistemas de producción de carne los becerros, son engordados a partir del destete (8 y 9 meses) con periodos de engorda que van desde los 18 - 24 meses y ganancias diarias de peso de entre 300 - 350 g. Causando que los animales sean enviados al sacrificio entre los 27 a 33 meses de edad que es cuando ya son maduros incluso viejos lo que causa una reducción en la calidad de la carne principalmente en la suavidad, textura y color, lo que hace menos competitiva a esa carne con la que proviene de la importación o nacional de los sistemas intensivos o estabulados.

La situación actual de la ganadería bovina en México ha creado una fuerte desventaja frente a la carne importada, la cual ha impactado notablemente por sus ventajas en bajo precio y conveniencia, sobre todo en el nicho de los cortes finos y supermercados, donde se ha reforzado su tendencia de dominar el sector del consumo familiar. Los bajos precios obtenidos por el productor afectan la rentabilidad de la actividad, que constantemente se ve

enfrentada a incrementos de las materias primas, situación que frena los esfuerzos de volver esta actividad más productiva (FIRA, 2003).

De acuerdo con una encuesta citada por SAGARPA (2002), en México, del total de hogares que gastan una parte de sus ingresos en la compra de carne en general, cerca del 72 % destina una parte de su gasto a la compra de carne de res, observándose la tendencia mayor ingreso –mayor gasto.

4.4. Tendencia de la ganadería bovina en el Estado de Tabasco, México.

Tabasco es uno de los estados de mayor precipitación del país. Está situado al sureste de México, limita por el norte con el golfo de México, por el noreste con el Estado de Campeche, por el sur con el estado de Chiapas, por el oeste con el estado de Veracruz y por el sureste con Guatemala. Dentro de las regiones ganaderas del país, se ubica en el trópico húmedo con 2,466.100 ha, lo que representa el 1.25% del territorio nacional (INEGI, 2004).

En Tabasco la población pecuaria está representada, principalmente, por las aves (carne y huevo) con 64.15 %, bovino (carne y leche) con 24.44%, porcino con 4.64 %, ovino con 1.21 %, guajolote con 5.54% abeja 0.071% (SIAP, 2009). (Cuadro 5)

Cuadro 5. Población ganadera, avícola y apícola 2004-2008 cabezas en el estado de Tabasco.

ESPECIE	2004	2005	2006	2007	2008
Bovino (carne y leche)	1,452,091	1,415,357	1,422,493	1,448,155	1,476,229
Bovino para carne	1,433,667	1,398,493	1,406,258	1,431,767	1,459,686
Bovino para leche	18,424	16,854	16,235	16,338	16,543
Porcino	318,271	328,598	350,274	298,081	280,292
Ovino	62,735	69,016	72,576	72,500	73,104
Ave (carne y huevo)	3,728,551	3,212,859	3,898,008	3,798,008	3,874,374
Ave para carne	3,415,926	3,033,875	3,716,698	3,627,749	3,696,537
Ave para huevo	312,625	178,984	118,310	170,588	177,837
Guajolote	348,177	192,264	336,384	335,879	334,896
Abeja (colmenas)	4,394	5,228	5,834	5,388	4,345

Fuente: datos elaborados por SIAP, 2009.

Los bovinos de carne representaron el 98.87 % del total y los de leche sólo el 1.12 % (SIAP 2009). La ganadería bovina es un pilar económico del estado, con un inventario de 33 mil 785 productores. Un 67% del territorio estatal se destina a esta actividad, ocupando el octavo lugar

nacional en cuanto al hato ganadero, con cerca de 1 millón 800 mil cabezas y un volumen de producción de carne bovina de 63 mil toneladas anuales. Se cuenta con una organización ganadera e infraestructura para procesar carne, leche y producir derivados. (Produce, 2008)

En el Estado de Tabasco, la ganadería bovina de carne representa el segundo sector económico más importante después del petróleo (Meléndez, 1998); El sistema de producción que se desarrolla es el de doble propósito (becerros para engorda, vacas y toros de desecho) con un promedio de 40 cabezas por unidad productiva; predominan la raza cebú y sus cruces con razas europeas (suizo, holstein y simental); la alimentación se basa principalmente en el pastoreo de pastos naturales, principalmente los géneros *Paspalum* y *Axonopus*, e introducidos, principalmente *Panicum maximun*, *Cynodon plectostachyus* y *Brachiaria decumbens*; *Echinochloa polystachia* y *Brachiaria mítica* en las zonas bajas (De Dios, 2001).

Existen tres estaciones climáticas: lluvias, norte y sequía. Según Meléndez *et al.*, (1980) en la época de lluvias (junio a octubre) se presenta la mayor producción de forraje, mientras que la menor producción ocurre en las épocas de norte (noviembre a febrero) y de seca (marzo a mayo). Sin embargo, en las zonas bajas del Estado, en la época de seca se presenta la mayor producción de forraje, debido a la humedad residual presente en los suelos; mientras que en la época de lluvias, se obtiene la menor disponibilidad debido a que los potreros se encuentran inundados, lo que

ocasiona, también, estrés para el animal por la falta de áreas secas (De Dios, 2001). Sin embargo en los últimos años esta situación ha variado.

La situación climatológica influye en el rendimiento y calidad de los pastos, por lo cual la respuesta productiva de los bovinos tiene amplia variación anual y en algunas regiones donde los bovinos dependen exclusivamente de los pastos nativos o mejorados como única fuente de nutrientes, frecuentemente, los animales son incapaces de cubrir sus necesidades alimenticias durante algunas épocas del año y pierden peso.

Las altas temperaturas, radiación solar, precipitación y humedad relativa del aire, típicos de las regiones tropicales, favorecen la alta producción de pasto, pero también el rápido envejecimiento y lignificación, por lo cual, se produce un pasto de menor calidad nutricional al poseer baja digestibilidad, consecuencia de un alto contenido de fibra (Crespo, *et al.*, 2003). Lo cual tiene un efecto negativo en el consumo de forraje (Peruchena, 1999; Garcés y Canudas, 2000; Valenciaga *et al.*, 2001; Pineda, 2004; Garmendia, 2005), dado que el animal ocupa mayor tiempo en la degradación de la fibra y reduce su consumo voluntario, disminuyendo consecuentemente el consumo de nutrientes propios para el mantenimiento y para producción de carne o leche. Afectando la fermentación ruminal, por lo que la disponibilidad de energía y proteína en el rumiante, se ve limitada (Leng, 1990).

El cambio en la disponibilidad y calidad de los pastos y forrajes a través del año se refleja en la productividad de los rumiantes en pastoreo, lo que ocasiona variación en su crecimiento y se manifiesta como pérdida o mantenimiento del peso, o crecimiento rápido. Existen períodos con buenas ganancias de peso, seguidos por otros en donde una alta proporción de esta ganancia de peso se pierde (Ruiz, 1994). En términos generales se han alcanzado ganancias de 0.8 - 1.2 kg/animal/d, con pastos mejorados en períodos cortos o épocas de crecimiento del pasto. Sin embargo, cuando las ganancias diarias de peso (GDP) se miden en años completos o períodos de ceba, raramente sobrepasan 0.6 kg/animal/d y tienen un promedio de 0.4 a 0.5 kg/animal/d (García-Trujillo, 1980).

La suplementación estratégica es una de las herramientas principales para mejorar la producción bovina, a base de pasto, en los trópicos, ya que permite corregir las dietas desbalanceadas, aumentar la capacidad de carga e incrementar la eficiencia de utilización de los pastos en su máxima producción, mejorar la ganancia de peso por animal y por unidad de superficie y acortar los ciclos de crecimientos y engorda de los bovinos (Peruchena, 2004). En este sentido, se destacan algunos trabajos de suplementación nitrogenada a través de bancos de proteína (Díaz y Padilla, 2003; Rivera, *et al.*, 2003), leguminosas asociadas (Ruíz *et al.*, 2003), caña con urea (Aranda 2000; Cano *et al.*, 2003), además, suplementación energética – proteinica en forma de melaza – urea (Delgado *et al.*, 2002), de

proteína de escape (Ramos *et al.*, 1998), suplementación con alimentos fermentados a base de caña de azúcar (Ramos, 2005).

Los pastizales asociados de gramíneas y leguminosas constituyen una alternativa económicamente viable para la producción ganadera en el trópico (Cino *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2007). Hernández *et al.*, (2003) obtuvo con machos cebú comercial en silvopastoreo de leucaena 0.650 kg de GDP/animal, Cruz (2007) reporta GDP de 0.528 a 0.645 kg de PV en machos cruzados de Cebú con Holstein, Suizo y Simmental, en un silvopastoreo similar. Vega *et al.*, (2007) obtuvieron GDP de 0.520 kg de PV en ganado Cebú, pero sólo con 10 % del área de pastoreo en asociación con leucaena, como banco de proteína. Diaz *et al.*, (2008) con *Pennisetum purpureum* *vc.* *Cuba CT-115*. Como banco de biomasa, Asociada con *Leucaena leucocephala* obtuvo GDP de 0.838 grs. en toretes en finalización de la raza *Charolais de Cuba*. Ramos *et al.*, (1998) obtuvieron GDP de 1.1 kg animal/d en toretes de 211 kg de PV pastoreando en estrella africana y suplementados con proteína de escape. Osorio y Segura (2003) obtuvieron de 0.520 kg de GDP con animales de hasta 400 kg de peso en etapa de finalización, al utilizar 1.50 kg de una mezcla energético-proteinica, con 16.00 % de proteína y 9.62 Mcal de EM/kg de MS. En pastoreo extensivo de Estrella Africana y pasturas nativas.

Cano *et al.*, (2003) al realizar un ensayo de crecimiento reportan ganancias diarias de peso superiores a 500 grs. Con animales de 220 kg de peso vivo

en pastoreo con predominancia de bigalta (*Hemarthria altísima*) y estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) suplementados con caña fermentada, bajos niveles de urea y enzimas fibrolíticas. Ramos (2005) al suplementar toretes de media ceba con alimentos obtenidos por medio de procesos biotecnológicos a base de caña de azúcar y alimento comercial las GDP fueron de 0.750, 1.00 kg/animal/d respectivamente. En animales suplementados con alimento comercial en el mismo ensayo de crecimiento, pastoreando en praderas de Estrella de África.

4.5. Factores que limitan el consumo voluntario de bovinos en pastoreo.

El mantenimiento del animal, el aumento de peso y la producción de leche dependen en gran medida del consumo de alimentos (Bondi, 1988), el cual depende del apetito del animal, variando de acuerdo con la edad y sus diferentes estados fisiológicos, las características específicas de los alimentos, condicionada por la digestibilidad: la capacidad para suministrar los nutrientes necesarios de forma equilibrada, la eficiencia alimentaria, y las condiciones ambientales que afectan a los animales y al desarrollo de las plantas que sirven de alimento. Son varios los factores que controlan la productividad en los rumiantes, pero los dos más importantes son determinar qué consumen y cuánto (Preston y Leng, 1989). En la nutrición animal generalmente se reconocen cuatro aspectos básicos que se deben tomar siempre en cuenta: los requerimientos del

animal, el contenido nutricional de los alimentos, su digestibilidad y la cantidad consumida por el animal (Mejía, 2002). En la ganadería moderna se busca maximizar el consumo, y minimizar las pérdidas de energía, para alcanzar el máximo potencial de producción (Araujo-Febles, 2005). En contraste, en humanos el objetivo es reducir el consumo por encima de los requerimientos, regulando el apetito para reducir la obesidad (Reynolds y Benson, 2004).

Minson (1990) define consumo voluntario como la cantidad de materia seca consumida cada día cuando a los animales se le ofrece alimento en exceso. (NRC, 1987) señala que en los bovinos productores de carne, el consumo voluntario se debe conocer o predecir para determinar la proporción de sus requerimientos que pueden ser cubiertos vía forrajes de baja calidad y así la cantidad de concentrado suplementario necesario por día puede ser calculada. (Mejía, 2002) en una revisión que documentan los factores que controlan el consumo voluntario de forraje (Greenhalgh, 1982; Allison, 1985; y Chávez, 1995) coinciden en dos teorías responsables de la regulación del consumo: la teoría física, relacionada con la capacidad del tracto digestivo, y la teoría quimiostática, basada en la densidad calórica de la dieta. Minson (1990) menciona que el consumo de forraje por animales en pastoreo es controlado por factores propios del animal, del forraje y del ambiente. La mayoría de éstos son iguales para animales en estabulación que en pastoreo; sin embargo, enfatiza en dos aspectos

específicos para animales en pastoreo, la selectividad y la disponibilidad de forraje.

4.5.1. Disponibilidad.

NRC (1987) menciona que los dos principales factores que influyen en el consumo por el ganado en pastoreo son: la cantidad y calidad del forraje disponible; siendo la cantidad el primer factor limitante. Asimismo, (López, 1984) menciona que la producción y presentación del forraje disponible para el animal en pastoreo, tiene efectos considerables bajo condiciones de pradera; pero estas variables pueden no ser importantes en pastoreo extensivo. En el agostadero, la accesibilidad del forraje, distancia del agua y los regímenes térmicos, resultan ser más importantes en atención a las limitaciones del consumo. Por otro lado, la fertilización con nitrógeno incrementa la producción de forraje pero no necesariamente incrementa el consumo o digestibilidad de la materia seca (Minson, 1990).

4.5.2. Calidad del forraje.

De acuerdo con Clark y Armentano (1997) y Allison (1985) dadas las características de la dieta de rumiantes en pastoreo, alta en fibra y baja en energía digestible, cobran importancia los efectos físicos de la distensión digestiva como limitantes del consumo voluntario, señalan evidencias de que el consumo voluntario es limitado por la capacidad del retículo-rumen y por la velocidad de desaparición de la distensión digestiva en este

órgano. La velocidad de desaparición depende de la velocidad de paso y de absorción, que a su vez dependen de las propiedades físicas y químicas del forraje.

4.5.3. Sistema de pastoreo del forraje.

El objetivo de un buen manejo de praderas es el proveer al animal con suficiente pasto y así asegurar un buen tamaño de bocado o mordida (Minson, 1990). Sin embargo, Allison (1985) cita que no hay diferencias significativas en la producción animal entre un sistema rotacional y el pastoreo continuo. Al incrementarse la intensidad del pastoreo, el ganado tiene menor oportunidad de seleccionar su dieta, debido a que se incrementa la velocidad de cambio de las especies y partes de las plantas preferidas. Por ello la carga animal es la variable más importante en el manejo de pastos y determina la productividad por animal y por área. Su efecto fundamental es a través de los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos con influencias marcadas en la estructura y composición química de la planta. En términos generales, a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección y en consecuencia, ingerirá alimentos de menor calidad. (Pirela, 2005).

4.6. Dinámica del nitrógeno en el rumen.

Los rumiantes absorben el exceso de N principalmente como amonio por la pared ruminal y aminoácidos y péptidos a nivel duodenal (Quijano, 1998; Wu, 1998). Por su parte, (Annison y Bryden, 1999) aseguran que en vacas lactantes de alta producción que pastorean pasturas frescas con alto contenido de proteína degradable y nitrógeno no proteico, a menudo presentan una tasa muy alta de transformación del amonio ruminal en urea. El amonio es un compuesto neurotóxico observándose un marcado daño cerebral en aquellos casos en los que los procesos de eliminación fallan (King, 2000). El hígado remueve y detoxifica el amonio absorbido desde el tracto digestivo, transformándolo principalmente en urea (Figura 3) (Annison y Bryden, 1999; Katz, 1992). A pesar de la importancia del NH_3 para la síntesis de proteínas microbianas, existe un límite en la cantidad que pueden utilizar los microorganismos, por encima de ese límite, es absorbido y transformado en urea en el hígado. La urea se recicla al rumen a través de la saliva y por medio de la pared ruminal, directamente desde la sangre (Church y Pond, 1996). La mayor parte de la urea formada no se utiliza por el animal y se excreta en la orina; esto ocasiona una pérdida de energía en el catabolismo, ya que, por cada molécula de urea formada, se requieren tres ATP de energía (Lehninger, 1991).

