



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTILÁN**

---

---

**ENGORDA DE BOVINOS CON UNA DIETA  
INTEGRAL ENRIQUECIDA CON UN PROBIÓTICO  
DE FERMENTACIÓN LÁCTICA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**LEONA VALVERDE ANGELES**

**ASESOR: DR. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO  
COASESORA: DRA. MAGDALENA GUERRERO CRUZ**

**CUAUTILÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO 2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

DEPARTAMENTO DE

EXAMENES PROFESIONALES

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos  
comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Engorda de bovinos con una dieta integral enriquecida  
con un probiótico de fermentación láctica.

que presenta la pasante: Leona Valverde Angeles  
con número de cuenta: 09121518-7 para obtener el título de:  
Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en  
el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de Febrero de 2007.

PRESIDENTE	<u>Dr. Miquel Angel Galina Hidalgo</u>	
VOCAL	<u>MVZ. Humberto Arellano Sánchez</u>	
SECRETARIO	<u>Dra. Deneb Camacho Morfin</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Jesús Guevara Vivero</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Carlos Raúl Romero Basurto</u>	

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo excepcional.

NOMBRE: Leona  
Vallverde Angeles  
FECHA: 29 Marzo 2007  
FIRMA: [Signature]

*Agradecimiento A La...*

*Universidad Nacional Autónoma De  
Mexico*

*Maxima Casa De Estudios*

---

*...Y Especialmente A La...*

*Facultad De Estudios Superiores  
Cuautitlán*

*Por Mi Raza Hablará El Espíritu*

---

*A mis padres*

*Gracias por darme la oportunidad de disfrutar de la vida, por enseñarme que el mundo tiene diferentes texturas y sabores, por indicarme el camino del esfuerzo y los logros... por creer en mí... ¡Los Amo!...y es para ustedes.*

*Eva Ángeles Suman*

*Eres la fuerza que me impulsa cada día a entender que hay que luchar muy duro para lograrlo, pero que nunca se debe perder la esencia de lo que somos. Gracias por ser como eres mami, te admira y respeto...*

*Carlos E. Valverde Ramos*

*Papi... Hemos vivido al extremo nuestras emociones día con día en esta lucha por encontrarnos. Gracias por mostrarme que en la vida también se baila, se ríe y se vuela para lograr un equilibrio...eres mi orgullo.*

*A mi querido hermano*

*Vito, desde el primer momento que te vi, llenaste mi vida de alegría. Gracias por tu comprensión incondicional, por ser el cómplice perfecto... por tu cariño, por ser mi hermano...esto es para ti. Tamo.*

---

---

## *A Mon Grand Et Unique Amour...*

*Llegar al punto en el que me encuentro hoy, simplemente no lo hubiera logrado, sin ti a mi lado. Iluminaste mi camino desde aquel momento que nos encontramos...ton tu es mon grand trésor.*

*Quiero darte las gracias porque nunca perdiste la confianza en mí, por alentarme día con día, por apoyarme sin reclamo alguno, por enfadarte cuando se requería.*

*Gracias por todos esos momentos tan divertidos... por estar conmigo durante estos ocho años, creciendo y aprendiendo que es duro, pero que si estás con la persona indicada, no hay obstáculo que te detenga.*

*Es emocionante recordar todas esas aventuras extremas, con nuestros amigos...nos hicieron aprender y crecer para ser mejores personas, verdad?...pues gracias por aceptarme tal y como soy y por ser como eres....*

*A ti y para ti que siempre me recordabas que hay que terminar ciclos para después empezar otros, con todo el amor de mi ser, está dedicado este trabajo...*

*¡Gracias Bruno... J'ot'aime!*

---



---

*Dra. Galina... Gracias por no dejar que me rindiera a mitad del camino, por darme la oportunidad de superarme como estudiante y como persona, por su paciencia y tiempo invertidos en este proyecto tan complicado para mí, por ayudarme a concretar un ciclo más. Gracias por compartir su sabiduría con los demás... lo hace un ser humano especial.*

*Dra. Magdalena... Si hay alguien especial a quien debo agradecerle su apoyo, es usted. Mil gracias por estar conmigo hasta el final, por dedicarle tanto tiempo a este proyecto que forjamos juntas, por preocuparse por mis olvidos y angustias, por mantenerme siempre tranquila cuando más presionada me sentía. Gracias por brindarme su confianza y su corazón... por ser mi profesora y mi amiga... ¡La quiero!*

*Dra. Donce Camacho Morán, M.V.G. Humberto Arellano Sánchez, M.V.G. Jesús Guavara Vivero y M.V.G. Carlos Romero Raúl Basurto... por su atención y apoyo en la realización de este trabajo. Gracias por prepararnos en este trayecto tan especial e importante.*

*M. en C. Alfredo Cuellar Ordaz, M.V.G. Víctor Quintero Ramírez, M.V.G. Víctor Pacheco y M.V.G. Lucas Melgarejo... Muchas gracias por haber sido parte de mi formación, son excelentes personas y siempre estarán en mi corazón.*

*M.V.G. Víctor Loera C. de V... Mil gracias por el apoyo y confianza que me ha brindado todo el tiempo, por permitirme ser parte de su equipo, por su interés en ayudarme cuando lo he requerido. Gracias por ser una persona tan agradable y divertida, le deseo éxito por siempre.*

*M.V.G. Rodolfo Gutiérrez H... Mi doctor precioso... es usted un señor corazón. Gracias por sus palabras de aliento y su apoyo. Espero estar siempre en contacto con usted.*

---

---

*Familia Romero Castañeda... Una vez, me encontré con una familia encantadora que me enseñó que, no importa que tan difícil pueda ser tu día si las cosas que uno hace, las hace de corazón. Hoy, quiero darles las gracias por permitirme entrar a su hogar y apoyarme en mis proyectos de vida, por entender mi forma de ser y ver las cosas, por el calor y cariño que me han brindado durante todos estos años, por ser tan divertidos hasta en los momentos más críticos... gracias por ser parte de mi familia.*

*Familia Pedragil Romero... Gracias por esos momentos tan divertidos que hemos compartido, y por brindarme su amistad desde el primer momento son excedentes personas y esa es la razón por la que sus vidas siempre estarán iluminadas... están en mi corazón.*

*A todos los tíos y primos Valverde... que andan como peregrinos por todo el país... nunca es tarde para lograrlo. ¡Los extraño y quiero!...*

*A la family californiana... Ana, Álvaro, Alanís, Andrés... se los extraña....*

*A toda la banda... Carla Adame, Mariana Arango, Bárbara Pérez, Eloísa Beltrán, Laura Pérez, Esther Cancino, Daniel Araiza, Jesús Padilla, Salvador N. y Fam., Jorge Flores, Trinidad Castro, Carlos Cordero, Francisco Sánchez, Cesar Haco, (Familia Haco Orozco) y Carlos Alberto Velarde... gracias por aguantarme y quererme tal y como soy, por compartir tantas momentos inolvidables y borracheras interminables, por ser cada uno tal y como son, siempre estarán en mi corazón.*

*A Harpo y Charro... gracias por esos bellos momentos en su compañía, también es para ustedes...*

---

---

*Dedicada a mis abuelos...*

*Dr. Evaristo Valverde Agala y Dra. María Martha Ramos Muñoz...*

*Con toda mi amor, respeto y admiración para ustedes. Quiero que sepan que soy muy afortunada en tenerlos en mi vida y que me siento muy orgullosa de quienes son.*

*Esto, es sólo el principio de un nuevo cielo, el resultado de muchos años de esfuerzo...dejo muchos recuerdos agradables atrás, pero me siento contenta y entusiasmada de vencer nuevos retos en mi vida.*

*Gracias por ser el mejor ejemplo a seguir...por todos esos años juntos...por creer que yo podía lograrlo... ¡Los quiero!*

---

*En memoria de...*

*Agustín Ángeles Ángeles †*  
*José Alfredo Valverde Ramos †*  
*Ricardo Isaac Orozco †*  
*Pola †*  
*Mía †*

---

# ÍNDICE

	Págs.
Índice general.....	1
Índice de cuadros.....	3
Índice de gráficas.....	3
Índice de figuras.....	3
Resumen.....	4
1. Introducción.....	5
1.1 Panorama mundial de la producción de carne de bovino.....	5
1.2 Principales países importadores.....	6
1.3 Principales países exportadores.....	7
1.4 Los Estados Unidos de América en el comercio mundial de carne de res.	
1.5 Panorama nacional de la producción de carne de bovino.....	8
1.5.1 Importancia de la ganadería bovina para carne en México	
1.5.2 Regiones productoras de carne de bovino.....	10
1.5.2.1 Norte - árido y semiárido	
1.5.2.2 Templado.....	11
1.5.2.3 Trópico seco	
1.5.2.4 Trópico húmedo.....	12
1.6 Consumo per cápita.....	13
1.7 Importaciones y exportaciones.....	14
1.8 Marco teórico.....	15
1.8.1 Alimentos funcionales.	
1.8.1.1 Origen del concepto de alimento funcional.	
1.8.1.2 Definición.	
1.8.1.3 Causas del auge de los alimentos funcionales.....	16
1.8.1.4 Clasificación de los alimentos funcionales.....	17

1.9 Suplemento promotor de la fermentación ruminal.....	19
1.9.1 Utilización de los suplementos en la alimentación animal.....	19
1.10 Probióticos.....	24
1.10.1 Panorama.....	
1.10.2 Historia de los probióticos.....	25
1.10.3 Conceptos de aditivo y probiótico.....	25
1.10.3.1 Aditivos.....	
1.10.3.2 Probióticos.....	27
1.10.4 Funciones.....	
1.10.4.1 En humanos.....	
1.10.4.2 En animales.....	28
2. Hipótesis.....	32
3. Objetivo.....	32
3.1 Objetivo general.....	
3.2 Objetivo específico.....	
4. Material y métodos.....	33
5. Resultados.....	36
6. Discusión.....	38
7. Conclusiones.....	41
8. Bibliografía.....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

	Págs.
<b>Cuadro 1.</b> Países con los mayores inventarios de ganado bovino y su producción de carne en canal 2004.....	6
<b>Cuadro 2.</b> Inventario, producción en pie y producción en canal de carne de bovino por región en 2001.....	10
<b>Cuadro 3.</b> Consumo per cápita de carnes (kilogramos /habitantes /año).....	13
<b>Cuadro 4.</b> Consumo nacional aparente de carne de bovino.....	14
<b>Cuadro 5.</b> Ejemplo de algunos alimentos funcionales procesados o modificados.....	17
<b>Cuadro 6.</b> Ejemplo de algunos alimentos funcionales naturales.....	18
<b>Cuadro 7.</b> Ingredientes y porcentajes para cada tratamiento.....	34
<b>Cuadro 8.</b> Ingredientes de la dieta integral en % para 500 kg de alimento. ....	35
<b>Cuadro 9.</b> Ganancia diaria de peso promedio y ganancia de peso total promedio en los dos tratamientos.....	36
<b>Cuadro 10.</b> Análisis del aporte nutricional de la dieta integral.....	37

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Producción de carne de bovino en México.....	9
<b>Gráfica 2.</b> Producción total de carnes en México.....	9

