

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN.

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

ALUMNO: RICARDO ZERMEÑO CRUZ.

ASESOR: ING. SANTOS IGNACIO ARBIZA AGUIRRE.

TESIS.

**EFFECTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL *LACTOBACILLUS CASEI SHIROTA*
SOBRE EL CRECIMIENTO DE CABRITOS DE LA RAZA ALPINA FRANCESA.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Agradecimientos.

A mi mamá Sofía Cruz Carmona por el cariño y su apoyo durante toda mi vida, gracias por ser una motivación más y gracias por darme tu amor.

A mi padre Eduviges Zermeño Bustos por brindarme tu apoyo incondicional en todo momento, por acompañarme en cada etapa de mi vida y sobre todo por el ejemplo que me has brindado de trabajo esfuerzo y dedicación, gracias por estar conmigo.

A mi novia Estefanía Marín Solís, gracias por ayudarme a lo largo de toda la carrera, en el periodo de realización de la tesis, pero sobre todo por tu amor, apoyo y fe que tienes conmigo, gracias hermosa. Gracias a la Doctora Julia Solís Ramírez por su ayuda y apoyo que me brindo en todo el proceso de la elaboración de la tesis.

A mis hermanos (Juanis, Mari, Pati, José y Manuel) por su apoyo a lo largo de toda mi vida, por su cariño y amor que me han brindado y por el ejemplo de seguir estudiando. A mis sobrinos (Carlos, Paco, Paola, Laura, Arturo, Daniel, Elizabeth, Luis y Gerardo) ya que son parte de mi vida y una inspiración más para ser mejor cada día.

A el Doctor Miguel Ángel Pérez Razo por su ayuda en la elaboración de la tesis, así como al Ingeniero Arbiza y al Doctor De Lucas por su apoyo en estos últimos meses, gracias.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. Introducción. | 1 |
| 11. Revisión de la literatura. | 3 |
| 2.1 Crecimiento del cabrito. | 3 |
| 2.1.1 Factores raciales. | 5 |
| 2.1.2 Sistemas de cruzamientos. | 7 |
| 2.1.3 Año y estación de nacimiento | 7 |
| 2.1.4 Peso y edad de la madre. | 8 |
| 2.1.5 Sexo de la cría. | 8 |
| 2.1.6 Peso al nacimiento. | 9 |
| 2.1.7 Tipo de parto. | 9 |
| 2.1.8 Método de crianza. | 9 |
| 2.1.9 Factores hormonales intrínsecos. | 11 |
| 2.1.10 Desarrollo del sistema digestivo en rumiantes | 12 |
| 2.2 Aditivos. | 14 |
| 2.3 Probióticos. | 16 |
| 2.3.1 Características de los probióticos. | 17 |
| 2.3.2 Principales probióticos. | 18 |
| 2.3.3 Principales funciones de los probióticos. | 21 |
| 2.3.4 Influencia sobre la fisiología del segmento digestivo. | 24 |
| 2.3.5 Acción antagonista hacia gérmenes patógenos. | 24 |
| 2.3.6 Estimulación de la inmunidad. | 26 |
| 2.3.7 Neutralización de los productos tóxicos. | 27 |
| 2.3.8 Lucha contra el estrés | 27 |
| 2.3.9 Prevención de cáncer | 28 |
| 2.3.10 Efecto del <i>Lactobacillus casei</i> al utilizarlo como un probiótico. | 28 |
| 2.3.11 Efectos de los probióticos en la alimentación animal. | 31 |
| III. Objetivo general. | 34 |
| IV. Hipótesis | 34 |
| V. Material y métodos. | 35 |

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1 Ubicación. | 35 |
| 5.2 Métodos. | 35 |
| 5.3 Análisis estadístico. | 37 |
| VI. Resultados. | 38 |
| VII. Discusión. | 41 |
| VIII. Conclusiones. | 43 |
| IX. Bibliografía. | 44 |

ÍNDICE DE CUADROS.

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Diferentes razas con sus pesos al nacer y al destete | 6 |
| Cuadro 2. Pesos promedios (kg) de los cabritos criollos en tres grupos experimentales hasta el destete. | 10 |
| Cuadro 3. Algunos microorganismos utilizados como probióticos. | 20 |
| Cuadro 4. Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar del efecto de la interacción tratamiento x tipo de nacimiento sobre el peso del cabrito a la quinta semana de edad y su ganancia diaria de peso. | 38 |
| Cuadro 5. Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar del efecto de la interacción tratamiento x el tipo de sexo sobre el peso del cabrito a la quinta semana de edad y su ganancia diaria de peso. | 39 |
| Cuadro 6. Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar del efecto de la interacción tratamiento x el tipo de crianza sobre el peso del cabrito a la quinta semana de edad y su ganancia diaria de peso. | 40 |

RESUMEN.

El siguiente estudio se realizó en el módulo de caprinos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, que se encuentra situada geográficamente en el Estado de México a una altitud de 2210 m. sobre el nivel del mar con una latitud norte de 19° 40' y 99° 11' de longitud oeste. Se emplearon cabritos recién nacidos de la raza Alpina Francesa que se encuentran bajo un sistema de estabulación. El estudio evaluó el efecto de la administración del *Lactobacillus casei shirota* sobre el peso de los cabritos desde el nacimiento hasta las cinco semanas de edad, bajo dos sistemas de crianza (lactancia natural y lactancia artificial). El tratamiento con el probiótico (*Lactobacillus casei shirota*), fue administrado por vía oral, y se les administró a cada cabrito la cantidad de 10 ml. una vez que los cabritos cumplieron los 4 días de nacidos. En cada uno de los sistemas de crianza el tratamiento se asignó de manera aleatoria, dependiendo de su sexo y tipo de parto, se les asignó uno de los tres grupos que se mencionan a continuación:

- 1) Grupo A. Este se le consideró como grupo control y no se le administró el probiótico.
- 2) Grupo B. A los cabritos en este grupo se les administró 3 tomas de probiótico una cada tercer día.
- 3) Grupo C. A los cabritos se le administro 15 tomas de probiótico diariamente durante 15 días.

El peso de los cabritos a las cinco semanas de edad se consideró como variable de respuesta y el tratamiento, sexo, tipo de parto y sistema de crianza como efectos fijos. Los resultados obtenidos demuestran que la interacción ($P < 0.05$) solo fueron observadas en los cabritos nacidos únicos y que se les administró el probiótico ya sea cada tercer día o por quince días, ya que tuvieron cerca de 2 kg más que los del grupo control. En cuanto a el tipo de sexo la interacción se observó en los animales machos ($P < 0.05$) y que se les aplicó el tratamiento con el probiótico ya sea cada tercer día o por quince días los cuales demuestran una ganancia de peso de cerca de 2.4 Kg. en comparación con los animales control. Por otra parte, en el tipo de crianza se observó que en la lactancia artificial ($P < 0.05$) y que se les administró el probiótico por quince días o cada tercer día, se obtuvo una ganancia de peso de hasta 2.4 Kg mayor que en los animales control.

I. INTRODUCCIÓN.

La cabra constituye en algunas regiones, la única especie doméstica que se puede adaptar y producir en condiciones inhóspitas en donde otras especies difícilmente lo harían (Arbiza y De Lucas, 2001). Así mismo, son varios los insumos que este animal proporciona al hombre como carne, leche, piel y pelo fino (Armendáriz *et al.*, 2000). En los últimos años el concepto tradicional de la cabra, ha venido presentando cambios importantes en la manera de conceptualizar a la especie, así como de los productos que de ella se obtienen (Koeslag *et al.*, 2004). En México de manera general, la cría comercial de caprinos canaliza sus objetivos a la producción de leche y de carne (Arbiza y De Lucas, 2001). No obstante el objetivo de la granja, la cría del cabrito es uno de los procesos que se presentan con la reproducción de los animales y que también proporciona beneficios económicos a través de su venta (Armendáriz *et al.*, 2000), por lo que el conocer los diferentes factores que pueden influir en el crecimiento del cabrito, es de suma importancia en el proceso productivo de la cabra. Se conoce que el crecimiento del cabrito es un fenómeno complejo, que comienza desde la fecundación. Durante la gestación el mayor crecimiento del embrión se observa aproximadamente después de los 90 a 100 días de ésta (Gall, 1981; Arbiza y De Lucas, 2001). El peso al nacimiento de los cabritos es variable según raza, edad de la cabra, sexo, tipo de parto y época del año de nacimiento (Daza *et al.*, 2004). Estos pesos son muy variables, en clima templado y en razas lecheras grandes como las Alpinas oscila entre los 3 y 4 Kg en hembras únicas o mellizas y entre 3.5 a 5 Kg en machos. Pesos menores a 2.5 Kg dificulta enormemente la supervivencia de los cabritos (Arbiza y De Lucas, 2001). Posteriormente al nacimiento, se ha determinado que durante las primeras 12 semanas, el crecimiento es regular, progresivo y la ganancia de peso diaria varía entre 100-180 g, disminuyendo paulatinamente hasta los siete meses, a partir de los cuales se sitúa entre 60 a 80 g/ día (García, 1990). Existen diversos estudios que indican que la velocidad de crecimiento puede ser influenciada por factores tales como la raza, el genotipo, sexo, nutrición de la madre y del cabrito, producción de leche de la madre, edad de la madre, tipo de parto, de la época de nacimiento y de las prácticas de manejo (Valencia *et al.*, 1995; Daza *et al.*, 2004).