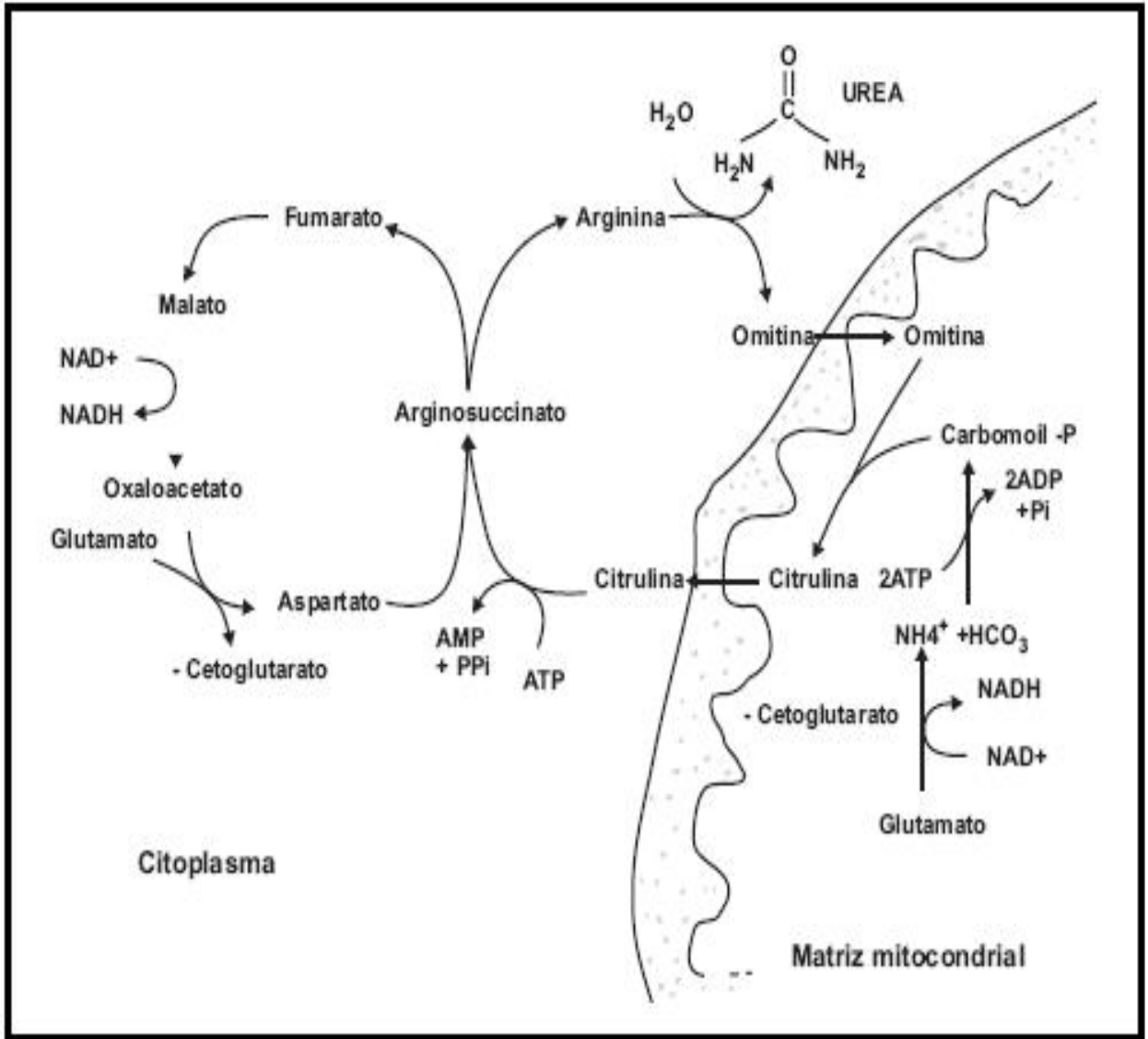


Figura 3. El ciclo de la urea (adaptado de Maynard *et al.*, 1979).

El primer paso en la síntesis de la urea se da en el interior de la mitocondria y consiste en la formación de carbamoiil fosfato (CbP) a partir de amonio y bicarbonato, reacción en la que se requieren cuatro ATP y es mediada por la enzima carbamoiil - fosfato sintetasas I (E.C. 6.3.5.5; CPS - I) (Waterlow, 1999). Existen dos enzimas CPS: una mitocondrial, CPS - I, la cual participa en la formación del CbP, y otra citosólica (CPS - II),

involucrada en la biosíntesis de nucleótidos de pirimidina (King, 2000). Esta primera reacción es clave en lo que se refiere al balance nitrogenado del organismo.

Los rumiantes absorben cantidades importantes de N como amonio. Para muchas dietas, los rumiantes absorben más nitrógeno como amonio que como aminoácidos (Reynolds *et al.*, 1994) estimaron que la absorción neta de amonio hacia el sistema porta puede representar hasta 49% del N consumido. Esto es particularmente importante en condiciones en las que vacas de alta producción pastorean forrajes jóvenes con alto contenido de proteína y de N no proteico lo cual resulta en altos niveles de amonio en rumen (Annison y Bryden, 1999)). Incluso, aunque parte del N sea absorbido como aminoácidos, existe un uso importante de aminoácidos en el tracto intestinal para la síntesis de proteína y para gluconeogénesis (Mcbride, *et al.*, 1998). Mutsvangwa *et al.*, (1999) por su lado, señala que el nitrógeno que es consumido por los rumiantes en forma de amonio varía en 30 y 80% del nitrógeno total absorbido. Bajo estas condiciones, el amonio entraría como tal al ciclo de la urea para hacer parte del CbP. Esta reacción, sin embargo, es de baja afinidad por el amonio debido a que la constante de Michaelis (Km) de la carbamoil fosfato sintetasa para este metabolito es de 2 mmol/L mientras que la de la glutamato deshidrogenasa oscila entre 0.51 y 1.04 mmol/L (Julliard, 1971). Esto significa que existe una mayor dificultad relativa para formar el complejo

entre la enzima y los sustratos con lo que la concentración de los sustratos necesaria para alcanzar la mitad de la velocidad máxima de reacción es mayor en comparación con enzimas con una (K_m) más baja, como lo es la glutamato deshidrogenasa (Niemeyer, 1978). De esta manera, el amonio que deja la zona intermedia del hígado, que es donde se concentran las enzimas que participan en el ciclo de la urea, debe ser incorporado a otra reacción (Katz, 1992): la formación de glutamato (Figura 4).

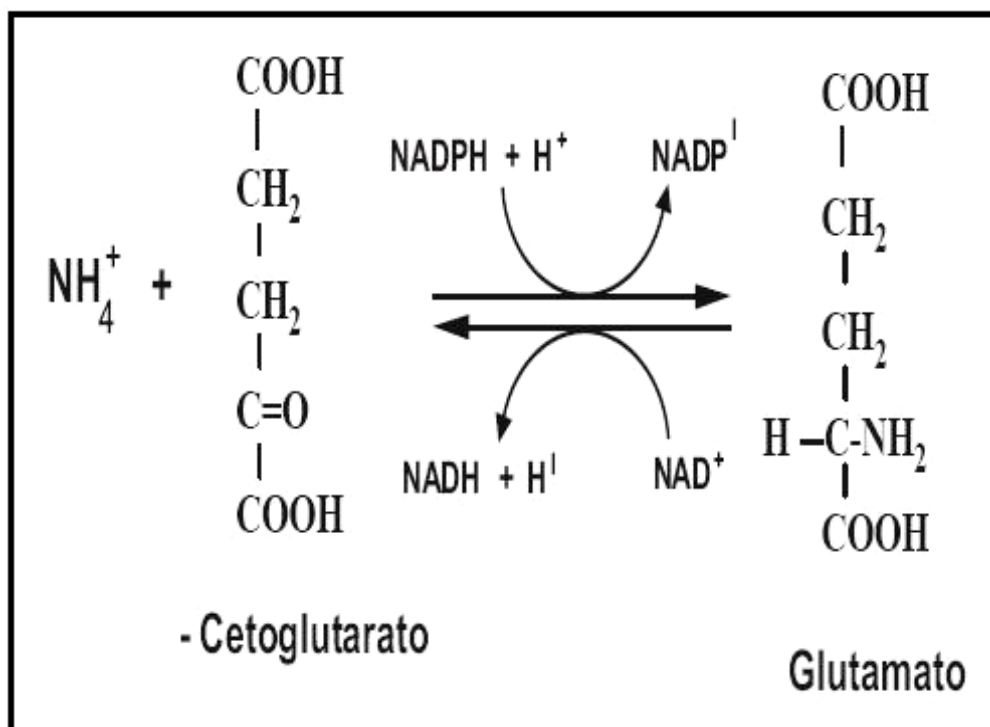


Figura 4. Formación de glutamato (adaptado de King, 2000).

4.7. Utilización de lípidos en rumiantes.

Las grasas y aceites son una fuente alimenticia para rumiantes, de alta densidad energética y de bajo costo. Los valores de energía metabolizable (EM) para bovinos de engorda asignados por los estándares actuales (NRC,

1996) son de 4,75 Mcal y 6,00 Mcal/kg⁻¹ para mantenimiento y ganancia, respectivamente. Las grasas de grado alimenticio contienen aproximadamente 90% de ácidos grasos totales (AFOA, 1999) y éstos representan casi el 100% de su contenido energético (Zinn, 1989). Por ello el valor energético de las grasas está supeditado a la digestibilidad de sus ácidos grasos, la cual se ha determinado en 80% en especies rumiantes (Palmquist, 1991). Aún así, los resultados generados en diversos estudios muestran a la grasa alimenticia como uno de los insumos de mayor variabilidad en cuanto a su valor nutricional, por lo que una gran atención se ha dirigido a comprender los factores que lo afectan. Plascencia *et al.*, (2005) en una revisión de diferentes trabajos menciona que las áreas a considerar incluyen tipo o fuente de grasa, contenido de ácidos grasos libres, grado de saturación, método de adición y nivel de adición.

4.8. Fuentes y tipos de grasas.

4.8.1. Grasa amarilla.

El término de “amarilla” se debe a su apariencia. También se le conoce como grasa de restaurante o grasa de cocina, ya que su origen es de cualquier combinación de los desperdicios o sobrantes de grasas y aceites colectados en cafeterías, restaurantes de comida rápida y panaderías. Como resultado de cocinar cada vez más con aceites vegetales, la mayor parte de grasa amarilla recobrada es de origen vegetal que ha sido parcialmente hidrogenizada para un mejor desempeño en el proceso de

cocinado, de tal forma que la proporción de insaturados: saturados es de 2,6 aproximadamente (Zinn, 1988; Plascencia *et al.*, 1991). Debido a la diversidad de sus fuentes, la grasa amarilla no es muy uniforme en su composición y puede variar de un área a otra, o de una planta a otra. De acuerdo a los parámetros establecidos por la Asociación Americana de Grasas y Aceites (AFOA, 1999), su punto de fusión debe ser menor a 40°C y no debe contener más de 15% de AGL y un máximo de 2% de impurezas.

4.8.2. Cebo.

El cebo o grasa animal es un subproducto derivado principalmente de desperdicios de carne y vísceras, mayormente de ganado vacuno. Este tipo de grasa se caracteriza por una mayor uniformidad, además de presentar un alto punto de fusión (>40°C) y un menor contenido de humedad e impurezas (<1,5%) así como de ácidos grasos libres (AGL), en comparación con otras fuentes de grasas (Brandt y Anderson, 1990; Zinn y Plascencia, 2004). En los rumiantes el cebo de res es una grasa de buena calidad y de excelente digestibilidad y con escasos efectos negativos sobre la microflora del rumen (Mateos *et al.*, 1995)

4.8.3. Grasas mezcladas.

Las grasas mezcladas son mezclas con diferentes proporciones de grasas de origen animal, aceites vegetales, así como aceites acidulados y subproductos de refinería. De la misma forma que la grasa amarilla, las

mezclas no son uniformes en su composición; de hecho, su composición es aún más variable, por lo que es difícil caracterizarla de una manera generalizada. Aún así, comparada con la grasa amarilla, es de apariencia más oscura y con un contenido mayor de AGL y materia insaponificable, tendiendo a poseer un valor de yodo más alto. Las características típicas de calidad para esta fuente de grasa son 90% mínimo de ácidos grasos totales (AGT) y niveles máximos de 50% de AGL, 3,5% de insaponificables, 1,5% de humedad y 1% de impurezas (Zinn, 1989).

4.8.4. Extractos de jabón y otras fuentes grasas altas en AGL.

Los extractos de jabón son subproductos resultantes de los procesos de la refinación de aceites comestibles. La composición de ácidos grasos es muy similar a la fuente original, pero con más contenido de AGL (>50%). Otra fuente de grasa alta en AGL es la grasa denominada “grasa de trampa” (*griddle grease*), la cual es obtenida en las trampas del desagüe de cocinas de cafeterías y restaurantes. Este tipo de grasa se ha incrementado en el mercado en los últimos años como resultado de recientes regulaciones medioambientales que indican que la grasa que se vierte al caño por error debe ser recuperada y reciclada. La composición es muy similar a la grasa amarilla, pero contiene tres veces más AGL (Plascencia *et al.*, 1999).

4.8.5. Nivel de inclusión.

Los rumiantes están bien adaptados a absorber pequeñas cantidades de grasas muy saturadas (menos del 3% de la materia seca) en dietas normales, sin embargo, algunos autores (Mateos, *et al.*, 1995) menciona que se puede usar hasta 200 g de grasa por animal por día sin afectar la celulolisis ruminal, Las recomendaciones para el uso de grasas alimenticias para dietas de rumiantes indican que éstas no deben exceder el 5% de la dieta total, puesto que se han observado efectos depresivos sobre el consumo y la eficiencia alimenticia cuando la grasa se incluye en niveles superiores (Haaland *et al.*, 1981; Ngidi *et al.*, 1990; Zinn, 1994). Sin embargo, las restricciones prácticas para su óptima utilización no han sido aún resueltas, ya que se han registrado casos negativos en comportamiento productivo con niveles de inclusión igual o menor al 3% de la dieta total (Hatch *et al.*, 1972; Krehbiel *et al.*, 1995), mientras que niveles de 8% han conducido a ganancias y conversiones superiores con relación a animales no suplementados (Zinn, 1989).

Una respuesta generalizada cuando se aumenta el nivel de grasa en la dieta es la disminución del valor energético de la grasa. (Zinn y Plascencia, 2004a) informan que al aumentar el nivel de grasa de 3 a 9% en una dieta de finalización para novillos, se observaron disminuciones en el consumo, ganancia diaria y conversión alimenticia.

4.9. Caña de azúcar en la alimentación de bovinos.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una gramínea perenne, adaptada a zonas tropicales y sub-tropicales y su persistencia está asociada a su manejo (Martin, 2004). Se considera como un recurso forrajero con potencial en los trópicos, debido su alta producción de biomasa por unidad de superficie, ya que es un cultivo eficiente en la captura de la energía solar durante la fotosíntesis. Además, se puede emplear en las etapas críticas de disponibilidad de pastos y forrajes, sobre todo en la época de seca, ya que es en ella cuando tiene la mayor producción de biomasa, debido a que este cultivo requiere poca agua cuando está en edad adulta (Alexander 1988; Mena 1988; Figueroa y Ly, 1990; Molina 1990; Aranda *et al.*, 2003). Además, en la época de seca se puede usar como heno en pie y no requiera lugar de almacenaje, ya que su almacenamiento es el propio terreno.