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Regiones productoras de carne de bovino.....	12
---------------------------------------------------------------	----

## Resumen

Se realizó una engorda de bovinos cruce de cebú dividida en dos grupos durante 120 días en el corral de engorda "La Piedad" que se encuentra ubicado en La Piedad, Municipio del Marques, Querétaro México a los 20° 39' 19" latitud norte y 100° 17' 51" longitud oeste, con una altura de 1.950 metros sobre el nivel del mar (msnm). El grupo experimental (T1) conformado por 54 animales con un peso promedio inicial de 327 ( $\pm$  65) Kg. por animal fue alimentado con una dieta integral adicionada con un probiótico de fermentación láctica a partir de una mezcla de bacterias lácticas de los géneros (Lactobacillus sp., Bifidobacterium sp y levadura (Saccharomyces sp) enriquecidos con melaza. La dieta integral fue elaborada con una mezcla de de 6% azúcar, 20% fermentador ruminal, 1% fósforo, 2% grasa animal, 21% maíz grano, 1% mezcla de sales minerales, 10% pollinaza, 33% rastrojo de maíz, 5% soya y 1% sal. El grupo testigo (T2), conformado por 56 animales con un peso promedio inicial de 320 Kg. ( $\pm$ 74) por animal, fue alimentado con la misma dieta integral pero sin adicionarle el probiótico. A los dos grupos, se les ofertó media tonelada de alimento diariamente. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño con una distribución completamente al azar ( $P < 0.05$ ). Para (T1) la ganancia diaria de peso promedio fue de 2.15 ( $\pm$  .210) Kg. y la ganancia de peso total promedio de 257 ( $\pm$  25.2) Kg.; para (T2), la ganancia diaria de peso fue de 1.91 ( $\pm$  .174) Kg. y la ganancia de peso total de 228 ( $\pm$  20.8) Kg. El comportamiento de los probióticos en diversas dietas integrales con los forrajes regionales, mediante procesos fisiológicos de mejoramiento de la fermentación ruminal ha demostrado ser una alternativa para mejorar la productividad de los rumiantes.

## **1. Introducción.**

### **1.1 Panorama mundial de la producción de carne de bovino.**
















De acuerdo con información de la FAO, el inventario mundial total de bovinos en el 2002 fue de 1,366 millones de cabezas, con lo que se produjeron 57.88 millones de ton de carne bovina (FAO, 2004).

En la década de los 90's los diez principales países productores de carne bovina en el mundo: China, Estados Unidos, Brasil, Rusia, Francia, Italia, India, España, Reino Unido y Argentina aportaron aproximadamente el 61% de la producción mundial. Para el año 2000, a pesar de que la economía mundial de la carne experimentó una desaceleración del crecimiento aumentando menos del 2%, los países en desarrollo, en particular Asia y América del Sur, incrementaron hasta el 55% su participación en la producción (FAO, 2004).

Algunos de los países con los mayores inventarios que se resumen en el cuadro 1, cuentan aproximadamente con el 62% del inventario mundial (FAO, 2004).



**Cuadro 1.** Países con los mayores inventarios de ganado bovino y su producción de carne en canal 2004.

	País	Superficie terrestre km <sup>2</sup>	No. de cabezas/1000	Producción de carne/1000 ton.
	Australia	7,686,850	27,215	2,033
	Brasil	8,511,965	190,713	7,774
	Canadá	9,976,140	13,454	1,496
	Alemania	357,021	13,732	1,258
	España	504,782	6,478	702
	Francia	547,030	19,517	1,565
	Grecia	131,940	586	75
	Irlanda	70,280	6,924	563
	Italia	301,230	6,660	1,151
	Portugal	92,391	1,395	118
	Reino Unido	244,820	10,459	712
	Estados Unidos	9,629,091	96,100	11,261
	Fed. De Rusia	17,075,200	26,540	2,320
	Japón	377,835	4,523	513
	México	1,972,550	30,800	1,575

(Faostat 2004, Eurostat 2004).

## 1.2 Principales países importadores.

Japón, aun con un consumo deprimido, debido al efecto de la aparición de la EEB desde el 2001, sigue permaneciendo como el segundo país importador del mundo. En la Unión Europea, aunque el consumo de carne se ha recuperado a los niveles anteriores a la aparición de la EEB, la producción ha mostrado variaciones importantes. Argentina Uruguay y Brasil son los principales exportadores a la UE, mientras que las importaciones provenientes de Estados Unidos continúan limitadas a carne de animales no tratadas con hormonas (Saucedo, 2003).

### **1.3 Principales países exportadores.**

Australia es el principal país exportador a nivel mundial. Brasil ocupa el tercer lugar y su posición esta sustentada en importantes incrementos en producción en los últimos 10 años. Uno de sus grandes logros ha sido el haber obtenido el reconocimiento internacional de país libre de fiebre aftosa, lo que le ha permitido ingresar a mercados de la UE. Canadá, cuarto país exportador a nivel mundial, disminuyó sus volúmenes de producción debido al efecto de la intensa sequía presentada en el 2002, el incremento en precio de los granos forrajeros y el descubrimiento de un caso de EEB en mayo del 2003.

La Unión Europea, es la quinta región exportadora y sus principales mercados son Rusia y algunos países del Este de Europa. (Saucedo, 2003).

### **1.4 Los Estados Unidos de América en el comercio mundial de carne de res.**

Estados Unidos de América, ocupa el primer lugar entre los países importadores y el segundo como país exportador a nivel mundial. Es el principal exportador mundial de cortes finos, produciendo carne de animales finalizados en corral al contrario de la producción de Australia y Sudamérica. Los principales países destino para las exportaciones estadounidenses durante los últimos cinco años han sido Japón, México, Canadá, Corea y Hong Kong. Los EUA es un importador neto de animales para engorda, con un déficit superior a las 300 mil toneladas. Canadá es su principal abastecedor de cortes de calidad frescos refrigerados, mientras que Australia es el principal proveedor de carne congelada para procesamiento industrial (Saucedo, 2003).

Argentina y Uruguay, países tradicionalmente exportadores, han perdido su participación debido a la aparición de fiebre aftosa, cuya cuota ha sido aprovechada por Australia y Nueva Zelanda. Brasil también ha incrementado su participación en el mercado americano básicamente en la forma de venta de carne procesada (Saucedo, 2003).

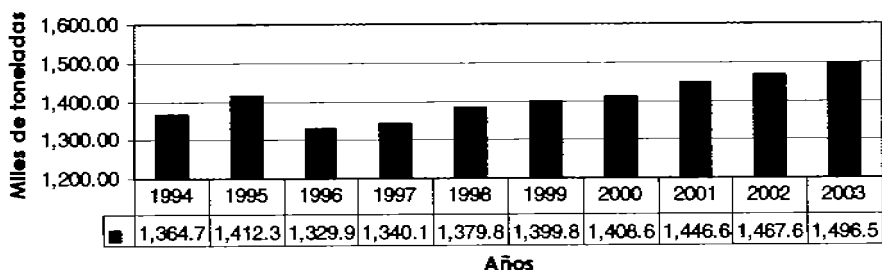
## **1.5 Panorama nacional de la producción de carne de bovino.**

### **1.5.1 Importancia de la ganadería bovina para carne en México.**

La ganadería productora de carne bovina es la actividad productiva más difundida en el medio rural. Se estima que la ganadería se desarrolla en aproximadamente 110 millones de hectáreas, que representan aproximadamente el 60% de la superficie del territorio nacional. Los sistemas de producción van desde los más altamente tecnificados e integrados hasta los tradicionales. Las condiciones bajo las que se desarrolla la ganadería mexicana son extensivas, aunque existe la finalización en corral de engorda, la cual se realiza de manera limitada por los altos costos de alimentación. La mayoría del ganado producido en México se finaliza en pastoreo, por lo que aproximadamente el 35% de la producción nacional de carne de bovino procede de corrales de engorda. Como resultado de las condiciones económicas, muchos ganaderos y engordadores no pueden adquirir ingredientes importados y la modernización e implantación de tecnologías de producción modernas es limitada (Galina y Guerrero, 1993; USDA, 2003; Ruíz, 2004).

La producción de carne de bovino en términos generales ha experimentado un crecimiento continuo en los últimos 10 años. En términos generales se puede comentar, que si bien es cierto que no se ha resentido una baja de producción de esta especie, también lo es que se ha visto limitado en forma significativa el potencial de desarrollo que se tiene en el país, tanto a nivel de praderas como de pastizales, infraestructura de producción y de transformación, así como de mano de obra (Villamar, 2004).

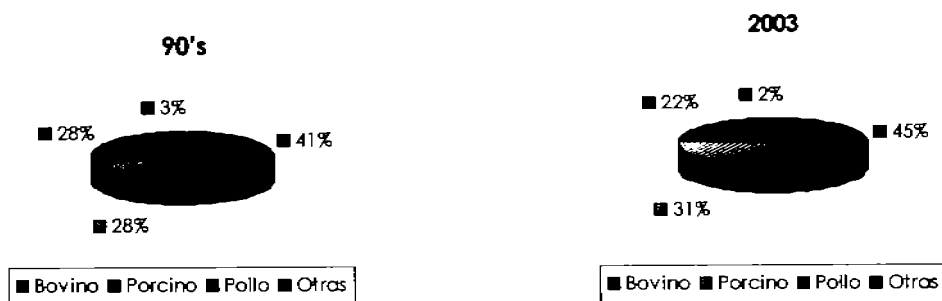
**Gráfica 1.** Producción de carne de bovino en México.



(SAGARPA, 2004).

A principio de la década de los 90's la composición de la producción de carnes en México se daba en un 41% por la de bovino, 28% por porcino y 28% por pollo. En el 2003 la conformación se transforma radicalmente para constituirse en un 45% por pollo, 31% por carne de bovino y 22% por carne de porcino, manteniéndose a lo largo de esos 10 años una participación marginal del resto de las carnes en el orden del: 3% en los 90's y 2% en el 2003 (Villamar, 2004).

**Gráfica 2.** Producción total de carnes en México.



(SAGARPA, 2004).

## 1.5.2 Regiones productoras de carne de bovino.

De acuerdo con la clasificación que cita FIRA (1999), el país se divide en cuatro regiones ganaderas de acuerdo a sus condiciones climatológicas y por sus sistemas de producción:

**1) Norte - árido y semiárido**, cuya producción ha estado históricamente integrada a la producción del sur de Estados Unidos, **2) Templada - centro**, **3) Tropical seco**, y **4) Tropical húmedo**, orientadas fundamentalmente al abasto del mercado interno (Ruíz, 2004).

**Cuadro 2.** Inventario, producción en pie y producción en canal de carne de bovino por región en 2001.

Región	Inventario/No. cabezas	Producción (toneladas)	
		En pie	En canal
Árida y semiárida	6,223,672	736,306	401,466
Templada	4,872,245	728,434	365,592
Trópico seco	8,143,458	509,623	267,035
Trópico húmedo	9,241,428	772,554	410,528
<b>Total</b>	<b>28,480,803</b>	<b>2,746,917</b>	<b>1,444,621</b>

(SAGARPA, 2003).