En otras especies como es el caso de los cerdos y las aves, también se ha observado que el crecimiento puede ser modificado mediante la administración de probióticos (Hillman, 2001). Los cuales son aditivos utilizados en la alimentación animal para optimizar y promover la producción, siendo preparaciones bacterianas, en su mayoría productoras de ácido láctico (Robles *et al.*, 1995). Se ha señalado también que el uso de probióticos, producen mejoras en el crecimiento y/o índice de conversión en cerdos y aves, similares a los obtenidos con los antibióticos promotores de crecimiento. En estas especies, los efectos de los probióticos al parecer se dan en las primeras semanas de vida de los animales, especialmente en el período posterior al destete en el caso de los mamíferos (Hillman, 2001). En ganado vacuno, el uso de probióticos (*Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*), se conoce que puede incrementar la producción de leche (entre 1 y 2 kg por animal/ día) y también la ganancia diaria de peso de terneros en engorda (hasta un 20 %) (Hillman, 2001). Un Probiótico bueno se debe de constituir de bacterias resistentes a la acción del jugo gástrico, de la bilis, del pH ácido, no ser tóxico, y debe actuar en el animal de forma beneficiosa, mejorando la digestibilidad y eliminar bacterias patógenas (De Ávila, 2005). La mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos en los animales de granja pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*) (Carro y Ranilla, 2002). Si bien todavía se desconocen muchos aspectos de los mecanismos de acción de los probióticos, parece que en especies como los cerdos, éstos impiden a los microorganismos patógenos (p.e. *Salmonella* y *Escherichia coli*) colonizar el tracto digestivo, o al menos reducen su concentración o su producción de toxinas. Asimismo, se han registrado aumentos de la concentración de inmunoglobulinas en el tracto digestivo de cerdos tras la administración de *Bacillus clausii*, por lo que otro efecto de los probióticos podría ser la estimulación del sistema inmunológico del animal. El resultado es que los animales que reciben probióticos presentan un mejor estado sanitario, que se puede traducir en una mejora del crecimiento (Carro y Ranilla, 2002). Por lo que estos mecanismos de acción de cómo se comportan los probióticos, es probable que también se presenten en las cabras. Sin embargo, para esta especie hay muy poca información sobre los efectos que tienen los probióticos, por lo que el presente estudio tiene como objetivo el de determinar el efecto de un probiótico en el crecimiento del cabrito.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Crecimiento del cabrito

El crecimiento y comportamiento productivo del cabrito se ha comprobado que es determinado por factores genéticos (raza) y no genéticos (peso y edad de la madre, tipo de parto, sexo, año y estación de nacimiento, manejo), los cuales inician desde el momento de la concepción donde la información genética dirige su desarrollo y determina sus características productivas (Glimp, 1991). Sin embargo, para lograr la expresión fenotípica de dicho material genético, se requiere de un medio ambiente adecuado interno y externo (Glimp, 1991), en los primeros se han revisado el efecto de la edad y peso de la madre, tamaño de la camada, salud, sexo, mientras que de los relacionados con el medio ambiente externo, se han revisado el clima, alojamiento, alimentación, dieta, nivel de toma de alimento y de manejo en las cuales se encuentra el caprino (Morand-Fehr, 1982; Glimp, 1991).

Por otro lado estudios realizados por Morand-Fehr (1982) en cabritos Alpinos Franceses demuestran que la curva de crecimiento del cabrito durante las primeras 30 semanas de vida tiene un comportamiento bastante rectilíneo tal como se muestra en la figura 1.

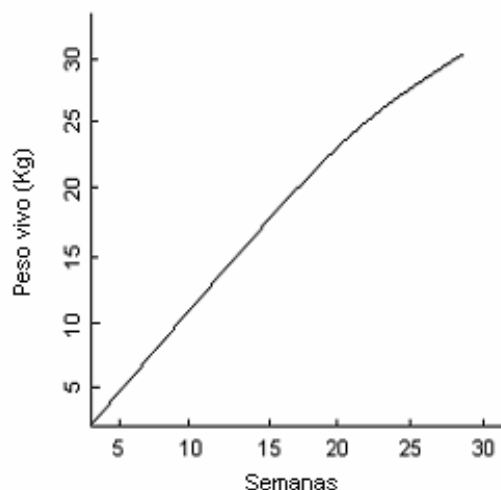


Figura 1. Crecimiento de cabritos Alpinos Franceses en las primeras 30 semanas de edad (Morand-Fehr, 1982).

En este estudio realizado por Morand-Fehr (1982) en cabritos Alpinos Franceses demuestra que la curva de ganancia de peso (Figura 2) durante las primeras 12 semanas fue caracterizada por una ganancia diaria de peso de 170 g, excluyendo el periodo de destete; y después de la semana 12 la ganancia de peso fue disminuyendo linealmente hasta alcanzar los 70 g a la semana 30.

Aunque la curva de crecimiento puede tener desviaciones importantes durante el destete; ya que el reemplazar alimento líquido por alimento sólido siempre causa un shock en la cría el cual puede ser llamado como un evento estresante; y la magnitud de este estrés va a depender de la edad, el peso de la cría así como su tipo de sexo (Morand-Fehr, 1982). Entre más temprano sea el destete más marcada es la reacción; Morand-Fehr (1982) demostró que el destetar cabritos Alpinos a las tres semanas causa una interrupción del crecimiento durante aproximadamente una semana, mientras destetar a las siete semanas sólo conduce a un muy ligero retraso de crecimiento. Aunque en realidad la magnitud de este shock parece ser más relacionado a el peso que a la edad del cabrito. Morand-Fehr (1982) demostró que el destete de cabritos Alpinos en 7 kg y 8.5 kg trae aproximadamente un retraso en el crecimiento de 1200 g y 44 g respectivamente como el comparado con el crecimiento de cabritos destetados a los 10 kg que casi no demuestra un efecto del shock por el destete.

Un ligero shock por el destete es acompañado por una ligera movilización de reservas grasas, manifestado por el bajo nivel sanguíneo de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y por un progresivo decremento en el nivel de glucosa en la sangre; por otra parte durante un severo shock por destete los cabritos movilizan mucho mas reservas grasas, esta glucemia rápidamente cae y después tiende a quedarse constante o tiende a incrementar ligeramente (Morand-Fehr, 1982).

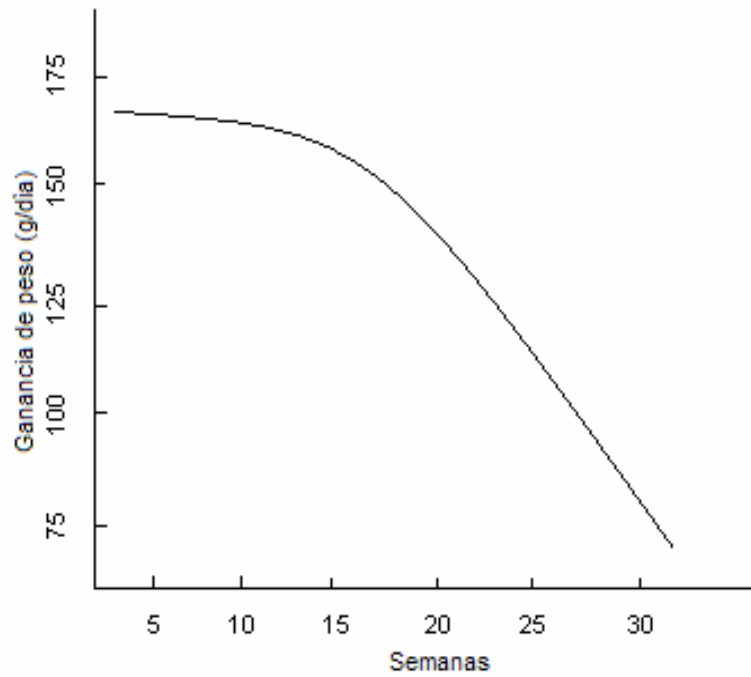


Figura 2. Ganancia de peso en cabritos Alpinos Franceses (Morand-Fehr, 1982).