En México, el cultivo de la caña de azúcar se realiza en 15 Estados para la producción de azúcar, la superficie sembrada en el 2008 fue de 738,403.35 ha, con rendimiento promedio de 73.89 t/ha. En el Estado de Tabasco, la superficie sembrada fue de 30,263.00 ha con un rendimiento promedio de 50.53 t/ha. De acuerdo con los rendimientos obtenidos, se destaca el Estado de Puebla con un promedio de 120.00 t/ha (SIAP 2009)

En el Estado de Tabasco, Salgado *et al.*, (1994) al estudiar diferentes variedades de caña, dosis de fertilización y drenaje subterráneo, reportaron producciones de 89 a 150 t/ha/año. Al igual que en otros cultivos, los rendimientos de la caña pueden ser variables. Martín (2004) al revisar el rendimiento en varios países encontró que, la producción de tallos puede variar entre 88 y 148 t/ha/año e indicó que si se consideraba la biomasa total (tallos, cogollos y hojas) aprovechable para la alimentación animal, la producción se incrementaría en 30% la producción de biomasa total sería de 114.4 y 192.4 t/ha/año respectivamente. Alexander (1988) menciona que el potencial máximo de producción de biomasa total de la caña de azúcar en las regiones tropicales y subtropicales es de 395 y 276 t/ha/año, respectivamente, estos datos son muy superiores a lo reportados por Martín (2004) y a lo registrado por (SIAP, 2008). La alta concentración de azúcares solubles de la caña de azúcar (sacarosa, glucosa y fructosa) puede inhibir la celulolisis ruminal e influir negativamente en la digestibilidad de la fibra y el consumo voluntario (Elías 1983 y Galindo 1988), lo cual pudiera limitar el uso de la caña de azúcar como fuente básica energética por los rumiantes.

La caña de azúcar presenta deficiencias nutricionales, ya que tiene bajo contenido de proteínas (2 a 3%); es deficiente en minerales, principalmente en fósforo y azufre. Debido a esto, para su empleo en la producción animal se debe suplementar adecuadamente con una fuente NNP, como la urea (1 a

2%), además, de azufre en una relación N:S de 10:1. En el caso de animales en crecimiento o en producción, es necesario suplementarlos con proteínas sobrepasantes, urea y minerales (Álvarez, 1988).

La digestibilidad de la materia seca de la caña de azúcar, es mayor que la de otras gramíneas tropicales, debido a la presencia de carbohidratos solubles de fácil fermentación (Aranda *et al.*, 2003). Sin embargo, la tasa de digestión de la fibra es menor que en la mayoría de los pastos y leguminosas (Martín y Brito, 1997), lo cual indica que la digestión de las paredes celulares de la caña de azúcar representa una de las principales limitantes para utilizarla por los rumiantes (Aranda, 2000). González (1995) señaló que la fibra de la caña de azúcar tiene lenta tasa de pasaje y vaciado del tracto digestivo, lo cual explica su limitado consumo, aún cuando se ofrezca a voluntad.

A pesar del potencial forrajero de la caña de azúcar, los países productores de azúcar se enfrentan al reto de diversificar su producción, como respuesta a las dificultades del mercado internacional y las tendencias desfavorables de los precios del azúcar.

4.10. Procesos biotecnológicos para la producción de alimentos.

En términos generales, la biotecnología se puede definir como un conjunto de procesos tecnológicos que utilizan organismos vivos, parte de ellos o moléculas derivadas de organismos vivos, para fabricar o modificar

productos (FAO, 2004b y Sancho, 2004). Además, comprende aquellas técnicas de modificación genética de variedades de plantas, animales o microorganismos, para su utilización con un propósito específico (Niba, 2003). Las principales disciplinas que se aplican en el ámbito de la biotecnología son la microbiología, la bioquímica y la ingeniería genética. La biotecnología puede alterar la cantidad y disponibilidad de carbohidratos y proteínas presente en los pastos y forrajes, así como incrementar la tasa de digestión de la materia orgánica (FAO, 2003). Además, en la nutrición animal esta ciencia ha producido enzimas, probióticos, proteína unicelulares y aditivos antibióticos, para mejorar la disponibilidad de nutrientes de los alimentos y aumentar la productividad ganadera.

Actualmente, la investigación biotecnológica tiende a concentrarse en el sector privado de los países desarrollados. Sin embargo, en los países en desarrollo se pueden aplicar procesos biotecnológicos que no requieren de equipamiento especializado y ser fáciles de adoptar por los productores, si dispone de moderada infraestructura y de material disponible en la localidad para mejorar el valor nutritivo de alimentos fibrosos y no fibrosos con bajo contenido de nitrógeno, a través de los procesos de fermentación en estado sólido (Ramos, 2005).

4.11. Fermentación en estado sólido.

Los procesos fermentativos se pueden dividir en fermentación líquida sumergida (FLS) y fermentación en estado sólido (FES). La diferencia mayor entre estos dos procesos biológicos, es la cantidad de líquido libre en el sustrato. En la FLS la cantidad de sustancia sólida poca veces llega a ser mayor de 50 g/L y en la FES el contenido de sólido varía entre 20 y 70% del peso total (Mitchell *et al.*, 2002).

En los últimos años, la fermentación en estado sólido (FES) ha mostrado ser muy prometedora en el desarrollo de algunos bioprocesos y productos; y se ha evaluado el potencial de varios productos que pueden ser obtenidos por este método (Elias *et al.*, 1990; Sancho, 2004; Ramos *et al.*, 2006). Anupama y Ravindra (2001), Pandey *et al.*, (2001) y Mitchell *et al.*, (2002) definieron a la FES como aquellos procesos donde el crecimiento de los microorganismos se realizan en un material sólido (húmedo) en ausencia o con muy poca participación de agua líquida, entre el espacio de las partículas sólidas. Mitchell *et al.* (2002), señalaron que el agua que requieren los microorganismos para crecer la tomarían de la humedad del sustrato.

4.11.1. Factores que afectan la FES.

La FES se ha empleado, exitosamente, para la producción de enzimas y metabolitos secundarios. Muchos de estos metabolitos secundarios se

producen, aún, en FLS; sin embargo, cuando la producción se incrementa a gran escala, también se aumentan los costos y la demanda energética (Robinson *et al.*, 2001).

Los sustratos que se usan en los procesos de FES son productos o subproductos agrícolas o agroindustriales y algunos requieren pretratamientos (Mitchell *et al.*, 2002). Se pueden producir altos volúmenes, los productos tienden a concentrarse, se generan menos efluentes y los equipos que se usan para la fermentación son simples (Anupama y Ravindra, 2001).

Uno de los criterios de mayor importancia para el éxito en los procesos de FES, es la selección de la cepa y el sustrato conveniente. Otros factores importantes para el crecimiento microbiano en un sustrato en particular son: la fuente de carbón y la relación carbón/nitrógeno, temperatura, humedad y actividad del agua, pH, aeración, agitación y el tamaño de partículas (Pandey *et al.*, 2001).

Fuente de carbón y la relación carbón/nitrógeno.

El tipo, fuente, carbón natural y nitrógeno, son los factores de mayor importancia. La fuente de carbón representa la fuente de energía que puede estar disponible para el crecimiento de los microorganismos y puede ser un monosacárido simple o un polisacárido complejo. La selección de la fuente de carbón está en función de los microorganismos a emplear y el

producto a obtener. El nitrógeno es un factor importante que determina el crecimiento de los microorganismos y desempeña un importante papel en el cambio de pH en el sustrato durante la fermentación.

Temperatura.

La temperatura se eleva debido a las características exotérmicas de los procesos de fermentación y es uno de los indicadores más difícil de controlar. Muchos de los microorganismos usados en la FES son mesófilos y su temperatura óptima de crecimiento está entre 20 y 40 ° C y un máximo inferior a 50 °C. En los procesos de FES, la remoción de calor tiende a ser ineficiente, por lo que se producen gradientes de temperaturas y se localizan zonas de sobrecalentamiento en el sustrato (Mitchell *et al.*, 2002).

Humedad y actividad del agua.

La actividad del agua del medio se considera como un indicador fundamental para la transferencia de masa, de agua y los solutos, a través de la membrana celular (Anupama y Ravindra, 2001). Altos tenores de humedad pueden desplazar los gases del espacio entre las partículas y causar aglomeración y dificultar el intercambio gaseoso entre las partículas. Por otro lado, altos valores de humedad pueden hinchar el sustrato, lo cual incrementa la porosidad y esto favorece la difusión y acción de las enzimas, y mejora la penetración micelial (Mitchell *et al.*,

2002). En general, se ha establecido que en el caso de las bacterias, la humedad de la matriz sólida puede ser mayor de 70%, para las levaduras de 60 a 70% y en el caso de los hongos, de 20 a 70%. En el caso de que la cantidad óptima de humedad para el crecimiento de un microorganismo sea relativamente baja, aumenta el riesgo de contaminación.

pH.

Cada microorganismo posee un rango de pH óptimo para crecer. El crecimiento microbiano puede causar marcado cambio en el pH del sustrato, debido a la producción de ácido por la oxidación incompleta del sustrato o cuando el ión amonio es atrapado como amoníaco, por lo cual libera un protón al medio, causando una rápida disminución del pH. Por otro lado, la liberación de amonio por la deaminación de la urea u otras aminas puede incrementar el pH. La magnitud del cambio de pH, dependerá de la actividad metabólica de los microorganismos y de la capacidad amortiguadora del sustrato (Mitchell *et al.*, 2002).

El pH es uno de los problemas no resueltos en los procesos de FES, debido a la heterogeneidad característica del proceso. Un intento para superar la variación de pH durante los procesos de FES es el de formular sustratos en que se considere la capacidad amortiguadora de los diferentes componentes empleados, o por el uso de tampón formulados con componentes que no tengan influencia letal en la actividad biológica. En general, se ha observado que el crecimiento de los hongos tiene un rango

de pH entre 3.5 y 6, el de las levaduras entre 4.5 y 7, y el de las bacterias ligeramente mayor que los hongos. Sin embargo, esto no es una regla, ya que algunos *Lactobacillus* y otras bacterias, pueden crecer a pH 2 (Pandey *et al.*, 2001).

Aeración y agitación.

Estos procesos influyen en dos aspectos fundamentales: la demanda de oxígeno en los procesos aeróbicos y el transporte de masa y calor, fenómenos característicos de estos sistemas.

Tamaño de partículas.

Generalmente, un sustrato de pequeño tamaño de partículas puede proporcionar mayor superficie para el ataque microbiano, y esto sería considerado como un factor deseable. Sin embargo, el tamaño de partículas muy pequeño, provocaría que el sustrato se aglomere y puede interferir con la respiración/aeración microbiana, dando por resultado un pobre crecimiento. El mayor tamaño de partículas proporciona mejor eficiencia de respiración/aireación, debido al incremento del espacio entre las partículas, pero limita la superficie de ataque microbiano (Pandey *et al.*, 2001).

4.12. Alimento obtenido por FES, con el uso de la caña de azúcar.

4.12.1. Sacchapulido.

Elías *et al.*, (1990), desarrollaron una tecnología de enriquecimiento proteínico de la caña de azúcar, limpia y molida (98%, sin hojas, sin pajas y sin cogollo) mediante la FES durante 24 horas, con la inclusión de 1.5% de urea y 0.5% de minerales, para obtener síntesis de proteína microbiana.

Durante el proceso de fermentación aeróbica, la energía disponible en forma de carbohidratos solubles de la caña de azúcar, es utilizada para la conversión del NNP de la urea en nitrógeno (proteína microbiana) precipitable al ácido tricloroacético a través de un proceso físico – biológico, en el cual tienen un papel importante los microorganismos epifíticos de la caña de azúcar (Valiño *et al.*, 1994 a y b). En esta FES, la eficiencia de conversión de los carbohidratos solubles a proteína puede llegar a valores de 61%, debido al desarrollo de la microbiota que se establece en el sistema. Los metabolitos de la actividad microbiana se quedan en el alimento entre ellos vitaminas, aminoácidos, AGV, enzimas y otros, los cuales pueden contribuir a mejorar el comportamiento de los animales (Elías *et al.*, 1990).

El contenido de proteína bruta (PB), proteína verdadera (PVE) y fibra bruta (FB) del Sacchapulido está en el rango de 11.1 a 16.0%, entre 8.9 y 13.8% y de 24,6 a 26.6%, respectivamente. Debido a su alto contenido de

polisacáridos estructurales, se le han incluido otros alimentos que puedan servir como agentes dilutores de la fibra o mejoradores de la eficiencia fermentativa, que originan nuevas opciones y productos. Ramos (2005) reporta GDP 0.70 kg animal/día al suplementar toretes de media ceba con Sacchapulido pastoreando en pastura de estrella áfrica, en condiciones similares a nuestro ensayo.

Cuadro 6. Composición química del Sacchapulido.

Indicadores, %	Sacchapulido
Materia seca inicial	36.26
Materia seca final	35.25
Cenizas	7.41
Materia orgánica	95.59
Proteína bruta	19.70
Proteína verdadera	13.27
Razón (PVE/PB)100	67.35
DMO	77.67
EM, MJ·kg MS ⁻¹	11.50

Fernández (2009) reporta una mayor digestibilidad de las fracciones de fibra en el Sacchapulido (SP) en relación al forraje, pudieran deberse a que el SP presentó mayor disponibilidad de carbohidratos fácilmente degradables y mantuvo niveles altos de N-NH₃ lo cual, pudo haber propiciado una mayor actividad celulolítica ruminal, presentándose una

mayor degradación de la FDN y FDA. La mayor DIMS, DIFDN y DIFDA del SP puede estar relacionado a que tuvieron una mayor tasa de degradación ruminal de la pared celular, cantidad de sustrato potencialmente degradable en rumen y menor sustrato no degradable. Al incrementar la disponibilidad de los carbohidratos estructurales de los forrajes tropicales para la nutrición del rumiante, se incrementa el consumo voluntario, la producción de carne o leche (Pineda, 2004 y Garmendia, 2005) y se puede mejorar eficientemente el uso de pastos y forrajes (Peruchena, 2004).

Por todo lo anteriormente expuesto, es posible mejorar la producción bovina en el trópico, a través de la suplementación energética – proteínica, con materiales fibrosos y no fibrosos disponibles a nivel local o regional, mejorados nutricionalmente, a través de procesos biotecnológicos sencillos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Localización geográfica del área de estudio.

Este trabajo se realizó durante 125 días, de los cuales 13 se utilizaron como periodo de adaptación de los animales al manejo y a la alimentación, el ensayo comprendió los meses de Marzo a Julio, que corresponden a la época de secas y principios de lluvias (junio – octubre), en zonas bajas de la finca ubicada en el ejido Rancho Grande, municipio de Tenosique de Pino Suárez, Estado de Tabasco, México (figura 5). El municipio de Tenosique, se encuentra ubicada geográficamente en la región de los Ríos, entre los 17° 15' y los 17° 28' de latitud norte y los 90° 59' y los 91° 25' de longitud oeste, a una altitud de 20 msnm. Limita al norte con el municipio de Balancán, al sur y al este con la República de Guatemala y al oeste con el municipio de Emiliano Zapata y el Estado de Chiapas (Garcia, 1988).