### 1.5.2.1 Norte - árido y semiárido.

Esta región comprende Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí y se considera la región de mayor desarrollo tecnológico para la ganadería bovina de carne. Cuenta con 6, 223,672 cabezas del inventario nacional; 736,306 toneladas y 401,466 toneladas respectivamente de la producción nacional de carne de bovino en pie y canal. Las razas que se explotan en esta región son principalmente razas europeas (*Bos taurus*) y sus cruza entre ellas como: Angus, Charolais y Hereford, en cruzamientos con Cebuinos, Beefmaster y Brangus (Ruíz, 2004; SAGARPA, 2003; Pérez y Ordaz, 1996).

Los sistemas de producción predominantes son: vaca becerro y engorda en corral. La utilización de esquilmos agrícolas es baja, la suplementación con vitaminas y minerales en animales en pastoreo es relativamente común. El uso de promotores de crecimiento y de modificadores de la fermentación ruminal en los corrales de engorda es común. La región históricamente exporta becerros al destete a los Estados Unidos para su finalización en corral de engorda, aquellos que no se exportan se envían a corrales de engorda de la región o del centro del país (Ruíz, 2004; SAGARPA, 2002).

#### **1.5.2.2 Templado.**

Esta zona incluye Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala. Esta región es la más eficiente ya que cuenta con 4, 872,245 cabezas del inventario nacional; participa con 728,434 toneladas y 365,592 toneladas respectivamente de la producción nacional de carne de bovino en pie y en canal. Los genotipos existentes en esta región son razas europeas (*Bos taurus*), y sus cruces de los cuales sobresalen Suízo Pardo, Angus y Charolais. El sistema de producción predominante es la finalización. Los sistemas de alimentación se basan en el uso de ingredientes de baja calidad nutricional y raciones no balanceadas que se traducen en ganancias diarias de peso bajas. El ganado engordado comercializa en la región y contribuye al abasto de la ciudad de México y su zona aledaña (Ruíz, 2004; SAGARPA, 2002).

#### **1.5.2.3 Trópico seco.**

Esta región comprende Nayarit, Colima, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa y Tamaulipas. Desde el punto de vista productivo, es la región más ineficiente ya que cuenta con 8, 143,458 de cabezas del inventario nacional; en el 2001, participó con 509,623 toneladas y 267,035 toneladas respectivamente de la producción nacional de carne de bovino en pie y en canal. El sistema vaca-becerro con ordeña durante la época de lluvias, constituye el sistema de doble propósito. Los genotipos que se explotan son cruzados, las vacas de origen cebú (*Bos indicus*) con adaptación al trópico se inseminan natural o artificialmente con semen de Suízo Pardo, Simmental y Holstein. La producción se dedica para el abasto regional y nacional (Ruíz, 2004; SAGARPA, 2002).

#### 1.5.2.4 Trópico húmedo.

Esta zona incluye Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Chiapas. Es la región con el mayor inventario del país, ya que cuenta con 9, 241,428 cabezas; su producción representa 772,554 toneladas y 410,528 toneladas respectivamente de la producción nacional de carne de bovino en pie y en canal. Las razas que predominan son de genotipo cebuino cruzado con Suizo Pardo, Holstein, Charolais y Simmental. La región se caracteriza por su abundante producción de forrajes, pero también por sus bajos niveles de tecnificación y de manejo sanitario. Los becerros que se producen en la región se engordan en corrales en la zona templada del país; la engorda se realiza en potreros con abundantes forrajes, aunque con limitaciones de algunos nutrientes (proteína, minerales y energía); como consecuencia existen algunas prácticas de suplementación alimenticia, especialmente en la época de escasez de forraje y hacia el final de la engorda (Ruíz, 2004; SAGARPA, 2002).

Figura 1. Regiones productoras de carne de bovino.



(SAGARPA, 2002).

## 1.6 Consumo per cápita.

La disponibilidad per cápita de carnes se sustenta en la estimación del Consumo Nacional Aparente y las cifras de población humana definidas por el INEGI 2004 y el Consejo Nacional de Población. El consumo per cápita de carne de bovino se ha mantenido relativamente constante de 1994 a 2004. El término disponibilidad se considera más adecuado que el de consumo, ya que ésta cantidad no indica que sea lo que realmente es consumido por los mexicanos, ya que éste varía de acuerdo al estrato económico, las preferencias del consumidor y la edad del mismo, entre otros (SAGARPA, 2005).

**Cuadro 3.** Consumo per cápita de carnes (kilogramos /habitantes /año).

<b>Año</b>	<b>Bovino</b>	<b>Porcino</b>	<b>Ave</b>	<b>Ovino</b>	<b>Caprino</b>	<b>Pavo</b>	<b>Total</b>
1990	<b>11.8</b>	10.8	9.0	0.5	0.4	0.3	32.9
1991	<b>13.8</b>	11.6	10.3	0.7	0.5	0.5	37.4
1992	<b>14.8</b>	11.6	10.9	0.7	0.5	0.8	39.3
1993	<b>13.4</b>	11.3	12.5	0.7	0.5	0.9	39.2
1994	<b>15.0</b>	12.3	13.3	0.8	0.4	0.9	42.7
1995	<b>13.5</b>	11.5	14.7	0.5	0.4	0.9	41.6
1996	<b>14.4</b>	11.3	14.4	0.5	0.4	1.1	42.2
1997	<b>15.0</b>	11.6	16.4	0.6	0.4	1.2	45.2
1998	<b>15.8</b>	12.3	18.1	0.7	0.4	1.3	48.5
1999	<b>15.7</b>	12.6	19.2	0.7	0.4	1.3	50.0
2000	<b>15.9</b>	13.4	20.2	0.9	0.4	1.3	52.0
2001	<b>16.2</b>	13.7	21.3	0.9	0.4	1.4	53.9
2002	<b>16.9</b>	14.1	22.1	0.9	0.4	1.2	55.6
2003	<b>15.6</b>	14.4	23.6	0.8	0.4	1.5	56.3
2004	<b>15.2</b>	15.5	23.9	0.8	0.4	1.2	56.9

(SAGARPA, 2005).



De acuerdo con las estadísticas disponibles, tenemos que el consumo nacional aparente de carne bovina pasó de 1,023 millones de toneladas en 1993 a 1,320 millones de toneladas en 2002 es decir el consumo se incrementó en un 29 % (Carrera, et al. 2003).

**Cuadro 4.** Consumo nacional aparente de carne de bovino.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Consumo</b>										
(miles de toneladas)	1,023	1,073	1,083	1,096	1,100	1,198	1,256	1,282	1,329	1,320
<b>Producción</b>										
(miles de toneladas)	885	897	1031	964	857	865	885	846	889	814

(Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas, 2003).

### 1.7 Importaciones y exportaciones.

Las importaciones de carne bovina y sus productos se han incrementado a un ritmo acelerado, especialmente después de la entrada en vigor del TLCAN. No se espera que este comportamiento cambie en los próximos 10 años. Se predice que en el 2006 se alcance la cifra récord de 742 mil toneladas. Se espera que las importaciones de carne de bovino se incrementen debido a una relativa mejoría de la economía mexicana y a la creciente demanda del consumidor por proteína animal. Estados Unidos es el principal origen de las importaciones de carne de res con aproximadamente el 85% de las importaciones totales, el resto, se importa de Canadá, Australia y Nueva Zelanda (Ruíz, 2004).

Los volúmenes de animales en pie para exportación se espera que aumenten, reflejando un mejor control de la tuberculosis y brucelosis por parte de las agencias encargadas del gobierno federal. El producto más importante de exportación son los becerros para la engorda en corral. Los principales estados exportadores son Chihuahua, Sonora, Durango y Coahuila (Ruíz, 2004).

## **1.8. Marco teórico.**

### **1.8.1 Alimentos funcionales.**

#### **1.8.1.1 Origen del concepto de alimento funcional.**

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales. El término alimento funcional fue propuesto por primera vez en Japón en la década de los 80's con la publicación de la reglamentación para los "Alimentos para uso específico de salud" *Foods for Specified Health Use* o (FOSHU), y que se refiere a aquellos alimentos procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una función específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, más allá de su contenido nutricional (Aivírez et al., 2002).

#### **1.8.1.2 Definición.**

Los alimentos funcionales son aquellos alimentos que en forma natural o procesada, contienen componentes que ejercen efectos beneficiosos para la salud que van más allá de la nutrición. A pesar de no haber una definición aceptada universalmente, la siguiente propuesta por el ILSI (International Life Science Institute), es una de las más completas. Un alimento puede ser considerado como funcional si se logra demostrar satisfactoriamente que posee un efecto benéfico sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, que mejora el estado de salud y bienestar o bien que reduce el riesgo de una enfermedad. Queda por precisar lo que significa "más allá de los efectos nutricionales habituales". La alimentación definida en las raciones diarias recomendadas puede contener, además de los alimentos usuales, alimentos restaurados, (restauración del contenido inicial de vitaminas y minerales) y alimentos enriquecidos. Los alimentos funcionales van más allá de estas necesidades básicas. No obstante deben seguir siendo alimentos que puedan ser consumidos en cantidades compatibles con una alimentación normal equilibrada y diversificada (Diplock, et al., 1998; Ovensen, 1997).

### 1.8.1.3 Causas del auge de los alimentos funcionales.

Como se describió anteriormente, el auge de la industria de los alimentos funcionales surgió en la década de los 80's. Las causas que lo originaron son diversas, y se sugieren las siguientes:

1) El público que se preocupa más por su salud y compra alimentos con valor agregado al nutricional, 2) las organizaciones encargadas de legislar en materia de alimentos están reconociendo los beneficios de los alimentos funcionales a la salud pública y 3) En países como Japón, Estados Unidos y EU, los gobiernos están poniendo atención en este renglón ya que prevé el potencial económico de estos productos como parte de las estrategias de prevención de la salud pública (Jones, 2002).

Otros factores que también contribuyen en el auge de los alimentos funcionales incluyen los grandes avances tecnológicos, entre ellos la biotecnología, así como la investigación científica que documenta los beneficios para la salud de estos alimentos (Alviárez et al., 2002).

Es un hecho que los consumidores han comenzado a ver la dieta como parte esencial para la prevención de las enfermedades crónicas como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, la osteoporosis entre otras. De esta manera es que se presenta un fenómeno denominado de auto-cuidado que es el factor principal que motiva a decidir comprar alimentos saludables; este factor es el que regirá el crecimiento de la industria de los alimentos funcionales. En relación a las organizaciones encargadas de legislar en materia de alimentos, éstas deben encontrar soporte científico que avale los beneficios a la salud de los supuestos alimentos funcionales. En ese sentido, estos esfuerzos realizados alrededor del mundo, son encabezados por Japón con la legislación FOSHU, y Estados Unidos de América con las modificaciones a la Ley de Etiquetado y Educación Nutricional (NLEA) y la Ley de Suplementos Dietarios, Salud y Educación (DSHEA) (Sloan, 2000).