2.1.1 Factores raciales.

Diversos autores como Morand-Fehr (1982) y García *et al.*, (1991) con razas Alpina, Nubia, Toggenburg, Saanen y Granadina, mencionan que la raza es una fuente de variación importante para el peso y la velocidad de crecimiento de los cabritos. Como se puede ver en el cuadro 1., los pesos al nacer varían de acuerdo al tipo de raza, mientras que los pesos al destete son influenciados por diversos factores que aquí serán explicados.

Cuadro 1. Diferentes razas con sus pesos al nacer y al destete.

| Raza. | Sistema de producción. | Peso al nacer (Kg). | Ganancia diaria de peso (g) | Peso al destete (Kg). | Referencia. |
|--|--------------------------------------|---|---|--|--------------------------------|
| Nubia | Pradera irrigada con suplementación. | 2.98 | | | García y Rankin (1988) |
| Nubia Saanen | Estabulación. | 3.14 3.38 | | | Martínez <i>et al.</i> (1988) |
| Criollo | Extensivo | 2.72 ± 0.57 | 30 días 158.3 60 días 115.4 90 días 68.3 | 30 días 7.08 60 días 10.26 90 días 12.16 | Dayenoff <i>et al.</i> (1994) |
| Nubia | Estabulado | 2.89 | 112 | 90 días 12.54 | Díaz <i>et al.</i> (1995) |
| Alpina Saanen Nubia | Estabulado | | 148 153 151 | 18.87 19.22 19.09 | Sánchez <i>et al.</i> (1995) |
| Criollo | Semi-intensivo | 3.09 ± 0.14 | 35 días 135.42 70 días 127.71 | 35 días 7.8 70 días 12.1 | García <i>et al.</i> (1995). |
| Granadina Nubia Alpina Saanen Toggenburg | Estabulación. | 2.62 – 2.84 3.03 - 3.10 3.20 - 3.31 3.11 - 3.15 3.17 - 3.30 | 124 125 123 127 121 | 12.86 ± 0.32 14.00 ± 0.21 14.54 ± 0.15 13.43 ± 0.40 14.04 ± 0.34 | Pérez <i>et al.</i> (1997) |
| Damascus | | 4.0 | | 35 días 9.8 90 días 17.0 | O Brien (1998) |
| Alpina Toggenburg. Saanen | Pradera irrigada. | 3.15 3.16 3.15 | | | Méndez <i>et al.</i> (1999) |
| Saanen | Estabulación | 3.6 ± 0.5 | 191 ± 49 | 60 días 15.2 ± 2.6 | Valencia <i>et al.</i> (2000). |
| Criollo | Extensivo | 2.6 ± 0.58 | 30 días 106.2 60 días 95.5 90 días 53.9 | 102 días 10.12 ± 2.7 | Hernández <i>et al.</i> (2003) |

No obstante la variación en el peso al nacimiento que existe entre las diferentes razas, en su revisión Morand-Fehr (1982) refiere que el peso al nacimiento guarda relación con el tamaño de la raza y que generalmente representa 1/15 parte del peso de adulto, y por lo general la progenie de razas grandes crece más que la progenie de razas chicas.

2.1.2 Sistemas de cruzamientos.

Los sistemas de cruzamientos se han utilizado en diversas especies para complementar en la cría las fortalezas de las razas que participaron en su formación y/o para obtener también en estas los beneficios de la heterosis o vigor híbrido. La heterosis en cabras se ha utilizado con el objetivo de incrementar producción de leche, o la tasa de crecimiento de las crías, o la eficiencia alimenticia (Shrestha y Fahmy, 2005).

Holland y Odde (1992) y Pérez (1996) mencionan que los cruzamientos entre una raza mejorada y una raza local contribuye a incrementar la velocidad de crecimiento del cabrito y que el efecto contrario a la heterosis, la consanguinidad generalmente deprime el crecimiento. La habilidad para mejorar el índice de crecimiento varía dependiendo de las razas utilizadas. Por ejemplo García *et al.* (1995) en estudios realizados con las razas Toggenburg, Alpina y Nubia dieron como resultado que al hacer cruces entre estas tres diferentes razas, los hijos de padres Alpinos siempre presentaban mayor peso en sus diferentes etapas de su vida.

También la raza del padre ejerce cierta influencia en los pesos de las crías posteriores al nacimiento, en estudios realizados por García *et al.* (1995), las crías nacidas de machos Alpinos o Toggenburg fueron más pesadas que las crías de machos Nubia.

2.1.3 Año y estación de nacimiento.

Las variaciones de temperatura, de humedad, de precipitación pluvial y disponibilidad de forraje que se dan como efecto de la estación y del año, se han detectado influyen durante la gestación y la lactancia, afectando el crecimiento del cabrito (Pérez, 1996). Efectos estacionales del crecimiento de las crías han sido observadas cuando las variables climáticas y nutritivas son lo suficientemente amplias como para que incidan en la producción de la leche de la madre y en el metabolismo del cabrito (Daza *et al.*, 2004). Por ejemplo los estudios de García *et al.* (1995) en crías caprinas mestizas mostraron que las

crías nacidas durante la época lluviosa son más pesadas, en todas las etapas de crecimiento, que las nacidas durante la época seca.

En relación al efecto del año los trabajos de Pérez *et al.* (1997) en cabras de las razas Granadina, Nubia, Saanen, Alpina y Toggenburg al igual que Valencia *et al.* (2000) con cabras de la raza Saanen demuestran que el año tiene un efecto sobre el peso al nacer, el peso al destete y la ganancia diaria de peso y atribuyen este hecho a las variaciones en las condiciones climáticas y de manejo que se presentan entre años lo que ocasiona variaciones en el crecimiento.

2.1.4 Peso y edad de la madre.

En promedio, como ya se mencionó el peso al nacer representa 1/15 del peso adulto de la raza caprina estudiada. Dentro de la raza, se refiere que el peso al nacer depende del peso de los padres y en especial del peso adulto de la madre, en donde como se ha observado el peso adulto de la madre y el peso medio de los cabritos nacidos se encuentran positivamente correlacionados (Morand-Fehr, 1982). Algunos estudios en cabritos (García *et al.*, 1995 y Pérez, 1996); sugieren que a medida que va aumentando el número de partos de la madre el tamaño de la cría también lo hace.

2.1.5 Sexo de la cría.

La velocidad de crecimiento es diferente según el sexo, teniendo los machos un mejor crecimiento que las hembras (Morand-Fehr 1982; Dayenoff *et al.*, 1994; García *et al.*, 1995; Pérez, 1996; Pérez *et al.*, 1997; Arbiza y De Lucas, 2001; Daza *et al.*, 2004).

El efecto de sexo varía de acuerdo a la raza y al tamaño de la cría, el peso al nacer de los machos se ha observado que este peso generalmente excede al de las hembras por un 5 a 15% (Morand-Fehr, 1982). Por otra parte Pérez (1996) cita a Holland y Odde que en su revisión refieren que la mayor duración de su gestación probablemente influyen para que los más altos pesos al nacimiento se observen más en machos que en hembras.

2.1.6 Peso al nacimiento.

El peso al nacimiento de los cabritos tiene una influencia decisiva sobre su peso final de comercialización. Se ha observado que los cabritos que nacen con pesos superiores a los tres kilos y medio presentan un mayor desarrollo final mientras que aquellos animales cuyo peso inicial estuvo por debajo de los tres kilos presentan un peso de comercialización significativamente más pequeño (Caballero de la Calle *et al.*, 2005).

2.1.7 Tipo de parto.

La velocidad de crecimiento se sabe depende también del tipo de nacimiento, en donde al parecer los nacidos simples observan una mayor velocidad que los nacidos dobles, respuesta que al parecer se da por tener los primeros mayor disponibilidad de leche cuando son alimentados en lactancia natural (Dayenoff *et al.* 1994). Daza *et al.* (2004) en su estudio con las razas Murciana Granadina y Verata, refiere diferencias de crecimiento según el tipo de parto, encontrando 125 vs 124 g/día en hembras simple y dobles y 140 vs 135 g/día en machos simples y dobles de la raza Murciano-Granadina y 139.9, 123.1 y 103 g/día en cabritos simples, dobles y triples de la raza Verata.

2.1.8 Método de crianza.

El método de crianza también ha sido considerado como parte de los efectos que influyen en el crecimiento del cabrito, entre los más utilizados son lactancia natural, lactancia artificial y lactancia con sustitutos de leche. La elección del sistema depende de varios factores, entre los que encuentran el tamaño de la operación, la disponibilidad del personal, el calendario reproductivo de la granja, etc. (Hernández y Fuentes, 2003).