5.1.1. Descripción del área de estudio.

La temperatura ambiente media anual es de 26.5°C, siendo la máxima media mensual de 30.5°C en mayo y la mínima media mensual de 22°C en diciembre y enero; la máxima y mínima absoluta alcanzan 44°C y 12°C, respectivamente. La humedad relativa promedio anual se estima en 81%, con un máximo de 85% en los meses de enero y febrero y una mínima de 74% en mayo y junio. La velocidad media máxima de los vientos se registra en los meses de noviembre y diciembre con 30 km/h (Anónimo, 1988). La

precipitación media anual es de 2095.1 mm, con un promedio máximo mensual de 361.6 mm en septiembre y un mínimo mensual de 69.2 mm en marzo (figura 6).

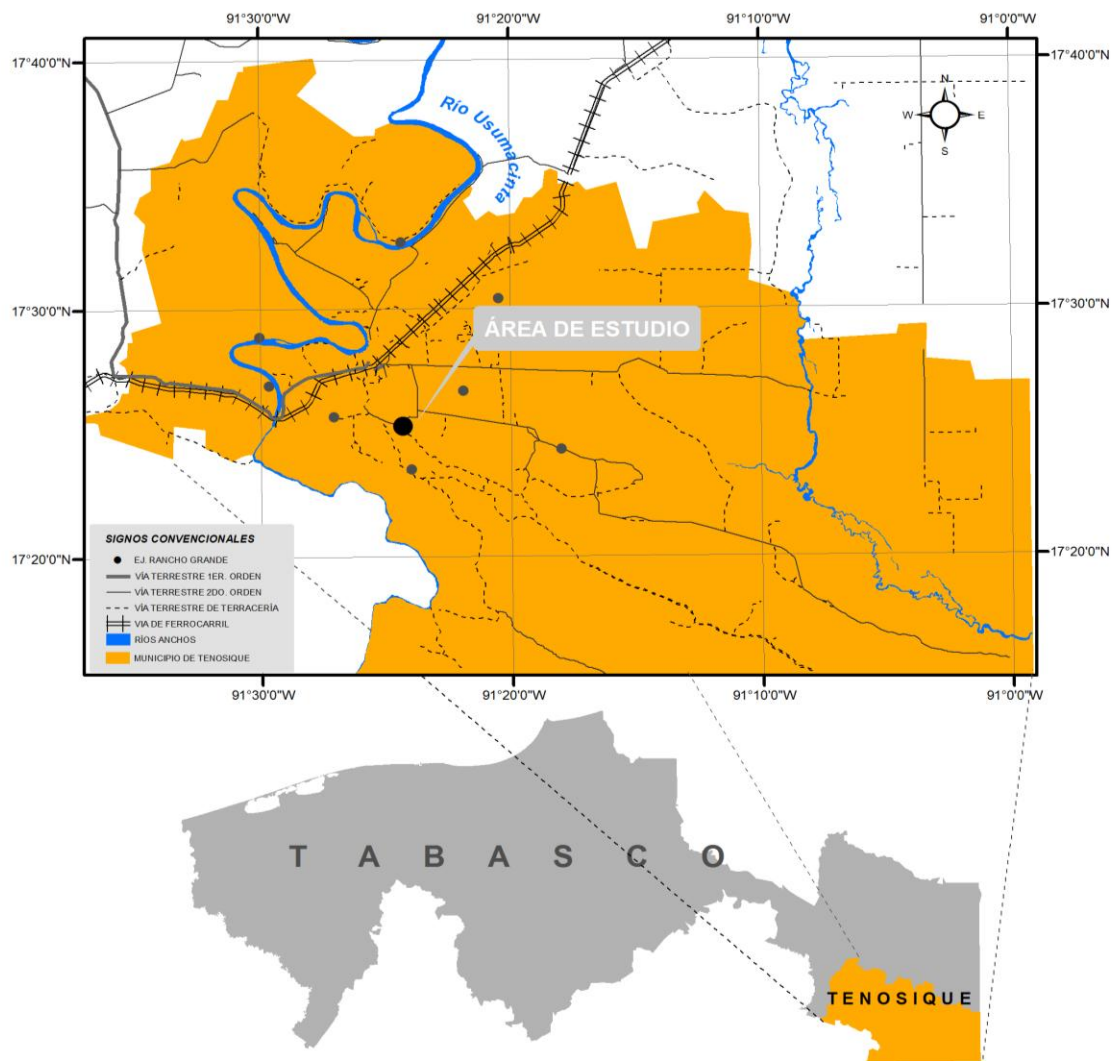


Figura 5. Localización geográfica del área de estudio.

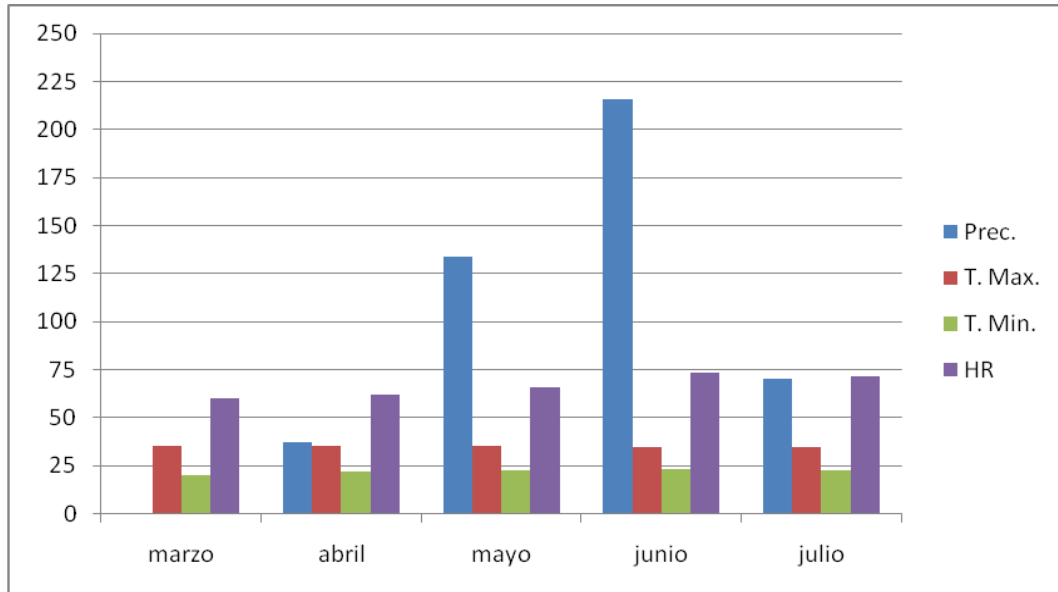


Figura 6. Condiciones climatológicas durante el desarrollo del ensayo

5.2. Diseño experimental y animales utilizados en el ensayo de crecimiento.

Se utilizaron 27 toretes cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) que fueron comprados a ganaderos del municipio, con diferentes grados de consanguinidad con un peso vivo promedio inicial de 330 ± 21.3 kg. Durante 125 días, distribuidos en tres tratamientos (suplementos) con 9 repeticiones (animales, cada animal representa una unidad experimental) en un diseño completamente al azar. Se usó el peso inicial como covariable, en los casos en los cuales ésta fue significativa, los resultados se ajustaron por este factor. El procesamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico (SAS, 2003).

Al inicio del experimento los animales se identificaron por medio de aretes con sus respectivos números y para identificar el tratamiento al que pertenecían se le colocaron hilos de colores en el cuello; a los animales se le aplicó un implante anabólico no hormonal (maxigro, lapisa S.A) en una sola aplicación, se utilizó dectiver Premium (lapisa S.A), Taktic (Hoechst Roussel Vet) como desparasitante externo con intervalos de 15 días o según incidencias de moscas y garrapatas. También se les aplicó una dosis de vitaminas A,D,E, (prometabol, lapisa S. A) inyectable cada tres meses. Todos los animales consumían sales minerales (Foscamag Plus®) la composición (en base a 100 g) según el fabricante fue la siguiente: fósforo elemental 18,0 g; calcio 18,0 g; sodio 5,0 g; magnesio 4,5 g; azufre 0,3 g; levadura 1,0 g; metionina de zinc 2.000 ppm; zinc 3.000 ppm; cobre 900 ppm; manganeso 900 ppm; hierro 200 ppm; yodo 40 ppm; cobalto 30 ppm, selenio 20 ppm. Y 1.000 ppm de monensina sódica y agua a libre acceso en el potrero.

Tratamientos experimentados.

Pasto + Sacchapulido.

Pasto + Sacchapulido + 100 g de cebo de res.

Pasto + Sacchapulido + 200 g de cebo de res.

5.3. Elaboración del Sacchapulido.

El Sacchapulido obtenido por FES se elaboró aproximadamente cada 5 días o dependiendo de las necesidades de los animales. La caña de azúcar

entera, libre de hojas y paja, se cortó y se dejó reposar a la sombra durante 24 horas, posteriormente, se molió en una picadora de forraje estacionaria. Ya molida la caña, se mezcló con los ingredientes en los porcentajes indicados en el cuadro 7, en una mezcladora estacionaria impulsada por un tractor.

Después de mezclar los ingredientes, al producto final se extendió en una superficie de concreto, libre de los rayos solares, con un espesor de aproximadamente 10 cm y se dejó fermentar durante 24 h. al transcurrir el periodo de fermentación se procedía a adicionarle el cebo de res de acuerdo a los tratamientos, para luego embolsar el alimento obtenido por FES para su almacenaje en bolsas de polietileno procurando no dejar espacios vacíos buscando evitar la presencia de oxígeno, de igual modo se procedió a pesar el alimento que se le proporcionaría a los animales.

Cuadro 7. Ingredientes (base fresca) usados para elaborar los alimentos por FES.

Ingredientes	Porcentaje
Caña de azúcar	74.2 %
Pulidura de arroz	20.0 %
Pasta de soya	4.0 %
Urea	1.0 %
Sulfato de magnesio	0.3 %
Minerales	0.5 %
Total	100 %

5.4. Manejo de los animales y su alimentación.

Todos los animales permanecían en la misma pradera, diariamente por la mañana se proporcionaba los suplementos en corraletas individuales según tratamiento, las cuales se construyeron en un punto central a todos los potreros para facilitar el manejo de los animales y evitar gasto de energía por locomoción, la distancia entre los potreros y las corraletas era de aproximadamente 50 m. El suplemento se le ofreció a razón de 6 g/kg BS de MS, más 20% para asegurar que siempre hubiera rechazo,

5.5. Manejo del pastoreo.

Se utilizaron 15 potreros delimitados con cerca eléctrica en una superficie total de 13.5 ha predominaba el pasto Egipto (*Brachiaria mutica*) y pasto Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*) y en menor proporción el pasto Alemán (*Echinochloa polystachia*) y la grama *Paspalum virgatum*. El tiempo de ocupación fue de 2 a 3 días de acuerdo con la disponibilidad de pasto tratando de que los potreros se recuperaran aproximadamente en 28 días, esto dependiendo de las condiciones del clima.

Para estimar la disponibilidad de forraje en los potreros se utilizo un marco de 0.25 m².

5.6. Variables evaluadas.

5.6.1. Indicadores bromatológicos en el pasto y los concentrados.

Las muestras de pastos se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C y se determinó la MS. Se molieron en un molino Willey, con malla de 1 mm. Posteriormente se hicieron muestras compuestas, mezclando la misma cantidad para cada especie cortadas el mismo día. Con relación a los alimentos obtenidos por FES, se tomaron, periódicamente, muestras al azar al momento de salir el alimento de la mezcladora mecánica, antes de ser extendida en el piso, para determinarle la MS. Después de las 24 horas de fermentación se tomaron muestras, también se tomaron muestras después de agregado el cebo y del alimento rechazado por los animales siguiendo el método de las diagonales, para los análisis bromatológicos y se hacía una muestra compuesta que era secada y molida. El pH se midió, inmediatamente, por duplicado, antes y después de la FES, con un potenciómetro marca ORION modelo 250. Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio del área de nutrición animal del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, México, ubicado en el km 21 de la carretera Cárdenas, Tabasco – Coatzacoalcos, Veracruz.

Los análisis bromatológicos se realizaron por duplicado:

- Materia Seca (AOAC, 1995)
- Materia Orgánica (AOAC, 1995)
- Cenizas (AOAC, 1995)

- Nitrógeno Total (AOAC, 1995)
- Nitrógeno No Proteínico (Hayward, 1975)
- Proteína Verdadera [PV= PB – (NNP*6.25)]
- Fraccionamiento de la fibra, FDN y FDA (Van Soest *et al.*, 1991)

Para la determinación del nitrógeno no proteínico (NNP), primeramente, se procedió a someter 2 g de muestra a la acción del ácido tricloroacético al 25 %, bajo refrigeración; la acción de éste ácido, provocó que las proteínas se precipitaran y se tomó una alícuota del sobrenadante, se centrifugó a 5000 rpm por espacio de 10 minutos, seguidamente se tomaron del sobrenadante 3 mL, y de inmediato se aplicó el procedimiento micro-Kjeldhal para determinar nitrógeno (AOAC, 1995).

Para la determinación de la fracción fibrosa (FDN y FDA), se confeccionaron por duplicado, bolsitas de tela nylon (5 x 10 cm, porosidad 45 μ m), fueron pesadas y se agregó 0.6 g de muestra, posteriormente, fueron selladas con un termo-sellador (*Impulse Sealer*TM, Model AIE-300 AC-120V), y se sometieron a la acción del detergente neutro y detergente ácido (Van Soest *et al.*, 1991).

5.6.2. Consumo de suplemento.

Se midió diariamente en corraletas individuales, se obtuvo por diferencia del alimento ofrecido menos el alimento rechazado.

5.6.3. Consumo de pasto.

Al final del experimento, a todos los animales se les suministró 3 g de Cr_2O_3 , durante 15 días consecutivos, cubierto con bolsa de papel y mezclado con melaza, para asegurar que fuera ingerido totalmente por el animal. Los últimos cinco días de la dosificación con óxido de cromo se colectaron muestras de heces directamente del recto del animal y se secaron a temperatura ambiente, hasta que se obtuvo el último muestreo. Posteriormente, se mezclaron la misma cantidad de las heces de cada animal, obtenidas durante los cinco días, para hacer 27 muestras compuestas, una por cada animal; se secaron en estufa de aire forzado a 60°C por 72 horas hasta alcanzar un peso constante. Estas muestras se molieron en un molino Willey, con malla 1.0 mm, para análisis posteriores.

La concentración de cromo en las heces se determinó en un espectrofotómetro de absorción atómica (Spectra 10, Varian), la preparación de las muestras se realizó según Williams *et al.*, (1962); se determinó, también, el contenido de cenizas insolubles en ácido (CIA) en los suplementos, pastos y heces (Keulen y Young, 1977), el consumo de pasto y la digestibilidad total de la MS (DTMS) de los animales suplementados se estimó según Geerken *et al.*, (1987).

El consumo de pasto también se estimó de acuerdo a los requerimientos de energía metabolizable (EM) del NRC (1984) más un 10% para ajustarlo al

trópico, según el PV del animal y la GDP de los animales. Se determinó el aporte de EM del alimento multiplicando el consumo del suplemento por la EM del suplemento. Para determinar el consumo de pasto, al requerimiento de EM del animal de acuerdo al PV y GDP se le resta el aporte de EM del suplemento y la diferencia se dividió entre la EM del pasto.

5.6.4. Cambio de peso vivo (PV).

Para conocer los cambios de PV, los animales sin ayunar se pesaron a las 09:00 horas, durante tres días consecutivos al inicio del experimento, y posteriormente cada 30 días. De los tres pesos obtenidos se obtuvo un promedio.

5.6.5. Balance alimenticio.

Esto se realizó de acuerdo con el consumo de pasto obtenido con marcadores y a los requerimientos de energía y obtenidos de las tablas del NRC (1984) más el 10% para ajustarse al trópico. En el cual se hace una comparación entre la cantidad de nutrientes consumidos contra los que teóricamente el animal debía consumir.