#### 1.8.1.4 Clasificación de los alimentos funcionales.

Los Alimentos Funcionales pueden clasificarse en tres categorías: 1) Alimento con base en ingredientes naturales. 2) Alimentos que deben consumirse como parte de la dieta diaria y 3) Alimentos que al consumirse cumplen un papel específico en las funciones del organismo permitiendo el mejoramiento de los mecanismos de defensa biológica, prevención o recuperación de alguna enfermedad específica, control de las condiciones físicas y mentales y retardo del proceso de envejecimiento (Schiappacasse y Freís, 2003).

**Cuadro 5.** Ejemplo de algunos alimentos funcionales procesados o modificados.

<b>Alimento funcional</b>	<b>Componente</b>	<b>Beneficio potencial para la salud</b>
<b>Leches enriquecidas.</b>	Calcio, vitaminas A y D.	Formación y mantenimiento del tejido óseo fuerte y sano; incrementa la activación de los mecanismos de absorción intestinal del calcio.
<b>Alimentos equilibrantes.</b>	Yogures (bacterias probióticas, péptidos bioactivos, ácido linoleico conjugado); probióticos a partir de frutos secos como la avellana.	Anticancerígenos, benéficos en la salud estomacal, intestinal y del tracto urinario.  Previenen problemas cardiovasculares, controlan el colesterol y son aptos para intolerantes a la lactosa.
<b>Grasas y carnes lights.</b>	Cárnicos y huevos enriquecidos con Omega-3.	Reducen el riesgo a enfermedades cardiovasculares.

(Schiappacasse y Freís, 2003).

**Cuadro 6.** Ejemplo de algunos alimentos funcionales naturales.

<b>Alimento funcional</b>	<b>Componente</b>	<b>Beneficio potencial para la salud</b>
<b>Oligosacáridos no digeribles (Prebióticos).</b>	Frutas, verduras, leche materna.	Previenen estreñimiento, diarrea y cáncer de colon; reducen presión sanguínea y colesterol sérico.
<b>Compuestos fenólicos.</b>	Té, aceitunas, vino tinto, manzanas, café, etc.	Antioxidantes; contribuyen a la prevención de enfermedades como las cardiovasculares.
<b>Grasas saludables.</b>	Omega-3 (grasa del pescado); Omega-6 (aceites de semillas: girasol, maíz etc.); Omega-9 (aceite de oliva).	Prevención y tratamiento de enfermedades como el cáncer, la diabetes, enfermedades coronarias, hipertensión arterial y enfermedades autoinmunes.
<b>Terpenos</b>	Alimentos verdes, soya y granos.	Antioxidantes; reducen el riesgo al cáncer.

(Schiappacasse y Freis, 2003).

Por lo anterior, se debe señalar que el público consumidor demanda el desarrollo de un nuevo campo en la industria alimenticia y la nutrición y se prevé que en los próximos años se fortalezcan algunas áreas tales como estudios de mercado de los alimentos funcionales, y la actualización de las leyes que regulan la venta de estos productos. Además, se espera el surgimiento de nuevas tecnologías que permitan el desarrollo de nuevos productos y su preservación (Alviárez et al., 2002).

## **1.9 Suplemento promotor de la fermentación ruminal.**

Actualmente, México cuenta con innovaciones técnicas en el área de producción animal en lo referente al establecimiento, manejo, y utilización de especies forrajeras, además del aprovechamiento y tratamiento de esquilmos agrícolas e industriales, todo ello enfocado a incrementar la productividad de las empresas pecuarias del país. Dos factores son de primordial importancia para la ganadería. Primero, el aprovechamiento de los pastos y forrajes como alimentos para el ganado en México ya que la actividad pecuaria se relaciona fuertemente con los recursos existentes o potenciales; el segundo es, que sin una buena alimentación del ganado, difícilmente se podrá obtener mejoramiento en los aspectos productivos, reproductivos, genéticos y de salud animal, además de ser el eje del costo de producción de los rumiantes (Galina et al., 2004a; Puga y Galina, 2004).

### **1.9.1 Utilización de los suplementos en la alimentación animal.**

En la literatura se nombra "suplementos", a aquellos alimentos destinados a corregir las deficiencias cualitativas de la dieta básica (pastos, forrajes y otros voluminosos) para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal y la microflora ruminal, no excediendo el 30% de la dieta total. Es conocido que la mayor acción de los suplementos, se basa en la actividad de los microorganismos del rúmen, por lo que la interacción suplemento-ración básica, está asociada a la necesidad indispensable de contar con una fuente continua de nutrientes, que mantengan tanto la fermentación como el suministro de precursores indispensables para el crecimiento celular, ya que la tasa de fermentación favorece la tasa de consumo. Este fenómeno puede variar dependiendo de la calidad del alimento base, la cantidad y el valor nutritivo del concentrado. La administración de los suplementos, dependerá de su concentración proteica y de otros elementos como minerales, vitaminas, aditivos, peso vivo, edad de los animales, el objetivo de la empresa, la especie, calidad de la dieta base, donde la importancia económica de la utilización de los suplementos se base en la capacidad de sustituir recursos de importación o de costo elevado por productos nacionales o regionales (Preston y Leng, 1987).

Dentro del contexto anterior, el efecto negativo del uso excesivo de concentrados en el comportamiento ruminal y fisiológico de los rumiantes, así como, la importancia de las interacciones entre los factores: secundario (ambiente ruminal), básico (alimento), primario (población microbiana) y animal, se propone realizar la distribución de los concentrados en no menos de tres veces al día como una vía para atenuar los efectos negativos en el rúmen de la utilización de altos niveles de los mismos. Por otra parte, en la literatura se ha mencionado la acción eficaz de los suplementos nitrogenados, energéticos, minerales y vitamínicos, para garantizar una adecuada función ruminal. Ello implicaría una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales para la multiplicación de las bacterias (especialmente las celulolíticas), una mayor magnitud de la degradación de los alimentos voluminosos con un aumento en el aporte de sustrato al intestino (García et al., 1984).

También se han reportado resultados cuando no son usados los suplementos, observando con la deficiencia de algún nutriente en el rúmen un efecto negativo en el ecosistema ruminal, reduciendo el crecimiento microbial, si la carencia del nutriente se toma aguda eventualmente se disminuye el volumen microbial, consecuentemente la digestibilidad y el consumo de forrajes, por lo que la deficiencia de nutrientes se toma progresiva (Leng, 1991).

Se ha sugerido que para el desarrollo de sistemas alimenticios con base a forrajes fibrosos, es necesario mejorar los patrones de fermentación, que permita una mayor degradación de las paredes celulares para la producción de energía para los rumiantes con la formación de proteína microbiana al fijar el nitrógeno no proteico de la dieta (Galina et al., 2000). Para ello fue necesario ajustar los elementos de los alimentos favorecedores de la fermentación (Puga et al., 2001a; Delgadillo, 2001).

Tenemos por lo tanto en la actualidad la capacidad debido a los procesos de fermentación de producir suficiente ácido acético para el mantenimiento y crecimiento de los animales acompañado de la fijación del NNP aumentando la proteína bacteriana, por lo que los promotores de la fermentación para crecimiento o engorda en bovinos, ovinos y caprinos son suplementos que han sido ampliamente probados y que en pastoreo han tenido buenos resultados en la engorda de rumiantes. Un incremento en la población microbiana celulolítica, particularmente las especies *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* y *R. Albus*, pueden tener dos funciones, por un lado aumentar

la energía de la dieta accesible al rumiante, incrementando la digestibilidad de los forrajes ricos en fibra, permitiendo a su vez, un aporte superior por el señalado en las tablas convencionales de alimentos. Por otro lado al incrementar el flujo ruminal se produce un aumento en la cantidad de nutrientes debido a un mayor volumen de materia seca ingerida, permitiendo un consumo voluntario aparente muy por encima de márgenes conocidos con anterioridad (Ortiz *et al.*, 2001; 2002; Galina *et al.*, 2004 b; 2004 d).

Para lograr una mayor eficiencia fermentativa microbiana se ha recomendado la presencia constante de una fuente de nitrógeno amoniacal con urea, pollinaza, sulfato de amonio o cualquier otra fuente de nitrógeno no proteico en combinaciones que pueden tener concentraciones importantes de amoniaco acompañada de carbohidratos fermentables como la melaza. Otros elementos que complementan la optima fermentación microbiana han sido azufre y fósforo; además de álcalis que modifiquen el pH hacia la neutralidad (cal) aunado a sustancias buffer, como el cemento (Morales *et al.*, 2000a; Morales *et al.*, 2000b; Puga *et al.*, 2001a; Ortiz *et al.*, 2001; 2002; Galina *et al.*, 2002).

La utilización de diversas estrategias de alimentación para los rumiantes ha derivado en el uso de pastos, rastrojos, pajas y otros recursos forrajeros como la caña de azúcar y sus subproductos, tales como el bagazo, bagacillo y las puntas; sin embargo, la principal característica de estos forrajes es su pobre valor nutritivo que resulta de un alto tenor de fibra y un bajo contenido de proteína, asociado con una baja digestibilidad, lo que repercute directamente sobre el consumo, generando una baja eficiencia productiva. Es imperativo reconocer que el crecimiento del animal no puede ser sostenido por los productos de la fermentación digestiva, por lo que es imprescindible la utilización de proteína de baja degradabilidad ruminal para aprovechar a la energía de los ácidos grasos volátiles presentes (Leng, 1990).

La complementación con estos elementos (harinas de carne, de pescado y algodón etc.) son empleados principalmente en el aporte de aminoácidos para la síntesis de proteína animal. En el caso de la harina de pescado, se sabe que también aporta aminoácidos esenciales, lípidos, calcio y fósforo, además de otros micro y macro minerales que estimulan el crecimiento microbiano, generando así un aporte de proteína microbiana hacia el intestino, incrementando la eficiencia productiva del rumiante. Otros elementos de suma importancia en la nutrición del animal huésped, lo constituyen los hidratos de



carbono (almidón) de baja degradabilidad ruminal presente en los granos de cereales, así como la adición de ácidos grasos de cadena larga que favorecen el contenido energético de la ración, además de los recursos glucogénicos (maíz y pulido de arroz), impactando directamente sobre el aporte nutrimental del animal (Galina et al., 2002).

Los forrajes fibrosos se caracterizan por la gran cantidad de energía solar que fijan, como el rastrojo de maíz en el altiplano que es el cultivo más abundante en la región, además de otras pajas como la de avena o sorgo. Estos productos deben ser aprovechados en la alimentación animal, incluyendo subproductos como la melaza sumada a pajas de cereales (Galina et al., 2000; Morales et al., 2000a).

Para entender estos fenómenos es necesario desafiar o reflexionar sobre algunos de las premisas de la nutrición animal. Primero ha sido demostrado que el valor obtenido por los exámenes químicos proximales o aun los resultados de la cantidad de paredes celulares de los forrajes, tiene poca aplicación en las condiciones de muchos de los sistemas de producción de los países pobres, donde los recursos alimenticios se basan en los residuos de cosechas, subproductos agroindustriales, forrajes y pastos de media o baja calidad, que poseen una amplia variación en el año o la calidad nutricional de los mismos. Importantes logros se han dado en la elaboración del suplemento mediante estudios cuidadosos de su cinética ruminal que nos han permitido la utilización del promotor ruminal en forma de granulado en bovinos o caprinos a los cuales se les da un manejo alternativo de acuerdo a los forrajes y la época del año (Ortiz et al., 2001; 2002).