En nuestro país, actualmente se lleva a cabo la crianza de forma tradicional, es decir con lactancia natural (cría con leche de cabra y destete a los 3 meses de edad o más), ello representa una pérdida de tiempo y dinero, no solamente por el gasto de leche, sino del desarrollo del cabrito, además de ser perjudicial desde el punto de vista sanitario (Hernández y Fuentes, 2003). La crianza artificial logra reducir los costos ya que favorece

el consumo precoz de alimentos groseros ya que es nuestra meta. Así como la venta de la leche que es más cara que el sustituto de leche, tener control de crianza de más cabritos que son problema en la granja (huérfanos, no aceptados por las madres y partos múltiples) además del control de la producción láctea y reducción y tratamiento de enfermedades de la ubre, así como del control de los cabritos para que estén sanos y vigilados (García 1990).

La comparación entre amamantamiento natural y artificial en cabritos García, (1990) ha indicado que el uso de sustitutos lácteos abarata los costos de la crianza, sin embargo, también la alimentación artificial restringida, con leche entera de cabra o sustituto de leche, muestra la misma ganancia de peso al destete de los cabritos por otro lado según Bravo referido por García *et al.* (1998) señala que el amamantamiento artificial, además de ser un sistema de crianza más económico, facilita la rápida adaptación de los animales al consumo de otros tipo de alimento. Mientras que García *et al.* (1998), en un estudio hecho con tres sistemas de amamantamiento diferentes (amamantamiento natural, amamantamiento natural restringido y amamantamiento artificial) en treinta y dos cabritos mestizos demuestra que los cabritos criados por medio de la lactancia natural alcanzan un mayor peso al destete que aquellos alimentados por medio de la lactancia artificial y lactancia restringida; tal como se muestra en el cuadro 2. Sin embargo, los resultados obtenidos demuestran que el amamantamiento restringido tiene mayor ventaja que el amamantamiento artificial y natural, ya que este presenta 0% de mortalidad y una mayor producción láctea por parte de las madres que en comparación con la lactancia natural, en la cual las madres no producen leche ya que esta es consumida por los cabritos y en la lactancia artificial la cual produce mayor mortalidad que la lactancia restringida.

Cuadro 2. Pesos promedios (kg) de los cabritos criollos en tres grupos experimentales hasta el destete.

| Grupo | Al nacer | 5 semanas | 10 semanas |
|--|-----------------|------------------|-------------------|
| Lactancia natural. | 3, 09±0,14 | 7, 83±0, 26 | 12,03±0,43a |
| Lactancia restringida. | 3, 50±0,19 | 7, 18±0, 34 | 10,26±0,40b |
| Lactancia artificial. | 3, 24±0,13 | 6, 51±0, 52 | 10,87±0,46b |
| Promedio | 3, 27±0, 09 | 7, 50±0, 20 | 11,12±0,2 9 |
| a,b Letras diferentes en la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,05). | | | |

Fuente García *et al.*, (1998).

2.1.9 Factores hormonales intrínsecos.

El crecimiento constituye un fenómeno complejo en el cual actúan varias hormonas entre las que se encuentran: la hormona del crecimiento (GH, somatotropina, STH), en los animales jóvenes a los que todavía no se funden las epífisis de los huesos largos, acelera el crecimiento corporal a través de una aceleración de la condrogénesis ensanchando las placas cartilaginosas epifisarias, durante este proceso se deposita más matriz ósea en los extremos de los huesos largos; de esta manera se incrementa la estatura del animal, al igual que el tamaño de la mayor parte de las vísceras (Ganong, 2006). Los órganos endócrinos también pueden resultar afectados por la hormona del crecimiento y se considera que esta hormona actúa de manera sinérgica con la ACTH para incrementar el tamaño de las suprarrenales, así como con los andrógenos para incrementar el tamaño de los órganos reproductores accesorios, asimismo aumenta el contenido proteico del cuerpo y disminuye el contenido graso. Estos efectos de la hormona del crecimiento dependen de una interacción de ella con las somatomedinas; estas consisten en factores del crecimiento polipéptidicos secretados por el hígado y otros tejidos en respuesta a la estimulación por la hormona del crecimiento (Swenson y Reece, 1999; Ganong, 2006).

Al parecer otras hormonas que intervienen en el crecimiento de los animales son las tiroideas, las cuales presentan efectos diseminados sobre la osificación del cartílago, el crecimiento de los dientes, el entorno de la cara y las proporciones corporales (Ganong, 2006). Las hormonas corticosuprarrenales diferentes a los andrógenos ejercen una acción permisiva sobre el crecimiento en el sentido de que los animales suprarrenalectomizados no logran crecer a menos que la presión sanguínea y la circulación se conserven mediante terapéutica de sustitución. Por otra parte, los glucocorticoides constituyen inhibidores potentes del crecimiento debido a su acción directa sobre las células del organismo (Swenson y Reece, 1999). Mientras que la insulina estimula la síntesis proteica a partir de los aminoácidos que ingresan a las células y la inhibición de la degradación de las proteínas favorecen el crecimiento; sin embargo, el crecimiento máximo inducido por la insulina sólo se presenta cuando la inhibición de la degradación de proteínas de la glucosa se favorece con la alimentación es basada en una dieta abundante en carbohidratos (Ganong, 2006).

Al iniciar la madurez sexual en los animales hay un incremento del crecimiento generado por los efectos anabólicos de los andrógenos y los estrógenos; los cuales en un principio estimulan el crecimiento, pero al final terminan el crecimiento al producir la fusión de las epífisis con los huesos largos (Swenson y Reece, 1999).

2.1.10 Desarrollo del sistema digestivo en los rumiantes.

Los rumiantes se caracterizan por su capacidad para alimentarse de pasto o forraje. Esta característica se basa en la posibilidad de poder degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digestibles para las especies de estómago simple o no-rumiantes (Relling y Mattioli, 2003). Basada en esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante adquiere características particulares. La degradación del alimento se realiza mayoritariamente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas digestivas, y los procesos fermentativos los realizan diferentes tipos de microorganismos a los que el rumiante aloja en sus divertículos estomacales. Esta digestión fermentativa, si bien favorece al rumiante al permitirle degradar hidratos de carbono estructurales, también afecta la digestión de todos los demás componentes de la dieta, expuestos a los mismos procesos fermentativos, sin que esto represente siempre una ventaja desde el punto de vista del mejor aprovechamiento del alimento (Relling y Mattioli, 2003).

El rumiante nace con su aparato digestivo adaptado a una dieta láctea, y por lo tanto, propia de un no-rumiante. Por esta razón los divertículos estomacales, no funcionales, son pequeños al nacimiento y el cierre de la gotera esofágica desvía la leche directamente al abomaso. La gotera esofágica es una estructura anatómica que conecta el esófago con el abomaso. Bajo condiciones normales de alimentación los divertículos estomacales se van desarrollando mientras se hacen funcionales (Cruch, 1993). El desarrollo de los divertículos estomacales suele dividirse en tres períodos:

- 1- Entre el nacimiento y las tres semanas de vida. El animal es “lactante”, posee sólo capacidad de digerir leche y depende de la absorción intestinal de glucosa para mantener un valor de glucemia, que es semejante al de un no rumiante (alrededor de 1 gr/l).

2- Entre las tres y las ocho semanas de vida. Es un “período de transición” durante el cual el animal comienza a ingerir pequeñas cantidades de alimento sólido y se van desarrollando gradualmente los divertículos estomacales. Los valores de glucemia comienzan a disminuir mientras aumenta la concentración plasmática de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente acetato (C2), propionato (C3) y butirato (C4). A partir de las ocho semanas de vida. Los divertículos estomacales están bien desarrollados y permiten una digestión fermentativa propia del “rumiante adulto” (Relling y Mattioli, 2003).

Como se mencionó anteriormente el rumiante nace con la capacidad de digerir leche y sólo por métodos enzimáticos y no fermentativos. Por esta razón los divertículos estomacales no son funcionales durante esta etapa (Cruch, 1993). La leche pasa directamente desde el esófago al abomaso gracias al cierre de la gotera esofágica. El cierre de la gotera esofágica es responsable del comportamiento digestivo del neonato. La gotera esofágica es una invaginación, a manera de canal, que atraviesa la pared del retículo, extendiéndose desde la desembocadura del esófago hasta el orificio retículo-omasal. Al ser estimulada, los músculos de sus labios se cierran creando un canal casi perfecto que conecta el cardias con el canal omasal, y de este modo el calostro o la leche no caen al retículo-rumen donde causarían fermentaciones indeseadas, sino que llegan directamente al abomaso donde se inicia su digestión (Relling y Mattioli, 2003).