5.6.6. Rendimiento en canal.

Después de los 125 días que duró el ensayo de crecimiento, se enviaron a los animales que alcanzaron el peso que exige el rastro frigorífico de Villahermosa, Tabasco, México, el cual se encontraba ubicado a 240 km del

rancho. Se registro el PV de los animales, al salir de la finca y al llegar al rastro frigorífico; allí mismo, se obtuvo el peso de la canal caliente y el peso de la canal fría. Estas variables se analizaron en un diseño completamente aleatorizado, usando el peso inicial como covariable.

5.6.7. Coloración de la canal.

Después que los animales se sacrificaron en las instalaciones del rastro frigorífico de Villahermosa, Tabasco, se siguió el proceso de la matanza hasta llegar al cuarto de frío, para obtener muestras de grasa y de la canal, en las canales seleccionadas se evaluaron inmediatamente el grado de pigmentación, utilizando un colorímetro portátil de reflectancia, marca Hunterlab, modelo Miniscan XE Plus LAV 45/0. El equipo proporciono los resultados de la escala CIE $L^* a^* b^*$ (Manual Miniscan® XE Plus User Guide), con un patrón de observación de 10° y una intensidad de luz de D65 (luz solar de atardecer), sugerido por las recomendaciones de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación).

Se uso la escala CIE $L^* a^* b^*$ la cual presenta una amplia gama en el color amarillo, adecuada para medir pigmentación en la grasa. Los valores que emite la escala CIE $L^* a^* b^*$ se describen a continuación:

– Eje L^* (luminosidad) donde: 0 es negro, 100 es blanco.

- Eje a^* (rojo-verde) donde: los valores positivos son rojos; los valores negativos son verdes y 0 es el neutro.

- Eje b^* (amarillo-azul) donde: los valores positivos son amarillos; los valores negativos son azules y 0 es el neutro.

VI. RESULTADOS.

Durante el ensayo de crecimiento, en los primeros meses, la precipitación, humedad relativa y evapotranspiración fue menor, siendo mayor en el último mes de evaluación (junio), así mismo, la temperatura máxima promedio oscilo sobre los 35 °C con una mínima de 20 °C (Anexo 1).

Cuando la temperaturas se midió con el bulbo seco y húmedo, las temperaturas máximas del día se presentaron en el horario de las 14:00 horas en todos los meses, siendo siempre mayor la temperatura con el bulbo seco, destacando el mes de junio que alcanzó una temperatura de 44.6 °C (figura 7).

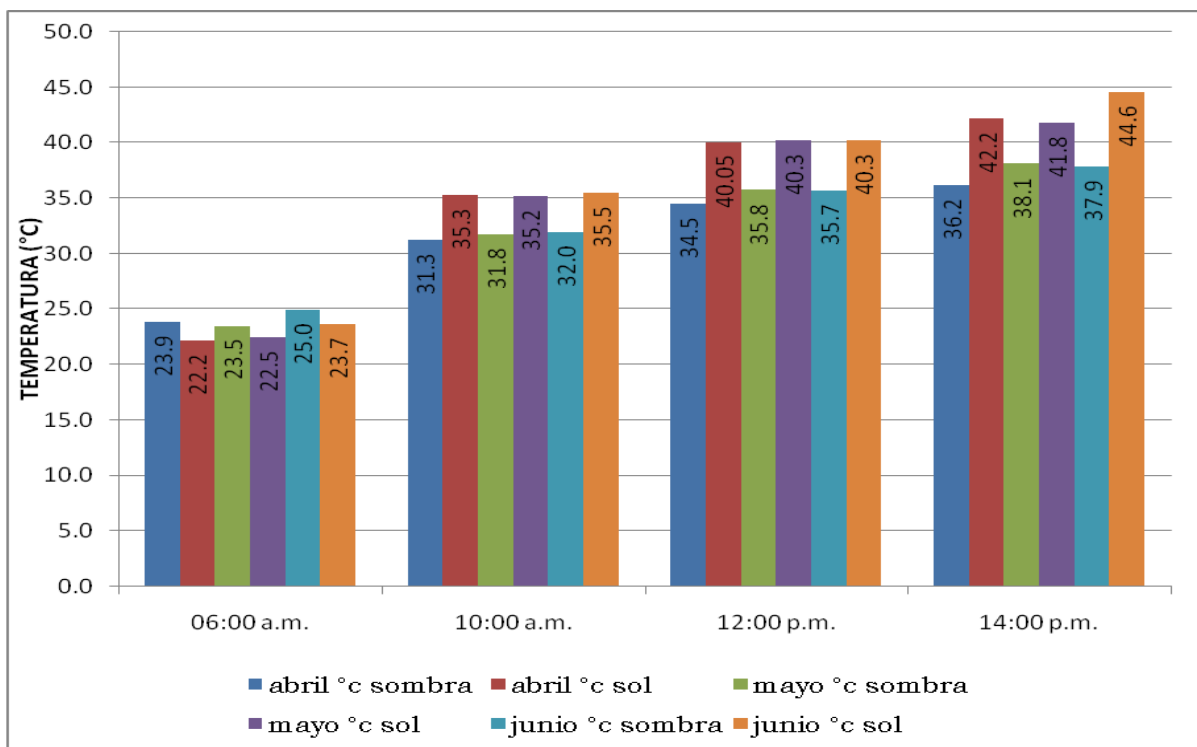


Figura 7. Temperaturas bulbo seco y húmedo durante el ensayo de crecimiento.

Los muestreos realizados a los potreros en durante los meses en que se desarrollo el ensayo indican que la mayor producción de biomasa se presento en los meses de junio y julio, en los otros meses fue ligeramente menor, siendo el mes de marzo el que tuvo el menor valor, 9.2 kg de MS/100 kg de PV (figura 8).

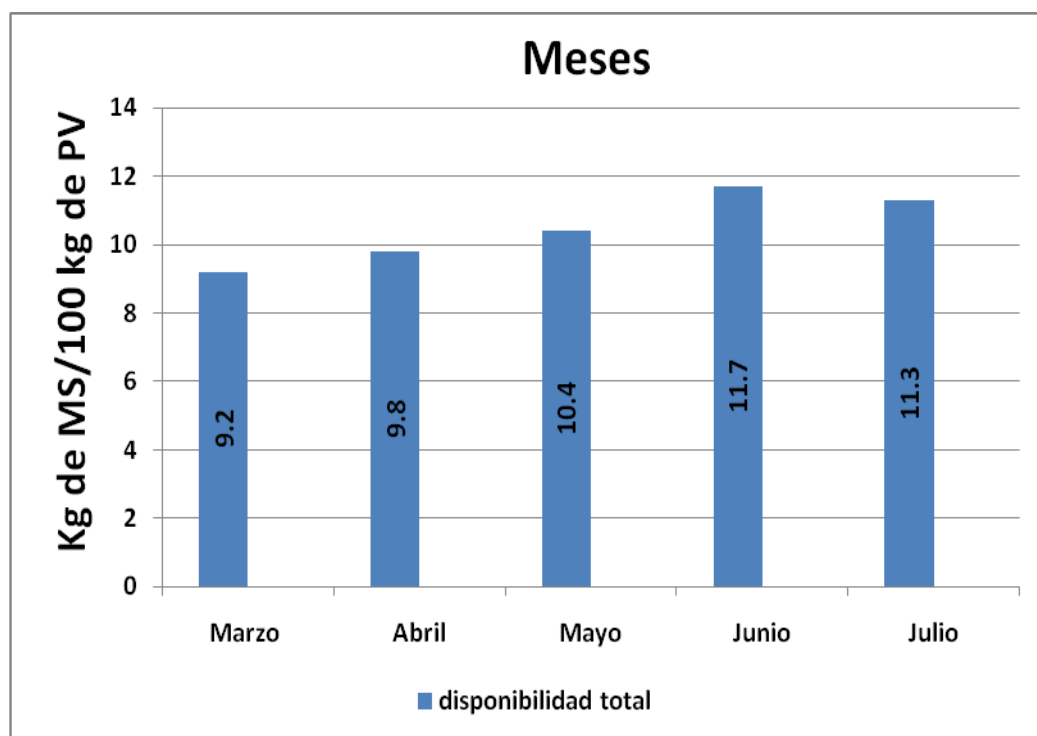


Figura 8. Disponibilidad promedio de MS/100 kg de PV (presión de pastoreo) durante el ensayo de crecimiento.

Los resultados de los análisis bromatológicos realizados a los pastos con mayor predominancia (*Brachiaria Mutica* y *Cynodon plectostachyus*), se expresan en el Cuadro 8, ambos pastos presentan valores similares en MS (24.6 y 26.5 %), PB (9.89 y 9.64 %), FDN (72.1 y 73.91 %) y FDA (46.61 y 45.0 %). Pero la DMO fue para los dos pastos (45.71 %).

Cuadro 8. Composición bromatológica de los pastos en los potreros.

Indicadores %	<i>Brachiaria Mutica</i>	<i>Cynodon plectostachyus</i>
Materia seca	24.6 ± .75	26.5 ± 1.6
Proteína Bruta	9.89± 0.90	9.64 ± 0.83
Cenizas	9.09 ± 1.15	6.94 ± 0.13
Materia Orgánica	90.91 ± 1.15	93.06 ± 0.13
Digestibilidad de la Materia Orgánica	45.71 ± 2.80	45.71± 2.80
Contenido Celular	27.9±4.23	26.08 ± 5.17
Fibra Detergente Neutro	72.1± 4.23	73.91 ± 5.17
Fibra Detergente Acida	46.61±4.07	45.0 ± 9.13
Hemicelulosa	25.5± 4.80	26.0 ± 7.32

El cuadro 9, muestra los valores bromatológicos del alimento fermentado a base de caña (Sacchapulido), en el cual se observa un contenido de MS fue de (43.12 %), PB (20.4%), PVE (13.1%), la DMO de (65.28%) de la MS, el FDN y FDA mostraron porcentajes de 37.06 y 19.0, respectivamente.

Cuadro 9. Composición bromatológica del Sacchapulido.

Indicadores	Porcentaje	DE ±
Materia Seca	43.12	3.16
Proteína Bruta	20.04	1.54
Nitrógeno no Proteínico *6.25, %	6.92	0.98
Proteína Verdadera.	13.13	1.51
Cenizas.	4.51	0.87
Materia Orgánica.	95.48	0.88
Digestibilidad de la Materia Orgánica	65.28	2.83
Contenido Celular	62.93	2.52
Fibra Detergente Neutro	37.06	2.52
Fibra Detergente Acido	19.0	2.76
Hemicelulosa	18.06	2.15

En animales suplementados con Sacchapulido, el peso final no presentó diferencia significativa entre tratamientos. Este mismo comportamiento se observó al analizar estadísticamente la variable ganancia total, ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia expresada en g/kg de PV que tampoco mostraron diferencias (Cuadro10). Sin embargo; cabe destacar que las GDP de 1.175 kg/animal/día obtenida son superiores a los reportados en animales en solo pastoreo.

Cuadro 10. Cambio de peso de los toretes suplementados en pastoreo.

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido + 100 g de cebo	Sacchapulido + 200 g de cebo	EE ±
Peso inicial, kg.	323.4 ± 17.4	330 ± 24.3	330.89 ± 21.5	
Peso final, kg.	472.7	474.0	470.9	8.75
Ganancia total, kg	144.5	145.8	142.7	8.75
GDP kg/animal/d(125)	1.14	1.17	1.17	0.03
GDP kg/animal/d(112)	1.02	1.04	1.05	0.03
Ganancia, g/kg del PV	2.99	3.10	3.00	0.17

Medias con diferentes superíndices en la misma fila difieren a (P<0.05)

La figura 9 Muestra el comportamiento en el tiempo de la variable ganancia de peso, al inicio del periodo de evaluación se aprecia ganancias superiores a los 2 kg, registrándose un descenso notorio en los meses posteriores permaneciendo en la misma tendencia el resto del ensayo.

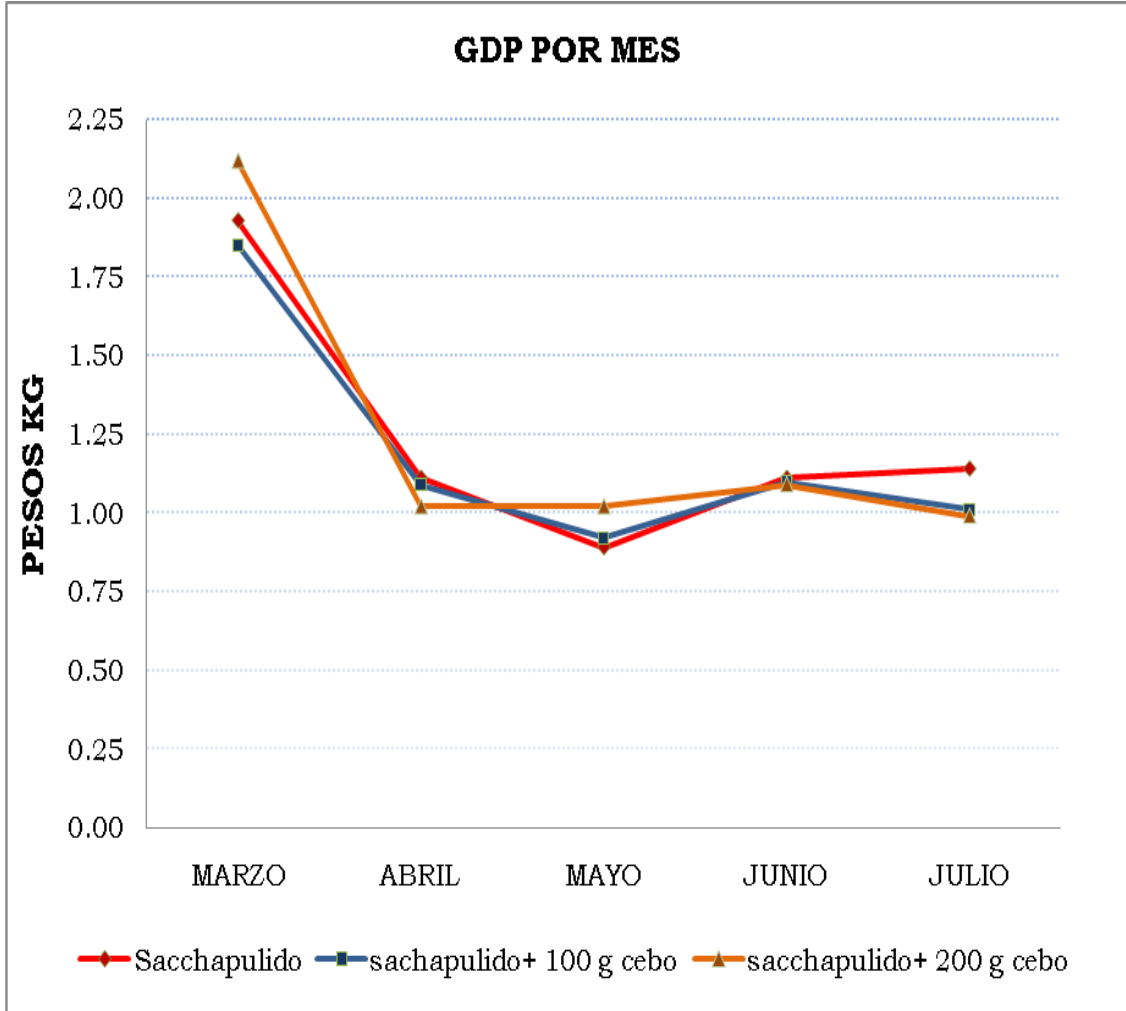


Figura 9. Comportamiento mensual de los toretes durante el ensayo.