Leng (1990), define a los forrajes de baja calidad como aquellos con una digestibilidad menor a 55%, deficientes en proteína verdadera (menor a 80g/kg de proteína cruda), bajos en azúcares y almidón solubles (<100g/Kg). La utilización de este tipo de forrajes por los rumiantes se ve influenciada por varios factores asociados con el alimento o el animal, entre los cuales enumera:

- Disponibilidad de nutrientes en el alimento para un eficiente crecimiento microbial y una tasa alta de digestión en el rumen.
- La cantidad de componentes solubles en el forraje.
- El estado fisiológico, dieta e historial clínico del animal.
- Temperatura ambiental, la cual determina los requerimientos para mantenimiento.
- Las características químicas y físicas del forraje.

Para suplementar a los animales en pastoreo es necesario establecer una serie de premisas sobre la conducta del rumiante sobre el zacate. La productividad y la eficacia de los rumiantes en pastoreo son relativamente bajas, explicando estos resultados con algunas limitaciones en el consumo por el animal. Entre los factores que afectan el consumo de los animales en pastoreo, se encuentran:

1. La disponibilidad del forraje.
2. Velocidad de paso.
3. Llenado del retículo-rúmen.
4. Tamaño corporal.
5. Suplementación.
6. Intensidad de pastoreo y
7. Estado de madurez de los forrajes (Leng, 1990).

Por otra parte el estado fenológico de los forrajes puede afectar el consumo, el cual se ve disminuido cuando la digestibilidad de la materia orgánica del forraje decrece, la estrecha relación entre la composición química de los forrajes y la digestibilidad se asocian de manera directa, es decir, el consumo aumenta a medida que la digestibilidad del forraje se incrementa, cuando son ingeridas plantas verdes y succulentas, cuando la digestibilidad es alta, la velocidad de paso es mayor, traduciéndose en un aumento del consumo (Delgado, 1998).

## 1.10 Probióticos.

### 1.10.1 Panorama.

En la actualidad los mercados nacional e internacional demandan que los alimentos de origen cármico no causen daño a la salud, ya que existen sustancias que en forma accidental o inducida pueden contaminarlos. Por eso es imprescindible establecer políticas y acciones que aseguren la inocuidad de los alimentos y que garanticen su calidad higiénica para beneficio de los consumidores (Figueroa et al., 2006).

La carne de bovino forma parte de la dieta integral alimenticia del mexicano, esto es principalmente por el alto valor nutricional que representa. Sin embargo, para producir una carne segura y sana, es necesario modificar e implementar nuevas prácticas de producción pecuaria. De manera ventajosa los esquemas de alimentación, manejo y sanidad del ganado en confinamiento se han desarrollado paulatinamente, lo que ha provocado que el consumidor tenga sus precauciones al momento de consumir carne (Figueroa et al., 2006).

Hace años la inclusión de ingredientes en la elaboración de las dietas para el ganado, como las harinas de carne, subproductos de la industria avícola y porcina, se hacían sin ningún control de calidad en las plantas de procesamiento, sabiendo de antemano el riesgo de obtener un ganado con un potencial muy alto de producir carne contaminada y sobre todo, que representará un peligro de salud para el consumidor, siendo el objetivo del ganadero adquirir materia prima a bajo costo. Asimismo, el uso no controlado de biológicos, antibióticos, hormonas, y aditivos alimenticios, han puesto de manifiesto nuevamente la incertidumbre en el consumo de carne, por los problemas de salud ocasionados al consumidor (resistencia antimicrobiana, palpitaciones, temblores, alergias, hipersensibilidad y otro gran número de trastornos del metabolismo), provocando que muchos de estos productos fueran retirados del mercado, por ejemplo: la avoparcina, la tilosina y el clenbuterol (Figueroa et al., 2006).

Aunado a esto, el creciente impulso hacia la producción de alimentos orgánicos o provenientes de animales que han sido producidos y tratados humanitariamente antes del sacrificio, y a los lineamientos y regulaciones nacionales e internacionales, han provocado un efecto de alarma en los productores de carne para centrar sus energías en la producción de una carne sana y con un alto estándar de calidad (Figueroa et al., 2006).

Por lo anterior, los engordadores de ganado bovino en México, están interesados en asegurar que sus prácticas de producción no representan riesgos para la salud del consumidor y pueden pasar el escrutinio de éste; por esto el engordador tiene interés en obtener productos de calidad, por lo que sus procesos de producción deberán estar centrados en lograr productos libres de defectos, que cumplan con las especificaciones de producción y que satisfagan o excedan las expectativas del consumidor (Figueroa et al., 2006).

### 1.10.2 Historia de los probióticos.

Hipócrates (460 a.C.- 377 a.C.), el médico griego considerado como el creador de la verdadera Medicina, decía: **"Haz que tus alimentos sean tus medicinas y que tus medicinas sean tus alimentos"**.

Alrededor de 1857 las bacterias lácticas fueron descubiertas por Louis Pasteur; en 1878 Lister reportó el aislamiento de bacterias a partir de leche ácida; en 1889 Henry Tissier aisló por primera vez bifidobacterias en las deposiciones de los lactantes alimentados con leche materna y estableció una relación con el hecho de que los lactantes alimentados con leche materna sólo padecían diarrea en raras ocasiones, por ello recomendó la ingestión oral de bifidobacterias al suponer que éstas eran capaces de eliminar las bacterias responsables de las diarreas.

Posteriormente en 1965 Lilly y Stillwell utilizaron por primera vez el término de Probiótico, para nombrar a los productos de la fermentación gástrica. Esta palabra se deriva de dos vocablos; del latín (*pro*) que significa por o en favor de, y del griego (*bios*) que quiere decir vida (Gómez, 2006).

El interés científico por las bacterias como agentes protectores contra diferentes enfermedades surge de la observación de Élie Metchnikoff (1845-1916), un zoólogo y microbiólogo ruso que en 1907 remarcó la longevidad y buena salud de los campesinos búlgaros que consumían grandes cantidades de yogur. Suponía que el consumo de grandes cantidades de alimentos ricos en bacterias lácticas eliminaba las bacterias formadoras de toxinas normalmente presentes en el intestino, mientras que la elevada proporción de bacterias lácticas de la flora intestinal mejoraba la salud e incrementaba las expectativas de vida (Gómez, 2006).

### **1.10.3 Conceptos de aditivo y probiótico.**

#### **1.10.3.1 Aditivo.**

Bajo este rubro se clasifican todos aquellos ingredientes o compuestos que se adicionan a los alimentos y cuyo uso mejora en alguna forma la apariencia, la vida en bodega, la aceptación, la ingestión, la digestión, la absorción o el metabolismo de los alimentos aunque, en rigor, no sean estrictamente esenciales para la nutrición del animal (Shimada, 2005).

Los aditivos se agrupan en 6 categorías según su función: 1) colorantes, 2) conservantes, 3) antioxidantes, 4) edulcorantes, 5) emulgentes, estabilizadores, espesantes, gelificantes y 6) otros (acidulantes, correctores de la acidez, antiaglomerantes, antiespumantes, etc.); son recomendables en momentos fisiológicos y productivos de mayores necesidades nutricionales (gestación, inicios de lactación, animales de alto potencial genético etc.) y pueden aumentar la inmunidad de los animales y su resistencia a determinadas enfermedades (Caja *et al.*, 2003; González, 2004).

### 1.10.3.2 Probióticos.

Los probióticos son aditivos totalmente seguros para los animales, el consumidor y el medio ambiente; estos, se han probado en prácticamente todas las especies pecuarias y los resultados obtenidos varían desde mejoras en las ganancias diarias de peso en bovinos de corral, hasta aumentos en la grasa butírica de la leche de vacas. Bajo el término Probiótico, se incluyen una serie de cultivos vivos de levaduras y hongos *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae* o bacterias lactobacilos, que se agregan al alimento de los animales con la idea de que colonicen el tubo digestivo y mejoren el balance microbiano del mismo, en beneficio del animal (Shimada, 2005).

Los probióticos son microorganismos vivos, que al ser ingeridos en cantidades adecuadas producen efectos benéficos para la salud, además de los efectos de nutrición por lo que su empleo, es útil para la reducción del riesgo de contraer enfermedades. Las bacterias lácticas constituyen una proporción importante de los cultivos probióticos que se utilizan en la actualidad, pero hay que señalar que en un mismo género y aún dentro de una misma especie, no todas las cepas son equivalentes en cuanto a sus actividades probióticas. Los principales probióticos son los lactobacilos, las bifidobacterias y las levaduras (González y Gómez, 2001).

### 1.10.4 Funciones.

#### 1.10.4.1 En el humano.

Los probióticos en los humanos se utilizan para aumentar la resistencia contra microorganismos patógenos, estimular el sistema inmunológico, disminuir la severidad de los problemas de intolerancia a la lactosa, prevenir diarreas, como tratamiento contra el estreñimiento y por sus efectos antitumorales en cáncer de colon (González y Gómez, 2001).

Son diversas las formas en que los probióticos utilizan para mejorar la resistencia del huésped contra los microorganismos patógenos, entre las que podemos mencionar los efectos de barrera, la competencia por los sitios de adhesión y por nutrientes, las modificaciones del hábitat intestinal por cambios en el pH y la producción de sustancias antimicrobianas, entre otras (Buttazzi et al., 1985).

#### 1.10.4.2 En animales.

Diversos estudios han asociado el consumo de los probióticos con las siguientes funciones:

1) fomentan el equilibrio natural de la flora intestinal produciendo importantes mejoras en los procesos digestivos en los animales, mediante funciones fibrolíticas y nutroceúticas, 2) estimulan la fermentación láctica y favorecen la fermentación propiónica, 3) reducen las concentraciones de microorganismos patógenos y sus producciones de toxinas perjudiciales gracias a su efecto bactericida y 4) estimulan el sistema inmunológico de los animales mejorando su resistencia a las enfermedades permitiendo un crecimiento mayor y de mejor calidad (Galina y Morales, 2005).

Sabemos que de la energía total anual, utilizada por un rumiante, dependiendo del nivel de producción, del 60 al 80% es para mantenimiento, el resto, de un 20% a un 40% es para las funciones productivas, crecimiento, engorda o producción de leche. Uno de los desafíos de la producción es ofertar esa energía de forma eficiente y a un menor costo. Una alternativa es la utilización de forrajes fibrosos de menor costo; estos fermentan en el rúmen mayoritariamente formando ácido acético, metabolito que a su vez tiene un proceso de mayor costo energético para producir primero grasa animal y después ser utilizada para otras funciones metabólicas (Galina y Morales, 2005).

Generalmente se acepta que desde el punto de vista evolutivo, los rumiantes deben ser considerados como las especies animales de mayor desarrollo, del sistema digestivo, de todas las existentes. Estas adaptaciones anatómicas dieron como resultado la compartimentación del tracto digestivo y las fermentaciones pre gástricas desarrolladas, condujeron a una relación simbiótica del animal hospedero y el sistema microbiano (Tamminga y Williams, 1998; Van Soest, 1994).