El cierre de la gotera esofágica responde a un arco reflejo que se origina en respuesta a estímulos centrales y periféricos. El acto de succionar la mama o la mamadera, o aún el observar la mamadera o la preparación del alimento, inician este reflejo. La transición de lactante a rumiante implica para éste una serie de pasos adaptativos. Estos incluyen cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo, el desarrollo de la flora microbiana normal y también cambios metabólicos, el desarrollo del aparato digestivo es variable y depende del tipo de dieta. Esto remarca la importancia que posee la estructura física del alimento como estímulo para el desarrollo de la capacidad relativa del retículo-rumen y de su pared muscular (Relling y Mattioli, 2003).

Los rumiantes nacen con una flora bacteriana que se desarrolla junto con la funcionalidad de los divertículos estomacales. Durante la primera semana pueden encontrarse en los divertículos estomacales primitivas bacterias celulolíticas, y durante las tres primeras

semanas aumenta la flora productora de lactato, y recién hacia la sexta semana están presentes todas las especies propias del adulto. La flora intestinal también cambia pero dependiendo del calostrado, ya que predominan antes especies como *E. coli*, *Streptococos* y *Clostridium welchii*, mientras que luego del calostrado predominan los lactobacilos (Cruch, 1993). El desarrollo inicial de flora lactogénica en el rumen se debe al escape esporádico de leche desde la gotera esofágica, que propicia temporales descensos de pH en un rumen totalmente involucionado. Esto retrasa el establecimiento de los protozoos que son muy sensibles al pH ácido. Por esta razón los protozoos tardan semanas en establecerse, y a diferencia de las bacterias necesitan del "contagio" desde otro adulto, situación que se genera especialmente por el consumo de agua o alimento contaminado. Si este contagio no ocurre, los rumiantes pueden vivir años sin desarrollar su flora ruminal (Cruch, 1993). La capacidad de rumiar también aumenta, desde 3 períodos diarios de 15 minutos cada uno a las dos semanas de vida asciende a 12 por día de 23 minutos a las 5 semanas y adquiere la capacidad total recién a los tres meses. La masticación se hace a su vez más efectiva, disminuyendo el tamaño de cada bolo pero aumentando el número de bolos masticados, de menor tamaño y con mayor fuerza de masticación (Relling y Mattioli, 2003).

2.2 Aditivos.

El asegurar un óptimo estado sanitario de los animales merced a la prevención de determinadas enfermedades, el lograr el máximo crecimiento con el mismo consumo de pienso, el prevenir la destrucción oxidativa de algunas vitaminas, etc., son todos ellos factores que justifican la conveniencia y hasta la necesidad en algunos casos de incorporar al pienso unos aditivos determinados (Castello, 1977).

En un sentido más amplio, cabe considerar a los aditivos como sustancias que se pueden incorporar al alimento con el fin de obtener determinadas mejoras en su rendimiento e incrementar la rentabilidad de los animales. Cabe hacer la aclaración de que por aditivos entendemos solamente aquellas sustancias no alimenticias cuyo uso mejora en alguna forma la apariencia, la vida en bodega, la aceptación, la digestión, la absorción o el

metabolismo de los alimentos, aunque en rigor, no son estrictamente esenciales para la nutrición animal y no afecta el valor nutricional de la dieta (Castello,1977; Shimada, 2002).

Según la Oficina Mundial de la Salud, los aditivos para piensos deben reunir las siguientes características: 1) ausencia de residuos en los productos animales que puedan afectar la salud del hombre; 2) inocuidad para los animales; 3) facilidad de identificación y dosificación mediante métodos aprobados; 4) estabilidad física y química en las premezclas, sin incompatibilidad con otros aditivos; 5) adecuada eficacia zootécnica (Castello, 1977).

Los aditivos son usados rutinariamente en la alimentación animal con tres fines fundamentales: mejorar el sabor u otras características de las materias primas, piensos o productos animales, prevenir ciertas enfermedades, y aumentar la eficiencia de producción principalmente de cerdos, aves y vacas (Carro y Ranilla, 2002).

El rango de aditivos utilizados con estos fines es muy amplio ya que bajo este término se incluyen sustancias tan diversas como algunos suplementos (provitaminas, minerales, etc.), sustancias auxiliares (antioxidantes, emulsionantes, saborizantes, etc.), agentes para prevenir enfermedades (coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas) y agentes promotores del crecimiento (antibióticos, probióticos, enzimas, etc.) (Carro y Ranilla, 2002).

En general, los aditivos alimenticios deben ser evaluados de acuerdo al beneficio productivo que permiten lograr; a las posibilidades económicas de su empleo, y a la protección tanto física como económica del consumidor de los productos de origen pecuario (Shimada, 2002).

Como es de suponer no todos estos aditivos tienen el mismo interés, existiendo por ejemplo algunos que prácticamente casi no se utilizan nunca, (los aromatizantes, las enzimas y los hormonas), otros de empleo obligado en muchas formulas (los antioxidantes, los pigmentos, las drogas coccidiostáticas, etc.) y otros de utilidad más dudosa según los casos (los probióticos, los antibióticos, los arsenales, los tranquilizantes, etc.) (Castello, 1977).

2.3 Probióticos.

Bajo el término probiótico se incluyen una serie de cultivos vivos de una o varias especies microbianas, que cuando son administrados en la dieta de los animales provocan efectos beneficiosos en los mismos mediante modificaciones en la población microbiana de su tracto digestivo (Carro y Ranilla, 2002).

El conocimiento de los efectos benéficos de algunas de las bacterias de la flora intestinal se inicia a principios de siglo XX, con los trabajos de Metchnikoff citado por Mateos (2002), quien enfatizó los beneficios que proporcionaba el consumo de yogur a los pobladores de los Balcánes, en los que asoció su gran longevidad y buena salud física al elevado consumo de yogur, por sus investigaciones recibió el premio Nobel de Medicina en ese año (Aguirre, 2005; Mateos, 2002) .

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. Esta definición fue modificada y se redefinió el término de Probióticos como microorganismos y compuestos que participan en el balance y desarrollo microbiano intestinal . En la actualidad la definición de Probióticos ha sido dada por R. Fuller en 1989 como "Aquellos microorganismos vivos, principalmente bacterias y levaduras, que son agregados como suplemento en la dieta y que afectan en forma beneficiosa al desarrollo de la flora microbiana en el intestino"(Fuller, 1989).

A lo largo de estos casi 100 años de estudio, diversos autores se han esforzado en conocer las distintas funciones de los microorganismos que poblan el tracto digestivo. A pesar de ello, algunas de sus acciones no han sido del todo conocidas (Mateos, 2002).

Por otra parte, una vez comprobado que algunas bacterias intestinales, adicionadas al pienso o al agua de bebida, determinaban una respuesta favorable en producción animal,

se intentó enmarcarlas en un grupo específico, sin embargo, la propia heterogeneidad de los microorganismos experimentados no facilitó este propósito. De igual forma, no se ha resuelto una denominación técnica específica que permitiera su diferenciación de otros aditivos o sustancias no biológicas, considerados con efectos estimulantes de la producción animal. (Mateos, 2002).

2.3.1 Características de los probióticos.

Las especies y las bacterias que se pueden utilizar en medicina clínica como probióticos se seleccionan en base a una serie de requisitos que éstas deben poseer. Encontrar microorganismos verdaderamente activos, vitales y eficaces lleva muchos años de investigación; con el fin de encontrar bacterias cada vez más seguras y eficaces, en los últimos años se han llevado a cabo una serie de proyectos de investigación, algunos financiados por la Comunidad Europea, otros por sociedades privadas que apuntan a definir las características que deben tener las bacterias probióticas (Sablon *et al.*, 2000; Aguirre, 2005).

En particular las revisiones realizadas por Mateos (2002) y Aguirre (2005), mencionan varios aspectos que hay que considerar en la utilización de un probiótico y que se mencionan a continuación:

- La seguridad biológica: no deben causar infecciones de órganos o de sistemas.
- La capacidad de ser toleradas por el sistema inmunitario del organismo huésped, y, por lo tanto, deben ser preferiblemente bacterias provenientes del intestinal.
- Los microorganismos activos que lo componen deben sobrevivir al ambiente ácido del estómago, a la presencia de sales biliares y al proceso digestivo.
- La capacidad de adherirse a la superficie de la mucosa intestinal y de colonizar el segmento gastrointestinal.
- La sinergia con la microflora endógena normal.
- El efecto barrera: este término define la capacidad de producir sustancias que tengan una acción trófica sobre el epitelio de la mucosa intestinal.
- La capacidad de potenciar las defensas inmunitarias del huésped.