En relación al consumo de los suplementos, base húmeda y base seca no hubo diferencias entre los tratamientos estudiados (Cuadro 11). Sin embargo, cuando este es expresado en g/kg de PV el menor valor de consumo se observó en el tratamiento de Sacchapulido con 200 g de cebo en relación al tratamiento Sacchapulido sin cebo, pero se comporto de manera similar al tratamiento Sacchapulido + 100 g de cebo de res. Cuando el consumo del suplemento se mostró en g de MS/ kg de PV del

animal solo el tratamiento Sacchapulido + 200 g de cebo presentó diferencia significativa ($P>0.01$) con respecto a los demás tratamientos evaluados.

Cuadro 11. Consumo de suplemento de toretes en pastoreo.

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido + 100 g de cebo	Sacchapulido + 200 g de cebo	EE \pm
MS suplemento %.	43.12 \pm 3.16	43.12 \pm 3.16	43.12 \pm 3.16	
Consumo del suplemento, BH, Kg/animal/d.	5.68	5.11	4.93	0.20
Consumo del suplemento, BS, Kg/animal/d.	2.44	2.20	2.12	0.08
Consumo de suplemento, g/kg de PV BS.	6.12 ^a	5.48 ^{ab}	5.30 ^b	0.20

Medias con diferentes superíndices en la misma fila difieren a ($P<0.05$) * $P<01$

En el cuadro 12, se muestran los resultados de la conversión y eficiencia alimenticia de Sacchapulido como se puede observar el tratamiento solo Sacchapulido presenta los menores valores en cuanto a los indicadores mencionados. Pero sin observarse diferencia entre los tratamientos.

Cuadro 12. Conversión y eficiencia alimenticia del Sacchapulido.

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido + 100 g de cebo	Sacchapulido + 200 g de cebo	EE \pm
Conversión alimenticia BH en kg.	5.528	5.036	4.813	0.87
Conversión alimenticia BS en kg.	2.384	2.171	2.075	0.16
Eficiencia alimenticia BH en kg.	0.186	0.204	0.213	0.001
Eficiencia alimenticia BS en kg.	0.432	0.473	0.494	0.006

Medias con diferentes superíndices en la misma fila difieren a ($P < 0.05$) * $P < 0.01$

No se encontraron diferencias significativas en la variable consumo de pasto, obteniendo resultados ligeramente mayores el tratamiento Sacchapulido + 100 g de cebo, este comportamiento favorable también se observó para el consumo de suplemento expresados en materia seca, así como para el consumo total en kg de MS/animal/día. El tratamiento con mejor respuesta para la variable consumo total con respecto al porcentaje del peso vivo de los animales, fue el solo Sacchapulido (Cuadro 13).

Cuadro 13. Digestibilidad total de la MS y consumo de pasto estimado con marcadores en la última etapa de evaluación.

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido +100 g de cebo	Sacchapulido +200 g de cebo	EE \pm
Peso vivo, kg	456.6	465.2	467.8	8.75
Digestibilidad total de la MS, %	65.2 \pm 2.8	65.2 \pm 2.8	65.2 \pm 2.8	
Consumo de pasto kg MS/animal/d	10.9	11.2	10.8	0.08
Consumo de suplemento, kg MS	2.13	2.10	2.05	0.08
Consumo total kg MS/animal/día	13.03	13.3	12.9	0.04
Consumo total % PV	2.85	2.86	2.75	0.06

Medias con diferentes superíndices en la misma fila difieren a ($P < 0.05$).) * $P < 0.01$

Al estimar el consumo de pasto según los requerimientos de EM (cuadro 14) se puede observar que todos los tratamientos obtuvieron similares consumos de pasto, de igual manera que el consumo total de MS/animal/día. Y consumo total expresado en porcentaje del PV.

Al comparar el consumo total de MS obtenido mediante marcadores con el que teóricamente debió consumir según las tablas del (NRC, 1984), y tomando como referencia el PV promedio y las GDP de los animales, el consumo total de MS obtenido con marcadores es ligeramente inferior a los de las tablas del NRC (1984) Cuadro 15.

Cuadro 14. Consumo estimado de pasto, de acuerdo a los requerimientos EM

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido + 100 g de cebo	Sacchapulido + 200 g de cebo
Peso vivo kg	456.6	465.22	467.83
Ganancia diaria de peso, kg	1.026	1.046	1.053
Consumo de suplemento BS, kg	2.13	2.10	2.05
EM del Sacchapulido, Mcal/kg de MS	2.73	2.73	2.73
EM del pasto, Mcal/kg de MS	1.9	1.9	1.9
Requerimiento de EM	27.3	28.0	28.0
Aporte de EM del suplemento	5.81	5.73	5.59
Consumo de pasto, kg/MS	11.31	11.72	11.79
Consumo total de MS, kg	13.44	13.82	13.84
Consumo total en % del PV BS	2.94	2.97	2.95

Cuadro 15. Comparación del consumo total de MS estimado con marcadores y de acuerdo a los requerimientos de EM

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido +100 g de cebo	Sacchapulido + 200 g de cebo
Marcadores	13.03	13.30	12.90
Requerimiento de EM	13.40	13.80	13.80
Consumo total, % PV BS			
Marcadores	2.85	2.86	2.75
NRC (1984)	2.94	2.97	2.95

De acuerdo al peso vivo y las ganancias diarias de pesos obtenidas durante el ensayo de crecimiento el aporte de EM tanto del pasto como del

suplemento no cubren los requerimientos de energía en ninguno de los tratamientos, esto comparado con la tabla de requerimiento de NRC (1984) sin embargo las diferencias que se presentan entre el balance por marcadores y el NRC (1984) no es significativo (Cuadro 16).

Cuadro 16. Balance de energía cuando el consumo de suplemento se obtuvo con marcadores interno y externo.

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido + 100 g de cebo	Sacchapulido + 200 g de cebo
Peso vivo kg	456.6	465.22	467.83
Ganancia diaria de peso kg.	1.02	1.046	1.053
Consumo de suplemento, kg/MS	2.13	2.10	2.05
Consumo de pasto, kg/MS	10.9	11.2	10.8
EM del suplemento, Mcal/kg de MS	2.73	2.73	2.73
EM del pasto, Mcal/kg de MS	1.9	1.9	1.9
Aporte EM del Cebo, Mcal/kg de MS	0	0.6	1.2
Consumo de energía metabolizable, Mcal/d			
Aporte del pasto	20.71	21.28	20.52
Aporte del suplemento	5.81	5.73	5.60
Aporte del Cebo	0	-0.6	1.2
Aporte total	26.52	27.61	27.32
Requerimiento, Mcal/d			
NRC (1984)	27.3	28.0	28.12
Diferencia Mcal/d			
NRC (1984)	-0.78	-0.39	-0.80

*Al requerimiento de EM que marca el NRC, se le agregó el 10% para ajustar los requerimientos al trópico. ** El aporte de cebo se estimó en 6 Mcal/kg de MS.

Con respecto al rendimiento en canal y las clasificaciones otorgadas en el rastro frigorífico de Villahermosa. Al finalizar el ensayo los animales que alcanzaron el peso (450 kg que requiere el frigorífico) fueron transportados al rastro frigorífico que se encuentra en la ciudad de Villahermosa la cual se ubica a una distancia de aproximadamente 240 km de la ciudad de Tenosique, durante el trayecto (6 hrs.) los toretes perdieron en promedio 27 kg. Los tratamientos evaluados no presentaron significancia en el rendimiento y clasificación de la canal en frío de igual modo en caliente, sin embargo, el tratamiento Sacchapulido + 200 gr. de cebo obtuvo una mejor clasificación en la canal, alcanzando la clasificación como novillo de primera y primera especial (Cuadro 17), los criterios utilizados para dicha clasificación según las normas del frigorífico son la coloración de la canal, cantidad y coloración de la grasa, entre otros criterios.

Cuadro 17. Rendimiento y clasificación de la canal de los toretes.

Indicadores	Sacchapulido	Sacchapulido +100 g de cebo	Sacchapulido + 200 g de cebo	EE ±
PV al salir del rancho, kg	466.67	476.67	474.44	14.55
PV frigorífico, kg	439.89	449.22	468.57	14.57
Rendimiento de la canal caliente, %	55.05	55.07	55.13	0.36
Rendimiento de la canal frío, %	53.51	53.62	54.28	0.45
Clasificación de la canal	Novillos 1 ^{era} /1 ^{era} especial	Novillos 1 ^{era} /1 ^{era} especial	Novillos 1 ^{era} /1 ^{era} especial/TS	

Medias con diferentes superíndices en la misma fila difieren a (P<0.05).) *P<01

Los resultados de la pigmentación de la grasa de los animales suplementados con Sacchapulido se presentan el cuadro 18, las muestras se tomaron al momento del sacrificio en el rastro frigorífico y corresponden a la parte de la paleta y lomo de los toretes.

Cuadro 18. Resultados de la pigmentación adquirida de los toretes suplementados con Sacchapulido

Valores de b* Paleta	Pigmentación %	Valores de b* Lomo	Pigmentación %
5.75	24.5	10.92	46.57
8.2	34.97	9.4	40.13
8.3	35.40	7.42	31.64
10.98	46.82	10.43	44.48
± 2.14	9.12	1.55	6.61

L*= Luminosidad, donde: 0 es negro, 100 es blanco. a= rojo-verde, donde: los valores positivos son rojos, los valores negativos son verdes y 0 es el neutro. b*=Amarillo-azul, donde: los valores positivos son amarillos, los valores negativos son azules y 0 es el neutro.

VII. DISCUSIÓN.

No se encontró diferencia estadística para la variable GDP entre los tratamientos estudiados, sin embargo, las GDP obtenidas en este estudio, (Cuadro 10) están dentro de los rangos superiores o mayores informados por otros investigadores en el trópico

Ramos *et al.*, (1998) reportó GDP de 1.1 kg en animales en pastoreo suplementados con proteína de sobrepaso. Aranda *et al.*, (2004) reportó 0.44 Kg/animal/d en novillonas pastoreando pasto estrella de África y suplementadas con caña integral con urea al 1% + 1 kg de suplemento. Caro (2007) reportó 0.90 kg en animales en pastoreo suplementando con ensilado de caña + 15 g de enzimas fibrolíticas (fibrozime). Cano *et al.*, (2003) reportaron 0.580, 0.559, 0.584 y de 0.566 kg/animal/d, para animales suplementados con Saccharina rústica, caña integral con urea, caña integral con urea y enzima fibrolítica y solo pastoreo, respectivamente, + 1kg de alimento comercial en todos los tratamientos. Díaz *et al.*, 2009 reportaron 0.556 kg/animal/d con animales en pastoreo del CT-115 (*Penisetum purpureum* VC) más *Leucaena leucocephala*. Rodríguez *et al.*, 2009 reportaron 1 kg/animal/d con toretes en pastoreo suplementados con forraje de caña, melaza urea y un concentrado.

Las buenas GDP encontradas en nuestro estudio, posiblemente se debió a la disponibilidad del pasto (figura 8), 9.2 a 11.7 kg de MS/100 kg de PV.

Esta cantidad pudo no limitar el consumo voluntario, y efectivamente, este fue de 2.9% de PV; García-Trujillo (1980) indicó que la cantidad mínima de pasto para obtener GDP entre 600 y 700 g/animal/d es de 6 a 8 kg de MS/100 kg de PV. También pudiera estar relacionado al contenido de nutriente de los pastos, ya que como se observa en el cuadro 8, son de buena calidad.

Los resultados bromatológicos del pasto (cuadro 8), son similares con los reportados por Ramos (2005) en el mismo rancho y coinciden con lo publicados por Martín (1998) en cuanto a proteína bruta y a los valores de FDN y FDA reportado por Peruchena (2004).

Otro aspecto que pudiera estar relacionado también con las buenas GDP es la calidad del Sacchapulido (cuadro 9). El contenido de PB, PVE del Sacchapulido usado en este estudio, es ligeramente mayor a los obtenidos por Ramos (2005) con la misma plantación de caña, teniendo como variación la edad de la plantación y la época del año, lo cual pudo haber influido en el contenido total de los nutrientes (20.04 y 13.13 vs 18.74 y 11.9%, respectivamente).

Ha sido indicado por Ramos *et al.* (2007), que el Sacchapulido tiene un efecto positivo en el incremento de la digestibilidad *in situ* de la MS (DIMS) del pasto cuando se usa como suplemento, reportó incremento en la DIMS del pasto *Penisetum purpureum* Schmacher de 9.3 y 12.6% a las 12 y 24 h,

respectivamente cuando suplementó Sacchapulido a animales canulados en rumen. Fernández (2009), encontró también que el Sacchapulido incrementó la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DIMS), digestibilidad *in situ* de la materia orgánica (DIMO) y la digestibilidad *in situ* de la fibra detergente neutro (DIFDN) del pasto cuando se usó como suplemento, la DIMS, DIMO y DIFDN del pasto a las 12 h se incrementó en 5.6, 5.3 y 6.7% y a las 24 h se incrementó en 13.3, 11.9 y 9.4%, respectivamente

Según Ramos *et al.*, (2007), el efecto positivo que tiene el Sacchapulido cuando se usa como suplemento sobre la digestibilidad del pasto, pudiera deberse a los productos de la FES que se producen fuera del rumen (aminoácidos, vitaminas, péptidos, AGV de cadenas corta y a los AGV de cadenas ramificadas) que estimularían a las bacterias celulolíticas del rumen cuando el animal lo consume.

Las GDP obtenidas en este estudio (1.0 kg/animal/día), son mayores a los 0.700 kg/animal/día que reportó Ramos (2005), cuando usó al Sacchapulido sin cebo como suplemento en la misma finca y en los mismos potreros, pero en diferente época del año, por lo cual, pudiera haber un efecto de época del año, ya que él realizó el ensayo de crecimiento en los meses de junio a enero del 2003 que corresponde a la épocas de lluvias y nortes, donde en el mes de septiembre de ese año se alcanzó la mayor precipitación (350 ml) y nuestro ensayo de crecimiento se

realizó en la época de secas e inicio de lluvias pero fue un año con poca precipitación en relación a otros años (anexo 1).

Como se mencionó en la metodología, el lugar donde se realizó el ensayo de crecimiento se ubica en zonas bajas del Estado de Tabasco, México y Según De Dios (2001), en las zonas bajas del Estado de Tabasco, la mayor producción de forraje se presenta en la época de seca, debido a la humedad residual presente en los suelos; mientras que en la época de lluvias, se obtiene la menor disponibilidad debido a que los potreros se encuentran inundados, lo que ocasiona, también, estrés por efecto del encharcamiento, lodo en los potreros y falta de áreas secas.

Osorio (1995) estudió el relieve del suelo (zona alta vs zona bajas) en la época de nortes, con animales de diferentes genotipos en pastoreo, las GDP fueron de 0.403, 0.349, 0.336 y 0.358 kg/animal/d para los de zonas altas y de 0.180, 0.189, 0.124 y 0.056 para los de zonas bajas para los genotipos Charoláis x Cebú, Holstein x Cebú, Cebú Brahaman y Simental x Cebú, respectivamente. Al estudiar el efecto de la época del año, en zonas bajas del Estado de Tabasco, Osorio *et al.*, (1996), reportó GDP de 0.200, 0.625 y 0.487 kg/animal/d para la época de norte, sequía y lluvias, respectivamente.

Por otro lado, cuando las GDP se analizaron por mes (figura 9), se encontró que en el primer mes (periodo de adaptación a la dieta) fue de 2.0

kg/animal/d, esta alta GDP se pudiera deberse al crecimiento compensatorio indicado por Macedo y Arredondo (2008) ya que los animales utilizados en el ensayo de crecimiento, provenían de diferentes ranchos alimentados a base de pasto y con posible limitaciones en cuanto a disponibilidad y calidad de los pastos, y al llegar al rancho y ser suplementado con el Sacchapulido, alimento con buena composición química, expresaron de manera inmediata su potencial productivo.