El rúmen es una adaptación pre-péptica altamente especializada del tracto digestivo que facilita el almacenamiento o procesamiento microbiano de una gran cantidad de material vegetal. El ecosistema ruminal comprende una muy diversa población de bacterias anaeróbicas estrictas, hongos y protozoos definidos por la intensa presión selectiva del ambiente ruminal. Estos microorganismos en simbiosis se adaptan a sobrevivir en condiciones de anaerobiosis, altas densidades de células y la predación protozoaria y han desarrollado la capacidad para la utilización eficiente de los complejos polímeros vegetales (celulosa y hemicelulosa) (Hungate, 1988; Forsberg y Cheng, 1992).

Como compartimiento esencial en los rumiantes, este órgano tiene dos funciones básicas:

- 1 Producir energía (ácidos grasos volátiles/AGV) a partir de fuentes de carbohidratos que de otra manera no estarían disponibles para el animal y.
- 2 Fijar el nitrógeno no proteico de forma que pueda ser utilizado por el animal, como es el caso de la proteína microbiana.

Estas funciones son llevadas a cabo por la microflora y la microfauna, mediante una acción conjugada de todos los microorganismos que conviven en el ecosistema ruminal y los respectivos mecanismos de degradación.

Para la optimización de los sistemas de alimentación de los rumiantes, se requiere del desarrollo de diferentes estrategias nutricionales básicas con los siguientes objetivos: Maximizar la fermentación de los carbohidratos que son imposibles de digerir en el intestino delgado, minimizar la cantidad de carbohidratos que son digeridos y absorbidos en el intestino delgado, maximizar la síntesis de proteína microbiana a partir del nitrógeno no proteico NNP y minimizar la degradación de la proteína alimenticia a nivel del rúmen (Preston y Leng, 1987).

La degradación y utilización del material vegetal ingerido por los rumiantes es regulado por factores inherentes a las plantas, los animales y la población microbiana ruminal (Foerberg y Cheng, 1992).

El acceso de las enzimas digestivas a los nutrientes de las plantas es gobernado en gran medida por las características de éstas en cuanto a su estructura, composición, y las técnicas de procesamiento empleadas. La masticación, salivación y rumia efectuadas por el animal comienzan a acondicionar la liberación de nutrientes e incrementan su disponibilidad para las enzimas digestivas microbianas. La degradación y metabolismo de los componentes del alimento (celulosa, hemicelulosa, almidón, proteína) llevada a cabo por los organismos ruminales, suministra el carbono, energía, aminoácidos (proteína microbiana) y vitaminas requeridas por el rumiante huésped. Al maximizar la presencia de bacterias ruminales se incrementa significativamente la síntesis de proteína con paso al duodeno, produciéndose una reducción del reciclaje del N en el rúmen, permitiendo aprovechar el potencial para mejorar la productividad de los rumiantes (Owens y Goetsch, 1988; Ortiz *et al.*, 2001).



Con el uso de los probióticos, la mejora de la digestibilidad, es producida mediante una acción FIBROLÍTICA, es decir utilizan los carbohidratos de las paredes celulares de los forrajes fibrosos, liberando energía para el rumiante y produciendo proteína bacteriana. La energía necesaria para un importante desarrollo microbiano puede provenir de las paredes celulares de los forrajes fibrosos, cuando se mejora la celulolisis con suplementación de una dosis adecuada de carbohidratos fermentables (Galina *et al.*, 2002; Galina, 2005).

La fibra, en especial la celulosa es una de las sustancias orgánicas que más abundan en la naturaleza y que, a su vez, constituye una de las mayores fuentes de energía. Sin embargo los vertebrados en el curso de la evolución no han sido capaces de desarrollar en su organismo las enzimas que ataquen la configuración de los enlaces  $\beta$ -1-4 glucosídicos de la celulosa. En los herbívoros esta ausencia no influye en la utilización de la fibra especialmente por los rumiantes, ya que en el primer compartimiento retículo-rúmen se ha establecido una microflora celulolítica responsable de una fermentación pregástrica (Puga *et al.*, 2001b).

En este proceso la celulosa y otros polímeros, constituyentes de la fibra se transforman en fuentes energéticas aprovechables por el animal en forma de ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico). Es por ello, que el rumiante puede utilizar los alimentos fibrosos, más eficientemente que los animales de estómago simple (Galina *et al.*, 2002).

Los rumiantes tienen la habilidad de utilizar forrajes como única fuente de alimento. Desde el criterio de morfología vegetal, al contrario de las semillas, los tejidos de las plantas contienen una cantidad importante de su materia orgánica (MO)= 35 al 80% en las paredes celulares que le proveen a los tejidos su integridad estructural (Ortiz *et al.*, 2002).

En los bovinos se permite la utilización, como nutrimento de esas estructuras fibrosas de los forrajes, a través de una degradación de paredes celulares de los microorganismos del rúmen capaces de fermentar los polisacáridos de las paredes celulares, que no son sustrato para la hidrólisis de las enzimas de los mamíferos (Ortiz *et al.*, 2002).

Los animales nacen con un tracto digestivo libre de bacterias comensales y patógenas. La colonización del tracto en estos animales depende de las bacterias, el medio ambiente, la dieta y el animal. Bajo condiciones normales, en animales saludables, un balance de microorganismos ayuda a una digestión y absorción eficiente de nutrientes e incrementa la resistencia del cuerpo a enfermedades infecciosas (Wallace, 2001).

Sin embargo métodos modernos de crianza prenatal (destete precoz) tienden a limitar el contacto con la madre y proveen de una alimentación y condiciones ambientales artificiales. El resultado es que la microflora intestinal es deficiente en algunos de los componentes normales que son responsables de la resistencia a enfermedades. El uso de los probióticos sirve para reparar esas deficiencias (Wallace, 2001).

El desarrollo de alimentos funcionales con base a cultivos lácticos derivados de los *Lactobacillus sp.*, *Bifidobacterium sp* y *Saccharomyces sp* tienen un efecto probiótico estimulando una fermentación láctica que tiene funciones nutroceúticas, ya que producen bacteriocinas que funcionan en forma parecida a los antibióticos destruyendo bacterias patógenas o bacterias formadoras de metano, aunado a una mejora de la calidad del suplemento por sus funciones fibrolíticas, sumando ingredientes que no pueden ser digeridos como los oligosacáridos por los rumiantes en el tracto digestivo pero que estimulan la fisiología digestiva al actuar selectivamente en el crecimiento de bacterias lácticas (Charalampopoulos et al., 2002).

Este efecto benéfico de los microorganismos probióticos es debido a que cuando se ingieren en las cantidades adecuadas, ocurre la modificación del ecosistema de los billones de microorganismos que habitan en el intestino, generando un equilibrio que se manifiesta por un estado de salud, en donde existe competencia por los nutrimentos entre los probióticos y los patógenos ingeridos por accidente, así como competencia por los sitios de adherencia, impidiendo la colonización de patógenos, y reforzando los mecanismos de defensa estimulando el sistema inmune (González y Gómez, 2001).

## **2. Hipótesis.**

Es posible mejorar el ambiente ruminal de los bovinos, enriqueciendo la microflora normal con flora láctica mediante el uso de probióticos, permitiendo así una mejor digestión de un forraje como el rastrojo de maíz con un consecuente aumento en la producción de energía.

## **3. Objetivos.**

### **3.1 Objetivo general.**

Estudiar el efecto en la ganancia de peso de una engorda bovina comercial alimentada con una dieta integral adicionada con un probiótico de fermentación láctica.

### **3.2 Objetivo específico.**

Medir la ganancia de peso diaria y total en una engorda de 120 días con y sin el uso de un probiótico de fermentación láctica.

#### 4. Material y métodos.

**Lugar.** El presente trabajo se realizó en el corral de engorda "La Piedad" ubicado en La Piedad, Municipio del Marques, Querétaro México a los 20° 39' 19" latitud norte y 100° 17' 51" longitud oeste, con una altura de 1,950 metros sobre el nivel del mar (msnm). El clima es clasificado como BS 1 kw (w) (e), descrito como seco estepario, semiárido con lluvias escasas, con precipitación media anual en verano de 460 mm, así como un periodo de sequía de 6 a 8 meses (García, 1973).

**Animales.** Para la parte experimental se utilizaron 110 bovinos en engorda divididos en dos grupos, uno experimental y uno testigo. En ambos grupos se utilizaron animales cruce de *Bos taurus* y *Bos indicus*.

**Grupo experimental (T1),** fue conformado por 54 bovinos con un peso promedio inicial de 327 Kg ( $\pm 65$ ) por animal.

**Grupo testigo (T2),** fue conformado por 56 bovinos con un peso promedio inicial de 320 kg ( $\pm 74$ ) por animal.

#### Alimento.

- **Dieta Integral,** compuesta por una mezcla de de 6% azúcar, 20% fermentador ruminal, 1% fósforo, 2% grasa animal, 21% maíz grano, 1% mezcla de sales minerales, 10% paja, 33% rastrojo de maíz, 5% soya y 1% sal.
- **Fermentador:** compuesto por una mezcla de 3% cal, 4% cebo, 1% cemento, 8% harina de pescado, 16% harinolina, 14% maíz, 18% melaza, 2% ortofosfato de calcio, 10% paja, 10% pulidura de arroz, 3% sal, 1% sales minerales, 2% de sulfato de amonio y 8% urea.
- **Probiótico:** Conformado por una mezcla de bacterias lácticas de los géneros (*Lactobacillus sp*, *Bifidobacterium sp* y levadura (*Saccharomyces sp*) enriquecidas con melaza.

**Método.** El trabajo experimental, tuvo una duración de 120 días comprendidos entre el período del día 30 de mayo al día 29 de septiembre del año 2005.

En cuanto al manejo del hato, los animales fueron alojados en corrales con las siguientes características: piso de tierra, cercos tubulares, comederos de cemento y bebederos dispuestos dentro de los corrales. Todos los animales fueron pesados cada 30 días para llevar un registro de peso.

La alimentación del grupo experimental (T1), fue de la siguiente manera: diariamente se proporcionó 500 kg de alimento (dieta integral) adicionado con el 6% del probiótico, el cual se esparcía sobre el alimento con una regadera. La alimentación del grupo testigo (T2), fue ofertada de la siguiente manera: diariamente se proporcionó 500 kg de alimento (dieta integral) sin probiótico (cuadro 7).

**Cuadro 7.** Ingredientes de la dieta integral en porcentajes para cada tratamiento.

<b>Dieta Integral</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Azúcar</b>	6%	6%
<b>Fermentador</b>	20%	20%
<b>Fósforo</b>	1%	1%
<b>Grasa animal</b>	2%	2%
<b>Maíz en grano</b>	21%	21%
<b>Pollinaza</b>	10%	10%
<b>Rastrojo de maíz</b>	33%	33%
<b>Sal</b>	1%	1%
<b>Soya</b>	5%	5%
<b>Sales minerales</b>	1%	1%
<b>Probiótico</b>	6%	-

T1 (Tratamiento 1), T2 (Tratamiento2).