- Alta concentración de microorganismos viables.
- Estabilidad en condiciones ambientales normales por un período no inferior a 30 días.
- Influir de modo favorable sobre la flora intestinal y el estado de salud de los animales (efecto sanitario).

2.3.2 Principales probióticos.

Los probióticos presentan grandes diferencias entre ellos, por lo que se les ha clasificado en diferentes grupos, así los podemos encontrar como: probióticos naturales, los probióticos comercializados, los suplementos alimenticios que contienen probióticos y, por último, los productos medicinales o los agentes bioterapéuticos; aunque no es una división exacta, ya que entre estos grupos pueden haber combinaciones entre ellos, es una forma de dividir los principales probióticos (Sablon *et al.*, 2000). Las bacterias que tendrían estos efectos son las que cumplen con una serie de condiciones: existen naturalmente en la flora microbiana intestinal, pueden permanecer vivas durante el tránsito por el intestino delgado y el colon, tienen buena capacidad de adherencia al epitelio intestinal y no son patógenas (Sablon *et al.*, 2000).

Los *probióticos naturales* se encuentran en la alimentación de todos los días, pero no siempre lo sabemos. En forma normal, los probióticos se encuentran en lácteos fermentados, como yogures, leche y quesos; vegetales fermentados -aceitunas, soya, cereales-, productos cárnicos y pescados fermentados, y bebidas alcohólicas artesanales (Sablon *et al.*, 2000).

Los *probióticos comercializados* son todos aquellos utilizados por la industria alimenticia, ya que ha descubierto muy recientemente, que muchas poblaciones en el mundo han utilizado los probióticos naturales en su gastronomía diaria y en su cultura culinaria, y lo que ha hecho la industria, en la actualidad, es simplemente comercializar estos productos. Por ejemplo, distintas empresas han comercializado yogures naturales en formato comercial, a partir de diferentes cepas, como se aprecia desde una década que existen en el mercado productos que las contienen en forma más concentrada (Sablon *et al.*, 2000).

Los *suplementos alimenticios* que contienen probióticos no es muy distinto de los alimentos comercializados que contienen probióticos. La única diferencia está en que el probiótico no está contenido en el alimento, sino que está encapsulado, separado. El producto se adquiere como bacteria viable, en forma seca, en gránulos o cápsulas en negocios de alimentos para la salud, y su distribución se rige por criterios de las leyes de alimentos, no de medicamentos. Parten de flora natural, pero no son resistentes a la mayoría de los antibióticos(Aguirre, 2005).

Los *agentes bioterapéuticos* que se utilizan como probióticos deben de tener un efecto terapéutico probado, es decir, es un medicamento o fármaco. El uso de probióticos en medicina se conoce también con el termino de “bioterapia”. Los agentes bioterapéuticos son microorganismos que tienen un efecto terapéutico demostrado, es decir, son medicamentos o fármacos (Aguirre, 2005).

Como se puede observar en el cuadro 3 las bacterias probióticas mas utilizadas para el consumo humano se encuentran las llamadas bacterias ácido lácticas (BAL), que incluyen a las siguientes: (González *et al.*, 2003; Aguirre, 2005).

Cuadro 3. Algunos microorganismos utilizados como probióticos.

| Microorganismo | Referencia |
|---|----------------------------------|
| <i>Bifidobacterium breve</i> | Yasui y Ohwaki (1991) |
| <i>Bifidobacterium bifidum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> | De Simone <i>et al.</i> , (1992) |
| <i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> | Oyetayo <i>et al</i> (2003) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus casei</i> | Perdigón <i>et al.</i> ,(1995) |
| <i>Bifidobacterium pseudolongum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> | Abe <i>et al.</i> , (1995) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Bifidobacterium bifidum</i> | Schiffin, (1995) |
| <i>Lactobacillus heveticus</i> | Laffineur <i>et al.</i> , (1996) |
| <i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> | Wheeler <i>et al.</i> , (1997) |
| <i>Bifidobacterium infantis</i> <i>Bifidobacterium bitidum</i> <i>Bifidobacterium animalis</i> | Biffi <i>et al.</i> , (1997) |
| <i>Bifidobacterium longum</i> | Reid (2000) |
| <i>Lactobacillus rhamnosus</i> | Ewaschuck <i>et al.</i> , (2004) |
| <i>Saccharomyces</i> | Galina <i>et al.</i> , (2007) |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Lactobacillus reuteri</i> <i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus fermentum</i> <i>Bifidobacterium bifidum</i> | Marquina y Santos (2006) |

2.3.3 Principales funciones de los probióticos.

Mejorar la digestibilidad de los alimentos.

- Digestión de las proteínas: proteólisis

Según Aguirre (2005) gracias al aporte enzimático, la flora probiótica contribuye a mejorar la digestión de los alimentos. Favorece sobre todo la digestión de las proteínas. Se sabe que las moléculas de las proteínas son difíciles de digerir: con el aporte de las bacterias probióticas, las proteínas ingeridas se transforman, gracias a los enzimas proteasas de los probióticos, en moléculas más pequeñas (polipéptidos y luego aminoácidos) y por eso más digestibles. Por otro lado en rumiantes para mejorar las características nutricionales de los forrajes fibrosos pobres en nitrógeno, lo constituye el uso de suplementos que estimulen la fermentación ruminal mediante un incremento de microorganismos fibrinolíticos, como agentes deslignificantes, que además agregan proteína bacteriana (Puga et al. 2001). Mientras que Galina *et al.* (2007) menciona que el adicionar cultivos bacterianos a dietas con forrajes fibrosos hace que faciliten la degradación de la fibra formando proteína bacteriana.

A nivel intestinal la degradación de las proteínas es similar en rumiantes y en no rumiantes. Las proteínas y los péptidos son degradados hasta oligopéptidos por la acción de las enzimas proteolíticas pancreáticas (tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa), luego los oligopéptidos son degradados por las oligopeptidasas de la membrana apical de los enterocitos liberando aminoácidos di y tripéptidos que finalmente son absorbidos. Sin embargo, a diferencia de los no rumiantes, la proteína que llega al intestino del rumiante es diferente de la ingerida con la dieta, debido a que los microorganismos ruminales degradan más de la mitad las proteínas consumidas. Lo hacen mediante proteasas de membrana que desdoblan las proteínas en péptidos y algunos aminoácidos libres, los que son absorbidos por el microorganismo. Una vez incorporados al microorganismo los péptidos son hidrolizados hasta aminoácidos, los cuales pueden ser empleados para sintetizar proteína microbiana o bien, como ocurre con la mayor parte de ellos, son utilizados como fuente energética. En este caso los microorganismos separan el grupo amino del aminoácido y lo liberan al medio ruminal como un producto de desecho, y emplean la cadena carbonada para obtener energía como si se tratara de un hidrato de carbono (Relling y Mattioli, 2003).

Así como los microorganismos cubren una parte de sus requerimientos energéticos desdoblando aminoácidos, las bacterias y los hongos pueden resintetizarlos siguiendo el camino inverso, uniendo cadenas carbonadas, proveniente especialmente de los hidratos de carbono, con grupos amino provenientes del NH_4^+ o desde otra fuente de nitrógeno no proteico (NNP) (Relling y Mattioli, 2003).

También se ha demostrado que el crecimiento de las bacterias es más rápido cuando las fuentes de nitrógeno provienen de proteínas y no de NNP. El mecanismo de cómo los aminoácidos o pequeños péptidos regulan este crecimiento no se conoce todavía. Se considera que, dependiendo de la dieta, entre el 40 y el 95 % de las proteínas bacterianas derivan del NH_4^+ ruminal. Las bacterias pasan con el quimo hacia el intestino y allí son digeridas, representando una importante fuente de proteínas para el rumiante. Las bacterias poseen entre 30 y 50 % de proteína verdadera, con 70 a 75 % de digestibilidad y un valor biológico (indicador de calidad) aceptable (70 %), aportando los 10 aminoácidos considerados esenciales para los tejidos de mamíferos (Relling y Mattioli, 2003).

- Digestión de las grasas: lipólisis.

También las grasas sufren una transformación por obra de la flora probiótica: la enzima lipasa de los probióticos las transforman en ácidos grasos y glicerol (Aguirre, 2005). Un estudio realizado en la Argentina concluye que el consumo diario de 160 ml de leche fermentada con *Lactobacillus casei shirota* disminuye en un 16,7 % la colesterolemia en pacientes hipercolesterolémicos en 28 días evidenciando la influencia sobre la absorción intestinal del colesterol endógeno o que deriva de la dieta (Aguirre, 2005).