El consumo del suplemento (cuadro 12) no presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, sin embargo, cuando se expresó en g/kg del PV, este disminuyó significativamente con el mayor nivel de cebo agregado al Sacchapulido (200 g). El consumo del Sacchapulido sin cebo, 6.12 g/kg del PV, fue ligeramente superior a los 5.11 g/kg del PV, reportado por Ramos (2005).

El hecho de que no se haya encontrado respuesta en GDP con la adición de cebo de res, pudiera deberse a que fue muy poco lo que aportó de energía metabolizable (EM) a la dieta de los animales ya que con el máximo nivel estudiado (200 g) solo se aportó 1.2 Mcal/d de EM. Así mismo, si consideramos que el consumo total de MS del tratamiento que incluyó 200 g de cebo fue de 12.9 kg (cuadro 16), nosotros estaríamos incluyendo el 1.64 % de cebo de la dieta total, por lo cual, en estudios posteriores, recomendamos incluir mayor porcentaje de cebo en la dieta

Según Mateos *et al.*, (1995), los rumiantes están adaptados a absorber pequeñas cantidades de grasas muy saturadas (menos del 3% de la MS) en dietas normales y menciona que se puede adicionar hasta 200 g de grasa/animal/d sin afectar la celulolisis ruminal. Zinn (1994), indican que las grasas no deben exceder el 5% de la dieta ya que se han observado efectos negativos sobre el consumo y la eficiencia alimenticia cuando incluye en niveles superiores. Zinn y Plascencia (2004) observaron que al aumentar el nivel de grasa de 3 a 9% en dieta de novillos en finalización, se presentan disminuciones en el consumo voluntario, GDP y conversión alimenticia.

El rendimiento en Canal y en frío de este estudio (55.1 y 53.5%, respectivamente) cuadro 17, fueron ligeramente menores a los obtenidos por Ramos (2005) en animales en pastoreo con la misma dieta (56.1 y 54.2%, respectivamente).

Peruchena (1998) menciona que uno de los puntos más importantes a considerar en la suplementación de los animales en pastoreo es acortar los ciclos de crecimiento y engorda de los bovinos, lo que permite mayor rotación del capital y uso más eficiente del suelo. En nuestro estudio, si se considera el peso inicial promedio (330 kg) de los animales y las GDP obtenidas, para alcanzar los 470 kg de PV se necesitaron 140 días, pero si se consideramos la GDP (0.44 kg/animal/día) obtenida por Ramos (2005) con animales en pastoreo sin suplementación, se necesitarían 318 días.

El consumo de pasto obtenido con los marcadores y el obtenido de acuerdo al consumo de energía indicado por el NRC (1984) y ajustado al trópico (más 10%), de acuerdo al peso del animal y la GDP obtenida, fueron similares (Cuadro 15). Esto nos indica, que la metodología donde se toma en cuenta el consumo de EM, pudiera usarse en animales en pastoreo para estimar el consumo de pasto cuando se tiene el consumo del suplemento. Sin embargo, es necesario hacer estudios específico donde se mida el consumo *in vivo* de pasto, con marcadores y con esta metodología.

Según Pérez-Infante (1983) la ED o la EM para estimar el consumo de pasto, son adecuadas y confiables, ya que tienen los menores coeficientes de variación cuando se comparan con otros componentes de los pastos.

XIII. CONCLUSIONES.

1. No se encontró efecto en la ganancia diaria de peso para los niveles de cebo estudiado
2. La ganancia diaria de peso obtenida cuando se suplementó Sacchapulido a los animales en pastoreo, está dentro de los rangos superiores informados por otros investigadores en el trópico

IX. BIBLIOGRAFIA.

- A. Díaz, P.C. Martín, E. Castillo y J.L. Hernández. 2008.** Preceba y ceba de machos Charolais en pastoreo de leguminosas herbáceas, silvopastoreo y banco de biomasa Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 42:2
- AFOA (1999)** Trading and Arbitration Rules. American Fats and Oils Association. New York, EEUU. pp. 34-36.
- Alexander, A.G. 1988.** Sugarcane as a source of biomass. In. Sugarcane as feed. FAO animal production and health paper. Rome. 46 – 60 pp.
- Allison, C. D. (1985).** Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. J. Range Manage. 38:305.
- Álvarez, F.F.J. 1988.** Experiencia de la caña de azúcar integral en la alimentación animal en México. En: La caña de azúcar como pienso. FAO. 153 – 163 pp.
- Annison E.F., Bryden W.L. 1999.** Perspectives on ruminant nutrition and metabolism. II. Metabolism in ruminant tissues. Nutr Res Rev; (12): 147 – 177.
- Anónimo, 1988.** Gobierno del Estado de Tabasco. Tabasco, Centros Integradores. Servicios Cartográficos y Editoriales. p. 182.
- Anónimo, 2000.** Claridades agropecuarias. La producción de carne en México. En: carne No. 83. Apoyo y servicios a la comercialización agropecuaria. Dirección general de operaciones financieras. 40 p.
- Anupama & Ravindra, P. 2001.** Studies on production of single cell protein by *Aspergillus niger* in solid state fermentation of rice bran. Braz. Arch. Biol. Technol. 44 (1).

- AOAC. 1995.** Official Methods of Analysis.16th Ed. Off. Agric. Chem., Washington, D.C., U.S.A.
- Aranda, E.,Mendoza, G.,Marcoff, C., & Ramos, J.A. 2004.** Changes in the digestión of three varieties of sugar cane and their fiber fractions. Cuban Journal of agricultural science. 38:2:135.
- Aranda, I.E.M. 2000.** Utilización de la caña de azúcar en la alimentación de rumiantes. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de México. 90 p.
- Aranda, I.E.M., Ramos, J.J.A. & Mendoza, M.G.D. 2003.** Caña de azúcar en la alimentación de bovinos. Manual de producción. Gobierno del Estado de Tabasco. Colegio de Postgraduados. ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco. 24 pp.
- Araujo-Febles. O. 2005.** Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos en pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia. Depto. Zootecnia. Maracaibo. 12 p.
- Bondi, A. 1988.** Nutricion Animal. Edit. Acribia, Zaragoza.
- Brandt R.T., Anderson, S.J, 1990.** Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. J. Anim. Sci. 68: 2208-2216.
- Cano, A.L, Aranda, I. E, Mendoza, M.G, Pérez P.P, Ramos J.J. (2003)** Comportamiento de toretes en pastos tropicales suplementados con caña de azúcar y enzimas fibrolíticas. Tec. Pec. Méx. 41 (2): 153 – 164.

- Caro, H. J.M. 2007.** Evaluación del tejido adiposo de toretes en pastoreo finalizados con ensilado de caña de azúcar (*saccharum officinarum l.*) Tesis de Máster en ciencias. Colegio de Posgraduados Campus Tabasco, México.
- Chávez, M. G. (1995).** Consumo voluntario de forraje de rumiantes en libre pastoreo. En: Curso-Taller Internacional de Actualización Sobre Consumo Voluntario de Alimentos. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Church, D.C. & Pond, W.G. 1996.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial UTEHA, Noriega Editores. México. 438 p.
- Cino, D.M., Castillo, E. & Hernández, J.L. 2006.** Alternativas de ceba vacuna en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala*. Indicadores económicos y financieros. rev. Cubana de Ciencia Agrícola. 40:25
- Clark, P. W. And L. E. Armentano. 1997.** Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. J. Dairy Sci. 80:898.
- Crespo, G., Herrera, R.S. & Martínez, O. 2003.** Principales factores que influyen en la producción y calidad de biomasa de gramíneas. En: II foro Latinoamericano de pastos y forrajes. La Habana, Cuba.
- Cruz, R. 2007.** Aumente el peso de becerros al destete utilizando banco de proteína y una fuente de energía. Disponible: <http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologias/Alimenta/ARCHIVO6.pdf> [Consultado: diciembre 2008].

- Da Rosa, P. L. M.; Fischer, V.; Baes, M. C.; Ferreira, E. X.; Patiño, P. R. M.; Fainé, G. J. y Lima, M. P. 2005.** *Suplementação energético-protéica no desenvolvimento corporal de novilhas Jersey em pastejo.* Revista Brasileira de Zootecnia. 34(1):175-177
- De Dios, V.O.O. 2001.** Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Rovirosa. Biodiversidad, desarrollo sustentable y trópico húmedo. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco. pp. 376.
- Delgado, A., Crespo, G., Elías, A. & Llanes A. 2002.** Ceba de añojos en pastoreo con suplementación de miel/urea. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 36: 45.
- Delgado, A., Valdés, G., Molina, A., Ruiz, R. & Aguilar, I. 1981.** Sistema de ceba basado en pastos con suplementación o sin suplementación. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 15:149-163.
- Díaz, C.A, Castillo. E, Martín. P.C, Hernández. J.L. 2009.** Ceba de toros mestizos lecheros, en silvopastoreo con leucaena, acceso a banco de biomasa y suplemento activador del rumen. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 43, Número 3, 235-238p
- Díaz, S.M.F. & Padilla, C. 2003.** Alternativas de utilización de leguminosas temporales en el trópico. En: II foro Latinoamericano de pastos y forrajes. La Habana, Cuba.
- Elías, A. 1983.** Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en cuba, tomo 2, Utilización, Capítulo IV. Ed. EDICA. La Habana, Cuba. 187 – 246 pp.

- Elías, A., Lezcano, O., Lezcano, P., Cordero, J. & Quintana, L. 1990.** Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 24:1
- Ensminger, M.E. 1993.** Dairy cattle science. Animal agriculture series. Third edition. Interstate publishers, inc. Danville, Illinois, USA. 550 p.
- FAO. 2003.** Estudio FAO investigación y tecnología 8. Biotecnología agrícola para países en desarrollo. Resultado de un foro electrónico. Roma. <http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCR EP/004/Y2729S/y2729s00.htm> /Consultado: Octubre del 2009/.
- FAO. 2004a.** Compendio de indicadores sobre la alimentación y agricultura. Departamento económico y social. La dirección de estadística. <<http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.jsp?commodity=944&lang=ES&year=2004>> /Consultado: 8 de septiembre del 2008/.
- FAO. 2004b.** El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2003-2004. La biotecnología agrícola: ¿una respuesta a las necesidades de los pobres? Roma. <http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/006/y5160s/y5160s00.htm> /Consultado: Octubre del 2005/
- FAO. 2005.** Información estadística. Consultado el 18 de mayo de 2008.
- Fernández, C. R., 2009.** Efecto de los niveles de urea en el Sacchapulido sobre los patrones de fermentación ruminal. Tesis de Master en ciencias. Colegio de Posgraduados Campus Tabasco, México.

- Figueroa, V. & Ly J. 1990.** Alimentación porcina no convencional. GEPLACEA. PNUD. Serie diversificación. Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe exportadores de azúcar. México, D.F. México.
- FIRA, 2003.** (Fideicomisos Instituidos en relación con la agricultura). Perspectivas de la red carne de bovino. Morelia, Michoacán. 18 p.
- Galindo, B.J.L. 1988.** Efecto de la zeolita en la población de bacterias celulolíticas y su actividad en vacas que consumen ensilajes. Tesis de doctor en ciencias veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 135 p.
- Garcés, Y.P. & Canudas, L.E. 2000.** Potencial de producción de carne en sistemas de pastoreo para el trópico. En: 2° Simposium internacional sobre bovinos de carne. Veracruz, México.
- García, E. 1988.** Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F.
- García-Trujillo, R. 1980.** Utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. Pastos y Forrajes. 3:503.
- Garmendia, J. 2005.** Suplementación estratégica de vacas de doble propósito alrededor del parto. *En:* IX Seminario de pastos y forrajes. Universidad del Zulia –Asociación Venezolana de Producción Animal. San Cristóbal, Venezuela. 112–129 pp.
- Geerken, C.M., Calzadilla, D. & González, R. 1987.** Aplicación de la técnica de dos marcadores para medir el consumo de pasto y la digestibilidad de la ración de vacas en pastoreo suplementadas con concentrado. Pastos y Forrajes. 10:266-273.

- González, R. 1995.** Contribución al estudio de los factores que limitan el consumo de caña integral por los bovinos. Tesis de Doctorado. ICA. Habana, Cuba.
- Greenhalgh, J. F. D. (1982).** An introduction to herbage intake measurements. In: J. D. Leaver (Ed). Herbage Intake Handbook. The British Grassland Society.
- Haaland, G.L., Matsushima, J.K., Jhonson D.E., Ward. G.M. (1981)** Effect of replacement of corn by protected tallow in a cattle finishing diet on animal performance and composition. J. Anim. Sci. 52: 696-702.
- Hatch, C.F., Perry, T.W., Mohler, M.T., Beeson, W.M. (1972)** Effect of added fat with graded levels of calcium and urea-containing rations for beef cattle. J. Anim. Sci. 34: 483-487.
- Hayward, J. 1975.** Análisis de alimentos. Eds. Wintra, A. L. y Winto, K. B. Tomo I. Ed. Pueblo y Educación. 84 p.
- Hernández, I., Simón, L. & Duquesne, P. 2003.** Evaluación de las arbóreas *A. lebbeck*, *B. purpurea* y *L. leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. Matanzas. Disponible:<http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe8.htm>. Consultado: septiembre de 2009
- <http://apps.fao.org>
- INEGI. 2004.** Regiones ecológico-ganaderas por entidad federativa. <www.inegi.gob.mx> / Consultado: 8 de septiembre del 2009/.

- INEGI. 2007.** Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp?c=7328> (Consultada el 15 de abril de 2008).
- Julliard JH, Godinot C, Gautheron C. 1971.** Some modifications of the kinetic properties of bovine liver glutamate dehydrogenase (NAD (P)) covalently bound to a solid matrix of collagen. *Febs letters*; 14: 185 – 188.
- Katz, N.R. 1992.** Metabolic heterogeneity of hepatocytes across the liver acinus. *J Nutr* 1992; 122: 843 – 849.
- Keulen, J.V. & Young B.A. 1977.** Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44:282-287.
- King, M. W. 2000.** Nitrogen metabolism and the urea cycle; URL: <http://web.indstate.edu/thcme/mwking/nitrogen-metabolism.html>
- Krehbiel, C. R., McCoy, R.A., Stock, R.A., Klopfenstein, T.J., Shain, D.H., Huffman, R.P., 1995.** Influence of grain type, tallow level, and tallow feeding system on feedlot cattle performance. *J. Anim. Sci.* 73: 2916-2921.
- Lastra, M.I., Galarza, M.J., Garcia, B.C., Olvera, N.R., Albarran, D.M., Smith, C.D., López, G.A., Yañez, Z.M., Sanchez, H.A. & Rebolledo, V.M. 1998.** Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México 1990 – 1998. SAGAR.
- Lehninger, A.L. 1991.** Bioquímica. Segunda edición. Ed. Ediciones omega, S. A. Barcelona. 1117 p.