Para conocer el aporte nutricional de la dieta, se envió una muestra al laboratorio de bromatología de PRODUCE Querétaro. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño con una distribución completamente al azar ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey.

A continuación en el cuadro 8 se resume la cantidad de alimento ofertado en la dieta y la relación entre el porcentaje y la cantidad total de los ingredientes que la componen.

**Cuadro 8.** Ingredientes de la dieta integral en % para 500 kg de alimento.

<b>Dieta integral</b>	<b>(%)</b>	<b>(kg)</b>
<b>Azúcar</b>	6%	30
<b>Fermentador</b>	20%	100
<b>Fósforo</b>	1%	5
<b>Grasa animal</b>	2%	10
<b>Maíz en grano</b>	21%	105
<b>Pollinaza</b>	10%	50
<b>Rastrojo de maíz</b>	33%	165
<b>Sal</b>	1%	5
<b>Soya</b>	5%	25
<b>Sales minerales</b>	1%	5

## 5. Resultados.

En el cuadro 9 se resumen los resultados del presente trabajo en donde podemos observar aumentos en la ganancia de peso diaria promedio como en la ganancia de peso total promedio del grupo experimental (T1) que fue alimentado con la dieta integral y el probiótico de fermentación láctica, teniendo que el peso inicial promedio fue de 327 ( $\pm 65$ ) kg y el peso final promedio de 584 ( $\pm 66$ ) kg observando una ganancia de peso diaria promedio de 2.15 ( $\pm .210$ ) kg y una ganancia de peso total promedio de 257 kg ( $\pm 25.2$ ). En cuanto al grupo testigo (T2) que sólo fue alimentado con la dieta integral los resultados muestran aumento en la ganancia de peso diaria promedio como en la ganancia de peso total promedio teniendo que el peso inicial promedio fue de 320 ( $\pm 78$ ) kg y el peso final promedio de 547 ( $\pm 74$ ) kg observando una ganancia de peso diaria promedio de 1.91 ( $\pm .174$ ) y una ganancia de peso total promedio de 228 ( $\pm 20.8$ ) kg.

**Cuadro 9.** Ganancia diaria de peso promedio y ganancia de peso total promedio en los dos tratamientos.

Con	N	P.P.I kg.	P.P.F kg.	GDPP /kg.	GTPP /kg.
probiótico	54	327 ( $\pm 65$ )	584( $\pm 66$ )	2.15 <sup>a</sup> ( $\pm .210$ )	257 <sup>a</sup> ( $\pm 25.2$ )
Sin	N	P.P.I kg.	P.P.F kg	GDPP /kg.	GTPP /kg.
probiótico	56	320 ( $\pm 78$ )	547( $\pm 74$ )	1.91 <sup>b</sup> ( $\pm .174$ )	228 <sup>b</sup> ( $\pm 20.8$ )

Literales diferentes en una misma columna, indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**N = Número de animales**

**P.P.I = Peso Promedio Inicial**

**P.P.F = Peso Promedio Final**

**GDPP = Ganancia Diaria de Peso Promedio**

**GTPP = Ganancia de Peso Total Promedio**

Los resultados obtenidos del análisis del aporte nutricional de la dieta integral, se resumen en el cuadro 10.

**Cuadro 10.** Análisis del aporte nutricional de la dieta integral.

Dieta integral	500 (%)	500			g/kg alimento	Mcal de la dieta	PD de la dieta
		kg	Mcal/kg	PD/g			
Azúcar	6%	30	3.2	0	0.060	0.19	0
Fermentador	20%	100	2.8	280	0.200	0.56	56
Fósforo	1%	5	0	0	0.010	0	0
Grasa animal	2%	10	8.0	0	0.020	0.16	0
Maíz en grano	21%	105	3.6	60	0.210	0.76	13
Pollinaza	10%	50	2.6	180	0.100	0.26	18
Rastrojo de maíz	33%	165	2.4	60	0.330	0.79	20
Sal	1%	5	0	0	0.010	0	0
Soya	5%	25	2.6	400	0.050	0.13	20
Sales minerales	1%	5	0	0	0.010	0	0
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>25.2</b>	<b>980</b>	<b>1.000</b>	<b>2.85</b>	<b>127</b>

Mcal/kg = Megacalorías por kilogramo

PD/g = Proteína digestible por gramo

g / kg alimento = gramos utilizados para 1 kg de alimento

Mcal = Megacalorías de la dieta

PD = Proteína digestible de la dieta



## 6. Discusión.

En trabajos con rumiantes ha sido demostrado que una de las tecnologías disponibles para mejorar las características nutricionales de los forrajes de baja calidad nutritiva, es el uso de suplementos que estimulen la fermentación ruminal mediante un incremento de microorganismos celulolíticos, pudiendo ser potencializados por el uso de probióticos con base a cultivos lácticos (*Lactobacillus sp*, *Bifidobacterium sp* y *Saccharomyces sp* (Parvez et al., 2006).

(Orozco y Koeslag, 1985) mencionan que la ganancia de peso promedio diaria en engordas de bovinos de 1 año en finalización es de 1.300 Kg. Comparando los resultados obtenidos en este trabajo con esta referencia, podemos observar que hubo un aumento en la ganancia diaria de peso atribuido a los siguientes factores:

Por una parte, la acción eficaz de los suplementos promotores de la fermentación (Galina, 2002) garantizan una adecuada función ruminal que implica una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales para la multiplicación de las bacterias celulolíticas y una mayor degradación de los alimentos voluminosos con un aumento en el aporte de sustrato al intestino (García et al., 1984).

Por otro lado, el uso de probióticos ha tenido un desarrollo dinámico en la alimentación de rumiantes al permitir el uso de forrajes fibrosos abundantes en paredes celulares y nitrógeno no proteico, mediante un incremento de bacterias ruminales, particularmente microorganismos lácticos. Esta nueva flora ruminal permite una eficiente conversión de los alimentos altos en fibra de baja digestibilidad, adicionando nutrientes esenciales para el desarrollo de un número mayor de bacterias ruminales, proporcionando aminoácidos para proteínas o carbohidratos de sobrepaso (baja tasa de degradación en el rumen), todo ello acompañado de una fuente de nitrógeno no proteico y además tienen un efecto nutrocéutico que reduce la metanogénesis, mejorando la utilización metabólica del nitrógeno (Galina y Morales, 2005; Mwenya et al., 2004).

Recordando que en los bovinos del 60 al 80% de la energía total anual utilizada corresponde a la de mantenimiento y que sólo del 20 a 40% queda para las funciones productivas, al mejorar los patrones de fermentación en sistemas alimenticios con base a forrajes fibrosos (rastrojo de maíz) se permite una mayor degradación de las paredes

celulares para la producción de energía, con la formación de proteína microbiana al fijar el nitrógeno no proteico de la dieta, por lo tanto el mayor uso de paredes celulares cuando se usa un probiótico, aumenta la tasa de paso de los forrajes incrementando el consumo de materia seca (Galina et al., 2003; Galina y Morates, 2005).

En trabajos sobre la cinética ruminal, se demostró que un incremento en la población microbiana celulolítica, producto de la oferta continua de nitrógeno no proteico, por un lado aumenta la energía de la dieta accesible al rumiante incrementando la digestibilidad de los forrajes fibrosos y por otro lado al incrementar el flujo ruminal se produce un aumento en la cantidad de nutrientes debido a un mayor volumen de materia seca ingerida, permitiendo un aumento en el consumo voluntario y por ende un aumento en la ganancia de peso ya que esta depende de forma directa de ese factor (Ortiz et al., 2001; 2002; Galina et al., 2004b; 2004d; Shimada, 2005).

Este fenómeno, ha sido demostrado ser producto de la capacidad de los microorganismos ruminales para transformar el nitrógeno amoniacal en proteína microbiana (Galina et al., 1998a; Preston, 1995; Brow, 1998; Leng, 1990; Fondevila y Dehority, 1995).

La importancia de una disponibilidad adecuada de nitrógeno sobre la digestión de forrajes groseros en el rumen se ha reconocido desde hace varios años. William (1991) reportó una correlación positiva, altamente significativa entre el nivel de nitrógeno en el contenido ruminal, el número de microorganismos y la tasa de digestión de fibra de algodón. Posteriormente Coombe y Tribe (1963) determinaron que la utilización de un suplemento con urea incrementaba el consumo de la paja en ovinos, efecto que estaba relacionado con un incremento en la tasa de digestión de la celulosa y un menor tiempo de retención de las partículas no digeridas en el rumen.

En trabajos anteriores en ovinos y caprinos donde se midió la eficiencia de un probiótico, se logró demostrar una mayor eficiencia fermentativa microbiana con la presencia constante de una fuente de nitrógeno amoniacal como la urea acompañada de carbohidratos fermentables como la melaza, minerales como el azufre y fósforo, álcalis que modifican el pH hacia la neutralidad (cal) y sustancias buffer como el cemento. Se mostró que con elementos con proteína de baja degradabilidad ruminal (harinas de pescado, carne, algodón etc.) se aprovecha la energía de los ácidos grasos volátiles

como aporte de aminoácidos para la síntesis de proteína del animal y que con hidratos de carbono de baja degradabilidad ruminal presentes en los granos de cereales (maíz y pulidura de arroz) y ácidos grasos de cadena larga (grasa animal) se favorece el contenido energético de la ración incrementando la eficiencia productiva del rumiante (Morales et al., 2000a; Morales et al., 2000b; Puga et al., 2001a; Ortiz et al., 2001; 2002; Galina et al., 2002).

Se ha documentado que la adición del probiótico en la dieta mejora la digestibilidad debido probablemente a un incremento súbito de la población bacteriana de 1 a 10 millones de microorganismos por ml de líquido ruminal, lo que demuestra la importancia de mejorar el ambiente ruminal (Galina y Morales, 2005).

## **7. Conclusiones.**

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que el uso de probióticos de fermentación láctica adicionados a una dieta integral en la alimentación de novillos en engorda garantizan una adecuada función ruminal que implica una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales para la multiplicación de las bacterias celulolíticas y permiten una ganancia de peso mayor debido a un mejor aprovechamiento del forraje (rastrojo de maíz) probablemente mediante un incremento de bacterias lácticas en el rumen.

## 9. Bibliografía.

1. Alviárez, M. A., González, M. B. E. y Jiménez, S. Z. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: Alimentos funcionales. Revista de salud pública y nutrición, REPN 3(3). Facultad de Salud Pública y Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
2. Brown, W. F. Pitman, W. D. and Mislevy, P. 1988. Intake and digestibility and performance by, cattle grazing cynodion varieties. Nutrition Reports Internacional 38(6): 1201-1209.
3. Buttazzi, V. C., Zaccaroni, P. G. y Sarra, 1985. Probiotica con batteri lattici. Centro sperimentale del Latte, Milan, Italia.
4. Caja, G., González, E., Flores, C., Carro, M. D. y Albanell, E. 2003. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: Probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de producción animal, Universidad de León.
5. Carrera, Ch. B., Schwentesius, R. R. y Gómez, C. 2003. Impacto del TLCAN en la ganadería bovina de carne en México. en: La ganadería mexicana en el nuevo milenio. Situación, alternativas productivas y nuevos mercados. UACH. Chapingo, México.
6. Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. and Webb, C. 2002. Application of cereals and cereal components in functional foods: A review. Int. J. Of Food Micro. 79:131-141.
7. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas. 2003. Información económica pecuaria No 12. México, D. F. 80 p.
8. Delgadillo P. C. 2001. Efecto de la complementación alimenticia de gramíneas tropicales con un alimento complejo catalítico sobre las variables de fermentación ruminal en bovinos y ovinos. Tesis de Doctorado. PICP. Universidad de Colima, México 175 pp.