En los rumiantes Los microorganismos ruminales modifican sustancialmente los lípidos consumidos. El primer paso de la digestión de las grasas en el rumen consiste en procesos de hidrólisis por lipasas bacterianas, ubicadas en la superficie de los microorganismos, por lo cual las bacterias necesitan adherirse a la superficie del alimento. Como principales productos de la hidrólisis se liberan ácidos grasos y glicerol, sumados a alcoholes aminados derivados de los fosfolípidos y galactosa de los galactolípidos. Estos últimos junto con el glicerol son metabolizados y convertidos en AGV, que se absorben

por la pared ruminal. A continuación, los ácidos grasos insaturados sufren un proceso de hidrogenación microbiana, o biohidrogenación, especialmente por bacterias adheridas al alimento (Relling y Mattioli, 2003).

- Digestión de la lactosa y asimilación de los aminoácidos.

La mayoría de las bacterias que constituyen la flora subdominante, especialmente los lactobacilos, producen una relevante cantidad de Beta-galactosidasas. El hecho resulta significativo en los sujetos que presentan intolerancia hacia la lactosa, porque la Beta-galactosidasa producida por las bacterias lácticas parece estimular la producción de la lactasa residual a nivel del enterocito; en consecuencia, se obtiene una mayor tolerancia a la lactosa ya que el enzima determina la hidrólisis de glucosa y de galactosa, de fácil absorción por parte de la mucosa intestinal, este efecto solamente se ha estudiado en humanos ya que en animales no se ha demostrado este efecto (Aguirre, 2005).

Se activan, además, otras reacciones enzimáticas capaces de intervenir sobre los residuos inutilizados por el contenido intestinal: Alfa-D-glucosidasas, Alfa-maltosidasas, Alfa-D-xilosidasas. La digestibilidad de los alimentos se podría aumentar también gracias a la predigestión de factores no nutricionales, como el ácido fítico y los glucosinatos, en substratos asimilables por parte del huésped. Los probióticos permitirían mejorar, además, la asimilación de los aminoácidos esenciales para el huésped, sintetizándolos o inhibiendo la acción de las desaminasas y de las descarboxilasas bacterianas producidas por la microflora del tracto digestivo (Aguirre, 2005).

- Síntesis de las vitaminas del grupo B

Algunos cultivos de bacterias probióticas requieren, para su actividad metabólica, justamente de las vitaminas del grupo B (por eso se justifica la asociación de vitaminas del grupo B en formulaciones asociadas), mientras que otras logran sintetizar directamente vitaminas (vit. K, B12, B9, H, B2, B5) cuya actividad es particularmente útil justamente para la función fisiológica del aparato gastrointestinal (Aguirre, 2005).

2.3.4 Influencia sobre la fisiología del segmento digestivo.

El ecosistema microbiano del aparato digestivo actúa sobre numerosas propiedades fisiológicas, sobre todo por lo que se refiere al proceso de absorción a nivel intestinal. Las bacterias probióticas tienen efectos benéficos sobre el epitelio intestinal directamente e indirectamente como: el aumento de la función de la barrera epitelial, modulación del sistema inmune mucosal, producción de antimicrobianos y alteración de la microflora intestinal (Ewaschuk *et al.*, 2004).

Ewaschuk *et al.*, (2004) reportan que la microflora interviene aumentando:

- El volumen de los compartimientos digestivos.
- La superficie intestinal de absorción.
- Las dimensiones de las microvellosidades.
- La renovación celular de las microvellosidades.
- El tránsito digestivo.
- Motilidad mejorada por la presencia de la flora bacteriana.

2.3.5 Acción antagonista hacia gérmenes patógenos.

La acción más importante de la microflora digestiva es sin duda la de proteger frente a las infecciones y la de la colonización, por parte de gérmenes patógenos, del tubo digestivo. Los distintos mecanismos que forman la primera línea de defensa del huésped de las infecciones intestinales se llaman resistencia a la colonización, exclusión competitiva o efecto barrera (Aguirre, 2005).

La represión de los gérmenes patógenos se puede dar de distintos modos:

- La producción de ácidos orgánicos, como el ácido láctico, ácido benzoico o acético, a partir de los glúcidos provenientes de los alimentos actúan bajando el pH y limitando el desarrollo de algunas bacterias patógenas. Además, la acidificación del tubo

digestivo parece favorecer los movimientos peristálticos del intestino (Reid, 2000; Aguirre, 2005)

- Parece que los probióticos pueden reprimir el crecimiento de las bacterias patógenas; esto sucedería gracias a la producción de sustancias antimicrobianas como el ácido láctico y otros ácidos de cadena corta, metabolitos como peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas (González *et al.*, 2003).
- Existen numerosas bacteriocinas producidas por las bacterias ácido lácticas y cada una tiene espectros de inhibición particulares, esta característica es aprovechada en la industria de los alimentos para utilizarlas de diversas formas. Algunas bacteriocinas se utilizan en procesos que requieren la inhibición del crecimiento de bacterias indeseables específicas estrechamente relacionadas al productor de la bacteriocina, y en otros casos se aplican para inhibir el crecimiento de microorganismos degradadores de alimentos o de patógenos como estafilococos y listerias, respectivamente (González *et al.*, 2003).
- Algunas bacterias utilizadas tienen la capacidad de desdoblar las sales biliares a su forma no conjugada, las formas no conjugadas poseen una capacidad de inhibición mayor sobre el desarrollo de las bacterias que las formas conjugadas (Aguirre, 2005).
- Las bacterias probióticas podrían actuar también inhibiendo el arraigo de los gérmenes patógenos gracias a la competición para la colonización (Aguirre, 2005).
- La adherencia de los probióticos a las células intestinales permitiría una colonización rápida y focalizada del tubo digestivo. El establecimiento de gérmenes indeseables se podría evitar también gracias a una inhibición competitiva de los probióticos gracias al consumo de los nutrientes y ocupando los espacios físicos donde se ubican las bacterias patógenas (Ertora, 1994; Ewaschuk *et al.*, 2004).

2.3.6 Estimulación de la inmunidad.

Las propiedades inmunomoduladoras de las bacterias ácido lácticas han sido descritas principalmente en humanos por varios grupos de investigadores, recientemente se probó en un grupo de voluntarios sanos una leche fermentada suplementada con *Lactobacillus acidophilus*, o *Bifidobacterium bifidum* y se midió la actividad fagocítica de leucocitos en sangre, esta se encontró aumentada en ambos grupos y coincidió con la colonización fecal por bacterias ácido lácticas que permanecieron en el intestino 6 semanas después de la ingestión del producto (Schiffin, 1995) . Los estudios más recientes aseguran que el mecanismo de fagocitosis se activa e incrementa en los tratamientos con bebidas lácteas enriquecidas con *Lactobacillus* y que esto va acompañado de la producción de varias citoquinas como el Interferon , Interleuquina 12 y la Interleuquina 10 (Haller, 2000).

Los estudios llevados a cabo en animales y en humanos se han centrado en los efectos de las leches fermentadas sobre tres funciones prioritarias del sistema inmune: reconocimiento del antígeno, destrucción del mismo y regulación del material destruido. Así, se ha podido observar que los macrófagos, inmunoglobulinas específicas y algunas citoquinas se modifican tras la ingesta de leche fermentada (Solis, 1991).

Las bacterias ácido lácticas tienen un amplio alcance de efectos en el sistema inmune. Ellos tienen efectos generales en la inmunidad, que incluye aumento de las funciones de la fagocitosis, en la respuesta inmune específica humoral y celular. Quizá alguna de las modulaciones de la respuesta inflamatoria pueda ser más emparentada a regulación o modulación del sistema inmune (Vanderhoof, 2007).

La fagocitosis es un mecanismo de los llamados no específicos de la respuesta inmune. Este mecanismo es activado por ciertas moléculas que actúan como señales, varios autores han demostrado la activación de esta función cuando se administran leches fermentadas con *Lactobacillus*. Se observó un aumento en la capacidad fagocítica, en 28 voluntarios humanos después de consumir 7×10^{10} cfu/día de *Bifidobacterium bifidum* o de *Lactobacillus acidophilus* contenidos en 360 ml de leche fermentada. Dicho efecto ha sido observado inmediatamente después de concluidas 3 semanas de ingerir el producto fermentado. Sin embargo, curiosamente la actividad fagocítica se incrementa aún más

cuando se mide 6 semanas después de interrumpir la ingesta de la leche fermentada (Schiffin, 1995).

Inmunidad celular. Existe discrepancia en cuanto al efecto de los probióticos sobre la inmunidad celular, ya que por ejemplo Schiffin (1995) no observó en su prueba con humanos modificaciones en las subpoblaciones linfocitarias tras la ingestión de *Bifidobacterium bifidum* o de *Lactobacillus acidophilus*, mientras que Perdígón *et al.* (1995), refieren la población de células T en general aumentó por efecto de la adición de *Lactobacillus acidophilus* en un grupo estudiado con 50 hombres.