- Leng, R.A. 1990.** Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutrition research reviews. 3:277-303.
- López, R. (1984).** Dieta del Ganado en Agostadero. Folleto de Divulgación. Vol. 1. No. 4. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Macedo, R y V. Arredondo. 2008.** Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. Arch. Zootec. 57 (218): 219-228. 2008.
- Magaña, M. J. G.; Ríos, A. G. y Martínez, G. J. C. 2006.** Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 14(3):105-114.
- Manual MiniScan XE plus, 2005.** User guide version 2.4, Noviembre, ISO 9001: 2000 A60-1010-352.
- Martín, M.P.C. 1998.** Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. Rev. Cubana Cienc. Agric. 32:1.
- Martín, M.P.C. 2004.** La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. Ed. EDICA. La Habana, Cuba. 193 p.
- Martín, P.C. & Brito, M. 1997.** Cantidad y tipo de proteína en dietas de forraje de caña de azúcar para toros. Rev. Cubana Cienc. Agric. 31:265.
- Mateos, G. G., Piquer, J. y M. García. (1995)** utilización de las grasas y los subproductos lipídicos en avicultura. Memorias XIV congreso Avicultura. Santiago de Chile. Pp.42-50.
- Maynard LA, Loosli JK, Hintz HF, Wagner RG. 1979.** Animal Nutrition. 7th edition. McGraw-Hill, Inc., New York, N. Y.

- McBride BW, Berthiaume R, Lapierre H. 1998.** Nutrient flow in the lactating cow. *Can J Anim Sci* 1998; 78 (Suppl.): 91 – 104.
- McGilloway, D. A. and Mayne, C. S. 1996.** The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. 8:135-169.
- Mejía, H. J. 2002.** Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria*, septiembre-diciembre, año/vol. 12, número 003 Universidad de Guanajuato Guanajuato, México.
- Meléndez, N.F. 1998.** Manual de manejo de praderas para Tabasco. División pecuaria. INIFAP, PRODUCE, SAGAR. Folleto técnico No. 22. Tabasco, México. 67 p.
- Meléndez, N.F., Gonzáles, M.J.A. & Pérez P.J. 1980.** El pasto estrella africana. Boletín No.7. Rama de Ciencia Animal. Colegio Superior de Agricultura tropical. SARH. H. Cárdenas Tabasco. p. 99.
- Mena, A. 1988.** Utilización del jugo de la caña de azúcar para la alimentación animal: sinopsis. En: *La caña de azúcar como pienso*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 153 – 163 pp.
- Mendoza, M. G.D, 2005.** Suplementación de bovinos en el trópico. En memoria del curso de actualización para productores y profesionistas pecuarios, “Alimentación de los bovinos para la producción de carne y de doble propósito en el trópico”. Isprotab-colegio de postgraduados campus Tabasco.
- Minson, J. D. (1990).** Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego, CA.

- Mitchell, D.A., Berovic, M. & Krieger, N. 2002.** Overview of solid state bioprocessing. *Biotechnology annual Review*. Elsevier Science. *Animal Feed Science and technology*. 8:183-200.
- Molina, A. 1990.** Potencial forrajero de la caña de azúcar para la ceba de ganado bovino. *Producción de carne en el trópico*. EDICA Cuba. 225 p.
- Mutsvangwa, T, Buchanan-Smith, J.G., McBride, B.W. 1999.** Effects of in vitro addition of ammonia on the metabolism of 15N-labelled amino acids in isolated sheep hepatocytes. *Can J Anim Sci*. 79: 321 – 326.
- Ngidi, M.E., Loerch, S.C., Fluharty, F.L., Palmquist, D.L. (1990)** Effect of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance carcass characteristics and ruminal metabolism in steers. *J. Anim. Sci*. 68: 2555-2565.
- Niba, L.L. 2003.** The relevance of biotechnology in the development of functional foods for improved nutritional and health quality in developing countries. *African Journal of Biotechnology*. 2(12): 631-635.
- Niemeyer H. 1978.** *Bioquímica*. Volumen II. 2ª edición. Ed. Intermédica, Buenos Aires, Argentina. 270p.
- NRC (1996)** *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th ed. National Academy of Sciences Press. Washington, DC, EEUU. pp. 133-146.
- NRC (National Research Council). 1984.** *Nutrient requirements of Beef cattle*. Sixth Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.

- NRC 2001.** (National Research Council). Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC. (1987).** Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. National Academy Press. Washington, DC.
- Osorio, A. M. M. & Segura, C. J. C. 2003.** Análisis del peso por edad y de la ganancia diaria de peso de toretes cruzados Disponible: <http://64.233.167.104search?q=cache:5TuophpzrsEJ:www.cipav.org.colrrd/lrrd156osor156.htm+charolais%2Bganancia%2Bdiaria&hl=es>. Consultado: julio de 2008
- Osorio, A.M.M., 1995.** Factores del bioclima que afectan el comportamiento del bovino en pastoreo en el trópico. En: Memorias del seminario Establecimiento y manejo de praderas. Biblioteca M. Bartlett B. U.J.A.T. Villahermosa, Tabasco. 6-9 Septiembre. pp. 24-35.
- Osorio, A.M.M., Aranda, I.E. & De Dios, V.O.O. 1996.** El efecto de la dieta y la carga térmica del ambiente sobre el crecimiento de toretes en el trópico. En: Memorias de la 9ª Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Villahermosa, Tabasco. 5-6 diciembre. 105 p.
- Palmquist, D.L.1996.** Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. XII curso de especialización fedna. Madrid:15
- Palmquist, D.L. (1991)** Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. J. Dairy Sci. 74: 1354-1360.

- Pandey, A., Soccol C.R., Rodríguez-León, J.A. & Nigam, P. 2001.** Solid-state fermentation in biotechnology. Fundamentals and applications. Asiatech Publishers, Inc. New Delhi. 221 p.
- Pérez-Infante, F. 1983.** Nuevas consideraciones sobre el balance alimentario. En: Los pastos en cuba, tomo 2. Utilización. Ed. EDICA. La Habana, Cuba. 565 – 581 pp.
- Peruchena, C. O. 1999.** Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales. Aspectos nutricionales, productivos y económicos. XXXVI Congreso anual de sociedad brasileira de zootecnia, Porto Alegre, Brasil. 199–212 pp.
- Peruchena, C.O. 1998.** "Dietas para la nutrición de bovinos en crecimiento y engorde en el sub-trópico". INTA Ganadería del NEA. Avances en nutrición animal. Pág. 5-24.
- Peruchena, C.O. 2004.** Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales. Aspectos nutricionales, reproductivos y económicos. 3 p.
<<http://www.portalveterinaria.com/sections.php?op=viewarticle&artid=291>> /Consultado: enero del 2009/.
- Pineda, J. L. 2004.** Efecto de un suplemento activador proteico o energético de la fermentación ruminal en la engorda de bovinos en praderas de pastos tropicales en colima. Tesis Ph.D. Universidad de Colima. Postgrado interinstitucional en ciencias pecuarias. México. 131 p.
- Pirela, F. M. 2005.** Valor nutritivo de los pastos tropicales. Manual de Ganadería Doble Propósito. 177-181p.

Plascencia, A., Álvarez, E.G., Zinn, R.A. (1991) Efecto de lecitina y grasa suplementaria sobre digestión de nutrientes y fermentación ruminal en dietas para cabras lactantes. Rev. Cs. Agropec. 3: 49-58.

Plascencia, A., Estrada, M., Zinn, R.A. (1999) Influence of free fatty acid content on the feeding value of yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 77: 2603-2609.

Plascencia, J.A., Mendoza M. G.D., Peláez, V. C., y Zinn, A. R., 2005. Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento: revisión. Sitio Argentino de Producción Animal. www.produccion-animal.com.ar. Consultado diciembre 2009.

Preston, T. R. & Leng, R.A. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Ed. CONDRIT. Cali, Colombia.

PRODUCE. 2008. Agenda de innovación para el Estado de Tabasco 2008. Agosto 2008.

Quijano, J. 1998. Informe de gestión: Superintendencia Centro de producción Paysandú. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias agropecuarias.

Ramos J.A., G.D. Mendoza M., E. Aranda I., C. García-Bojalil, R. Bárcena G. & J. Alanís R. 1998. Escape protein supplementation of growing steers grazing stargrass. Anim. Feed Sci. Technol. 70:249-256.

- Ramos, J. A., 2005.** Obtención de un concentrado energético-proteínico por fermentación en estado sólido de la caña de azúcar para bovinos en ceba. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba.
- Ramos, J. A., A. Elías y F. Herrera. 2006.** Procesos para la producción de un alimento energético-proteico para animales. Efecto de cuatro fuentes energéticas en la fermentación en estado sólido (FES) de la caña de azúcar. Rev. Cubana Cienc. Agric. 40 (1) 1-8.
- Ramos, J. A., E. Aranda y A. Elías. 2007.** Patrones de fermentación ruminal y digestibilidad *in situ* en bovinos alimentados con forraje y suplementos a base de caña de azúcar fermentada en estado sólido. Producción animal Tropical en II Congreso Internacional de Producción Animal, La Habana, Cuba.
- Reynolds, C. K. and Benson, J.A. 2004.** Gut peptides and feed intake regulations in lactating dairy cows. J. Anim. Sci. 82 (Suppl. 1):81 Abs.
- Reynolds, C.K., Casper, D.P., Harmon, D.L., Milton, C.T. 1992.** Effect of crude protein and metabolizable energy on visceral nutrient metabolism in beef steers. J Anim Sci 1992; 70 (S1): 315.
- Reynolds, C.K., Harmon, D.L., Cecava, M.J. 1994.** Absorption and delivery of nutrients for milk protein synthesis by portal drained viscera. J Dairy Sci. 77: 2787 – 2808.
- Rivera, J.L., Castillo, A. & Diez J. 2003.** Posibilidades de la *Leucaena leucocephala* en los ecosistemas ganaderos de las tunas. En: II foro Latinoamericano de pastos y forrajes. La Habana, Cuba.

- Robinson, T., Singh, D. & Nigam, P. 2001.** Solid state fermentation: a technology successfully for the production of secondary metabolites. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 55: 284-289.
- Rodríguez. D Martín. P.C, F. Alfonso, Ana V. Enríquez, Sarduy. 2009.** Forraje de caña de azúcar como dieta completa o semicompleta en el Comportamiento productivo de toros mestizos Holstein x Cebú. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 43, Número 3, 231-234p.
- Rosario, M. I. 2005.** Efectos de la calidad del forraje y el tipo de concentrado sobre el consumo voluntario y producción de leche en vacas lecheras. Tesis M.Sc. Universidad de Puerto Rico. Postgrado en Industria Pecuaria. Mayagüez. 74 p.
- Ruiz F. A. 2004.** Impacto del TLCAN en la cadena de valor de bovinos para carne. UACH., http://207.248.177.15/pics/p/p1763/CARNE_DE_BOVINO_010304.pdf. /Consultado: 18 de junio del 2009/.
- Ruiz, M.E. 1994.** Subproductos y residuos en la alimentación de bovinos. En. Memoria del IV curso "Producción e investigación en pastos tropicales". Facultad de Agronomía, Universidad de Zúlia, La Sociedad Venezolana de Pastizales y Forrajes. Capítulo Zuliano y el Banco de Maracaibo. Maracaibo, Venezuela. p. 69-87.
- Ruiz, T.E. Febles, G. y Alonso, J. 2003.** Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perenne. *En: II Foro Latinoamericano de pastos y forrajes.* La Habana, Cuba.

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002.** Situación actual de la producción de carne de bovino en México. Claridades Agropecuarias 109:3-32.
- Salgado, G.S., Bucio, A.L. & Lagunes, E.L.C. 1994.** Evaluación de cinco variedades de caña de azúcar bajo tres dosis de fertilización y cinco espaciamiento de drenaje subterráneo. In. Memorias de avances de investigación 1994. Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas, Tabasco. 44 – 46 pp.
- Sánchez, T., Mileras, M., Simón, L., Lamela, L. & López, O. 2007.** Las potencialidades de las asociaciones gramíneas-leguminosas como alimento de los rumiantes. Disponible: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207D.html>> Consultado: marzo de 2008.
- Sancho, R. 2004.** VI de indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericana/Interamericano. Buenos Aire, Argentina.
- SAS. 2003.** User`s Guide: Statistics, Copyright, Version 9.1.3 by SAS. Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SIAP - SAGARPA 2005.** (Sistema Integral de información Agroalimentaria y Pesquera - Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Comportamiento de la balanza comercial agroalimentaria de México con el resto del mundo. www.siap.sagarpa.gob.mx-
- SIAP, 2008.** servicio de informacion agrolimentaria y pesquera (SIAP) sistema integral de informacion agropecuaria y pesquera.

- SIAP. 2009.** Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesca de México. Producción nacional de tallo de caña de azúcar. Resumen nacional de la producción agrícola.
- Thomas C, Reeve A. and Fisher GEJ. 1991.** Milk from Grass. 2nd ed. Cleveland, UK: Billingham Press Limited.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2003.** GAIN Report Number MX3114. USDA. Foreign Agriculture Service.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2009.** Monografía del Ganado bovino. Marzo 2009.
- Valenciaga, D.; Chongo, B. y LaO, O. 2001.** Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca. Rev. Cubana Cienc. Agric. 35(4):349–354.
- Valiño, E., Elías, A., Álvarez, E. Quintana, M. & Montes de Oca, N. 1994a.** Composición de especies de bacterias aisladas del proceso de obtención de la Saccharina. 1. Bacterias gram negativas. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 28:69.
- Valiño, E., Elías, A., Álvarez, E. Quintana, M. & Montes de Oca, N. 1994b.** Composición de especies de bacterias aisladas del proceso de obtención de la Saccharina. II. Bacterias gram positivas. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 28:75.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.P. & Lewis, B.A. 1991.** Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci. 74:3583 – 3597.

- Vega, A., Morales, R. & Lamela, L. 2007.** Prueba de comportamiento de sementales en un sistema de producción con banco de proteína de Leucaena. Disponible: <http://dict.isch.edu.cu/dict/publicacionesdeeventos/agroforesteria%202007/data/posters/3lossistemassilvopastoriles/anamvegaarreglado.pdf> /Consultado: agosto 2009.
- Waterlow, J.C. 1999.** The mysteries of nitrogen balance. *Nutr Res Rev*; 12: 25 – 54.
- Williams, C. H., David D. J. and Lisma O. 1962.** The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic spectrophotometry. *J. Agric. Sci. (Camb)* 59: 381- 382.
- Wu, G. 1998.** Intestinal mucosal amino acid catabolism. *J Nutr*; 128: 1249 – 1252.
- Zinn, R.A. (1988)** Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.* 66: 213-227.
- Zinn, R.A. (1989a)** Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth performance *J. Anim. Sci.* 67: 1029-1037.
- Zinn, R.A. (1994)** Effects of excessive supplemental fat on feedlot cattle growth performance and digestive function. *Prof. Anim. Sci.* 10: 66-72.
- Zinn, R.A., Plascencia, A. (2004a)** Influence of level and method of supplementation on the utilization of supplemental fat by feedlot steers. *J. Anim. Vet. Adv.* 3: 473-477.

ANEXOS

Anexo 1. Datos climatológicos reportados durante el año 2009 de la estación rancho grande.

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	HR	ET
enero	ND	ND	ND	ND	ND
febrero	ND	ND	ND	ND	ND
marzo	0.4	35.12	19.99	60.32	55.4
abril	37.4	35.54	21.8	62.01	150.2
mayo	133.8	35.15	22.95	66.12	157
junio	215.8	34.47	23.21	73.49	147.7
julio	70.2	34.96	22.63	71.71	151
agosto	98	33.56	22.38	78.26	60.8
septiembre	ND	ND	ND	ND	ND
octubre	ND	ND	ND	ND	ND
noviembre	26.8	28	19.13	83.37	11.9
diciembre	135.2	28.34	19.64	85.48	58.2
TOTALES	717.6+	33.14*	21.47*	72.6*	792.2+

Prec.: precipitación total (mm) T. Max.: Temperatura Máxima (°C) T. Min.: Temperatura Mínima (°C) HR.: humedad relativa (%) ET.: Evapotranspiración de Referencia (mm).

*Datos proporcionado por la CONAGUA (Comisión nacional agua) estación rancho grande