9. Delgadillo P. C. 1998. Mejoramiento de un sistema de alimentación parcialmente biosostenible en cabras bajo pastoreo racional técnico móvil. Tesis de Maestría. PICP. Universidad de Colima. 85 pp.
10. Diplock, A. T., Aggett, P. J., Ashwell, M., Bomef, F., Fern, E. B. y Roberfroid, M. B. 1998. Scientific concepts of functional foods in Europe, Consensus document. Bruxelles: ILSI Europe, p. 17.
11. EUROSTAT, 2004. Statistical Office of the European Communities.
12. FAO, 2004. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Información Estadística.
13. Figueroa, V. C., Meda, G. F. J. y Janácuca, V. H. 2006. Manual de buenas prácticas de producción en la engorda de ganado bovino en confinamiento. SENASICA. 2a ed.
14. Foersberg, C. W. and Cheng, K. Jr. 1992. Molecular strategies to optimize forage and cereal digestion by ruminants. In: Bills D. D and Kung S.-D (Eds) Biotechnology and nutrition, pp 107-147. Butterworth Heinemann, Stoneham.
15. Fondevila. M. and Dehority, B. A. 1995. Interaction between fibrobacter succionogenes, *Prevotella ruminicola* and *Ruminococcus flavefaciens* in the digestion of cellulose from forage. Journal of Animal Science. 74: 678-684.
16. Galina, M. y Morales, A. 2005. Mejoramiento del pastoreo orgánico en rumiantes por fermentación (BOVIMAX, OVIMAX O CAPRIMAX) para la producción de los alimentos de calidad para el consumo humano, Seminario prebióticos, probióticos, antibióticos, pastoreo y fermentación como alternativa para la producción de rumiantes. FES Cuautitlán, UNAM. México.
17. Galina, M. A., Hummel, J. Sanchez, M., and Haenlein, G. 2004d. Fattening rambouillet lambs with corn stubble or alfalfa hay, Slow urea intake supplementation or balanced concentrate. Small Rum. Res. 153: (1) 89-98.

18. Galina, M. A., Guerrero M., Puga, D. C. and Haenlein, G. F. W. 2004b. Effect of slow intake urea supplementation on goat kids pasturing natural mexican rangeland, Ruminant fermentation, Feed intake and digestibility. *Small Rum. Res.* 53 (1-2) 29-38.
19. Galina, M. A., Guerrero, M., and Puga, D. C. 2004a. Economical and sociological development through management of fibrous forages. *South African J. of Anim. Sci* 35 (1)15-17.
20. Galina, M. A, F. Perez-Gil, F., Hummel, J. D., Ortiz, R. M. A. and Ørskov, E. R. 2003. Effect of slow intake urea supplementation on fattening of steers feed sugar cane tops (*Saccarum Officinarum*) and maize (*Zea Mays*) with or without SIUS. Ruminant fermentation, feed intake and digestibility. *Lives Prod Sci.* 83 (1): 1-11.
21. Galina, M. A, Ruiz, G. y Ortiz, M. A. 2002. Ceba de bovinos con punta de caña y planta de Maíz suplementados con bloque de urea o concentrado. Fermentación ruminal, consumo y digestibilidad. *Pastos y forrajes.* 25 (3) 209-221.
22. Galina, M. A., Guerrero, C. M., Serrano, G., Morales, R. and Haenlein, G. 2000. Effect of complex catalytic supplementation with non protein nitrogen on ruminal ecosystem of growing goats pasturing shrub land in Mexico. *Small Rum. Res.* 36: 33-42.
23. Galina, M. Morales, R., Jiménez, S. And Haenlein, G. 1998a. Performance of dairy goats pasturing shrubland in Mexico supplemented with urea molasses mineral block. *Adv. Agric. Res.* 7 (3): 15-22.
24. Galina, M. y Guerrero, M. 1993. La ganadería mexicana. Características y perspectivas del sector. *Avances en investigación agropecuaria* 1 (2) 13-40.
25. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp 33.
26. García, H. G; Huitron, M.; Zorilla, J. R. y Rodríguez G. F. 1984. Nutrición de rumiantes en pastoreo libre. III.-Valor nutritivo de la dieta de bovinos en altiplano central. Reunión de investigación pecuaria en México. México, D. F. 75-80.

27. Gómez, D. G. 2006. Los probióticos. Una alternativa en el tratamiento de enfermedades; UDES-CUCUTA, Colombia.
28. González, G. E. 2004. Utilización de enzimas fibrolíticas en cabras lecheras. Evaluación de su calidad y características fermentativas in vitro. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
29. González, M. B. E. y Gómez, T. M. 2001. Probióticos. Revista salud pública y nutrición. 2 (3) Universidad Autónoma de Nuevo Leon.
30. Hungate, R. E. 1998. Introduction: The ruminant and the rumen. *in*: Hobson, P.N. The rumen microbial ecosystem. Elsevier Applied Science, New York. pp 1-19.
31. Jones, P. J. 2002. Clinical Nutrition. 7 Functional foods – More than just nutrition. Can. Med. Assoc. J. 166 (12): 1555.
32. Leng, R. A. 1991. Application of biotechnology to nutrition of animals in developing countries. FAO Animal production and health paper 90. Roma, Italia: 146 pp.
33. Leng, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forage by ruminant Animals particularly under tropical conditions. Nutr. Res. Rev. 3, 277-303.
34. Morales, R., Galina, M. A. and Haenlein, G. F. W. 2000b. Nutritional and economic effects of using complex catalytic feed supplementation to day dairy goats on low quality forage. Procc. VII International conference on goats. Tours, France. 15-18 Mayo. Tome 1: 145-149.
35. Morales, A. R., Galina, M. A., Jimenez, S. and Haenlein, G. F. W. 2000a. Improvement of biosustainability of a goat feeding system with key supplementation, Small Rum. Res. (35):97-105.
36. Mwenya, B., Santoso, B., Sar, G., Gamo T., Kobayashi, I., Arai, I., Takashashi J. 2004. Effects of including  $\beta$ 1-4 galacta-oligosaccharides, lactic acid bacteria of yeast culture on



methanogenesis as well and energy and nitrogen metabolism in sheep. *Anim. Feed Science and Technology* 115: 313-326.

37. Orozco, L. y Koeslag, H. 1985. Bovinos de carne. *Manuales para educación agropecuaria*. Ed. Trillas. México. 60 – 61.

38. Ortiz, R. M. A., Galina, M. A. and Carmona, M. M. A. 2002. Effect of a slow non-protein nitrogen ruminal supplementation on improvement of cynodon *Nlemfuensis* or *Brachiaria Brizanta* utilization by zebu steers. *Livest. Produc. Sci.* 78 (2) 125-131.

39. Ortiz, R. M. A., Haenlein, G. F. W and Galina, M. 2001. Effects on feed intake and body weight gain when substituting maize with sugar cane in diets for zebu steers complemented with slow release urea supplements. *Intern. J. Animal Sci* 16(2):239-245.

40. Ovesen, L. 1997. Regulatory aspects of functional food. *Eur. J. Cancer, Prev.* 6, 480-482.

41. Owens, F. N. and Goetsch, 1988. Ruminal fermentation. In: D.C. Church (Ed) *The Ruminant Animal: Digestive physiology and nutrition*. Prentice hall, Englewood Cliffs, N J. pp. 140-147.

42. Pérez, B. M. T. y Ordaz, S. J. C. 1996. Caracterización socioeconómica del sistema de Cría de becerros en Balleza, Chihuahua. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, México. México.

43. Preston, T. R. 1995. Tropical animal feeding. A manual for research workers. *FAO Animal production and health paper* 126. Rome, Italy: 305 pp.

44. Preston, T. R. y Leng, 1987. Matching Ruminant Production System with Available Resources in the tropics and subtropics. *PENAMBUL Books Ltd: Armidales NSW, Australia*.

45. Puga, D. C. y Galina, M. A. 2004. Ecological use of fibrous forage with solar mobile fence. *Graz. South Afric. J. of Anim. Sci* 34 (1):131-133.

46. Puga, D. C., Galina, M., Pérez-Gil, R. F., Sangines, G. L., Aguilera, B. A., Haenlein, G. F. W., Barajas, C. R. and Herrera, H. J. 2001b. Effect of a controlled-release urea

supplementation on feed intake, digestibility, nitrogen balanced and ruminal kinetics of sheep fed low quality tropical forage. *Small Rum. Res.* 41 (1):9-18.

47. Puga, D. C., Galina, M. A., Pérez-Gil, R. F., Sanguinés, G. L., Aguilera, B. A. and Haenlein, G. F. W. 2001a. Effect of a controlled-release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugars tops (*Saccharum Officinarium*), Corn (*Zea Mays*) and King Grass (*Pennisetum Purpureum*). *Small Rum. Res.* 39 (3):269-276.

48. Ruíz, F. A. 2004. Impacto del TLCAN En la cadena de valor de bovinos para carne. Universidad Autónoma Chapingo, México.

49. Saucedo, L. G. 2003. Perspectivas de La red de carne de bovino en el año 2003. FIRA.

50. Schiappacasse, A. E., y Freís, C. 2003. Las cualidades de los alimentos funcionales. Facultad de Química y Bioquímica de los alimentos de la Facultad de Ciencias de la Alimentación UNER. Revista INTER FORUM.

51. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA, 2005. Programa Nacional Pecuario.

52. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA, 2003. Programa Nacional Pecuario.

53. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA, 2002. Situación actual de la producción de carne de bovino en México. *Claridades Agropecuarias* 109:3-32.

54. Shimada, M. A. 2005. *Nutrición Animal*. Ed. Trillas; 1ª Reimpresión. Pág. 228.

55. Sloan, A. E. 2000. The top 10 Functional food trends. *Food Tech.* 54: 33-62.

56. Tamminga, S. and Williams, B. A. 1998. In vitro techniques as tools to predict nutrient supply in ruminants. In: Occasional Publication No. 22. BSAS, E. R. Deaville, E. Owen, A.T. Adegoson, C. Rymer, J.A. Huntington and T. L. J. (Eds.) Pp. 1-11.

57. United States Department of Agriculture. 2003. Report Number MX3114. USDA. Foreign Agriculture Service.
58. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of Ruminant. Cornell Univ. Press, Ithaca, N.Y. 2<sup>nd</sup> ed.
59. Villamar, A. L. 2004. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA.
60. Wallace, R. J. 2001. Ruminal Microbiology, Biotechnology and ruminant nutrition: Progress and problems. J. Anim. Sci. (72): 2992-3003.