Inmunidad humoral. Se ha observado que ocurre un aumento de los linfocitos B en la sangre periférica al administrar en la ración *Bifidobacterium bifidum* y *Lactobacillus acidophilus* (De Simone *et al.*, 1992).

Al aplicar probióticos en la ración alimenticia también se ha visto aumento significativo de distintos parámetros inmunológicos, como células productoras de inmunoglobulina A secretora, niveles de IgG, IgM y respuesta de anticuerpos específicos (Reid, 2000).

2.3.7 Neutralización de los productos tóxicos.

La inactivación de los compuestos tóxicos gracias a las bacterias lácticas representa otro aspecto muy importante de la acción probiótica y terapéutica de las mismas. Parece que los probióticos atenúan el catabolismo intradigestivo, orientando la función hepática. Se pueden acumular en la microflora intestinal para reducir la absorción de sustancias tóxicas como el amoníaco, los aminados y el indol; parece también que disminuyen la biotransformación de las sales biliares y de los ácidos grasos en productos tóxicos (Aguirre, 2005).

2.3.8 Lucha contra el estrés.

El estrés es uno de los factores que influyen en la variación de la microflora digestiva. El estrés produce una alteración de la fisiología general y, por lo tanto, también de la del aparato digestivo. Cualquier situación de estrés, independientemente de su

naturaleza (transporte, frío, trato, etc.), produce un aumento de los movimientos peristálticos y de las secreciones de HCl y de mocos a nivel del tracto digestivo. Como consecuencia, se modifican la microflora y las actividades que dependen de ella (Aguirre, 2005).

2.3.9 Prevención de cáncer.

Aunque todavía no se ha podido comprobar el mecanismo exacto de la acción antitumoral de los probióticos existe la hipótesis de un incremento de la apoptosis o muerte celular programada de las células del intestino frente a un carcinógeno (Hirayama y Rasfiter, 2000).

Resultados recientes han descrito las bases científicas por la cual el yogur ejerce su efecto antitumoral, planteando que podría ser: por la disminución de la respuesta inflamatoria a través del incremento de anticuerpos IgA, evitando la formación de radicales oxidantes, los cuales son mutagénicos y favorecerían el desarrollo tumoral y/o por disminución en el índice mitótico y aumento en la apoptosis celular, mediante la liberación de citoquinas (Biffi *et al.*, 1997)

Algunos de los estudios realizados para observar la prevención y tratamiento del cáncer se han enfocado en ratones, en donde han observado una importante disminución en el desarrollo de tumores secundarios cuando los animales fueron previamente alimentados con *Lactobacillus casei*, observaron que el consumo de *Lactobacillus casei* inhibía el crecimiento de un fibrosarcoma implantado subcutáneamente; estos autores enfatizaron la importancia de la concentración y frecuencia de la ingestión del *Lactobacillus casei* en el desarrollo de estos efectos (Kato *et al.*, 1994).

2.3.10 Efecto del *Lactobacillus casei* al utilizarlo como un probiótico.

El *Lactobacillus casei* es una bacteria probiótica utilizada en la producción de productos lácteos fermentados, los cuales se encuentran de venta libre en supermercados y

se ha registrado un aumento creciente en su indicación terapéutica por parte de profesionales de la salud (Yuki *et al.*, 1999). Algunos estudios señalan que al administrar *Lactobacillus casei* se obtienen beneficios como:

- Ayuda a prevenir el estreñimiento y la diarrea
- Controla la reproducción de las bacterias nocivas dentro del intestino
- Ayuda a modular el sistema de defensa natural del organismo, fortalece la resistencia a las infecciones y puede contribuir a evitar el cáncer de colon. Ayuda a evitar la formación de toxinas dentro del intestino
- Efecto benéfico sobre los niveles de triglicéridos y colesterol.
- Posibilidad de que actúe previniendo la artritis.

Se han realizado estudios en los cuales se analizó la cantidad de *Lactobacillus casei* en la materia fecal de individuos que bebieron 125 ml de leche fermentada conteniendo 10^{10} *Lactobacillus casei shirata* vivas durante 3 días. La cantidad promedio encontrada fue aproximadamente de 10^7 bacterias vivas por gramo de heces, indicando que estas *Lactobacillus casei shirata* sobrevivieron el tránsito a través del tracto gastrointestinal luego de la ingestión de la leche fermentada. (Yuki *et al.*, 1999).

Spanhaak *et al.*, (1998) realizó un estudio en Holanda con 20 hombres sanos de 40 a 65 años de edad tratados con *Lactobacillus casei*, informa que esta cantidad de *Lactobacillus casei* 10^7 en materia fecal se encontró asociada a un aumento significativo en el recuento de Bifidobacterias ($P < 0,05$). También se observaron algunos cambios en los tipos de bacterias encontradas, como por ejemplo un número menor de *Clostridium*; sin embargo las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre el grupo tratado y el grupo control. No se observaron efectos del tratamiento en ninguno de los parámetros inmunológicos evaluados (incluyendo actividad de células NK, fagocitosis y producción de citokinas). Estos resultados sugieren que el consumo de leche fermentada con *Lactobacillus* es capaz de regular la composición y la actividad metabólica de la flora intestinal, pero que no influye en el sistema inmune de hombres con inmunocompetencia normal. (Spanhaak *et al.*, 1998)

Sin embargo Matsuzaki y Chin (2000) sugieren que la administración oral de *Lactobacillus casei* incrementa la inmunidad innata estimulando la actividad de las células NK producidas en el bazo, señalan que la alimentación simultánea con probióticos y un antígeno puede suprimir la respuesta inmune celular y la producción de anticuerpos y puede proporcionar un tratamiento eficaz para atenuar las enfermedades autoinmunes.

Según un estudio hecho en Finlandia sobre glicoproteínas intestinales extraídas de la materia fecal humana, la adhesión de la *Salmonella typhimurium* es inhibida significativamente por el *Lactobacillus casei* . (Tuomola *et al.*, 1999).

Algunos estudios realizados con animales demuestran que el adicionar el *Lactobacillus casei* en su dieta tiene efectos benéficos como lo indica Kato *et al.*, (1998) en un estudio realizado con ratones demuestra que la administración oral de *Lactobacillus casei* sería capaz de modificar la respuesta inmune y celular al colágeno tipo II, y esta modificación reduce el desarrollo de artritis en los ratones. Un experimento desarrollado en Japón, consistió en alimentar ratones con un hidrato de carbono cancerígeno y observar las diferencias ocurridas entre los animales alimentados con *Lactobacillus casei* y el grupo control. La alimentación oral de ratones con *Lactobacillus casei* redujo la incidencia de tumores en forma significativa ($P < 0,05$). El análisis histológico del bazo de los ratones tratados con hidratos de carbono carcinogénicos y alimentados con una dieta rica en *Lactobacillus casei* reveló que no se produjeron los desórdenes en el sistema inmune propios de una carcinogénesis, sino que se mantuvieron al mismo nivel que los ratones control que no fueron tratados con la sustancia cancerígena. Estos resultados sugieren que la alimentación de ratones con *Lactobacillus casei* inhibe la tumorigénesis inducida modulando la respuesta inmune desestabilizada por la carcinogénesis. (Takagi *et al.*, 1999).

Por otro lado, la administración intrapleural de *Lactobacillus casei* en ratones que padecen tumores, inhibe el crecimiento de células tumorales en la cavidad torácica y prolonga significativamente el tiempo de sobrevivencia. Además induce la producción de

citokinas en la cavidad torácica del ratón que inhiben el crecimiento tumoral. (Matsuzaki y Chin, 2000).

En los animales rumiantes una de las tecnologías disponibles para mejorar las características nutricionales de los forrajes fibrosos, pobres en nitrógeno, lo constituye el uso suplementos que estimulen la fermentación ruminal mediante un incremento de microorganismos fibrinolíticos, como agentes deslignificantes, que además agregan proteína bacteriana (Puga *et al.*, 2001). El desarrollo de alimentos funcionales con base a cultivos lácticos derivados de los *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Saccharomyces spp* estimulan una fermentación láctica que tiene funciones nutrocinéticas, ya que producen bacteriocinas que destruyen las bacterias patógenas o las bacterias formadoras del metano, aunado a una mejora de la calidad del suplemento por sus funciones fibrolíticas, sumando ingredientes que no pueden ser digeridos por los rumiantes en el tracto digestivo como los oligosacaridos, pero que estimulan la fisiología digestiva estimulando selectivamente el crecimiento de bacterias lácticas (Galina *et al.*, 2007). Galina *et al.*, (2007) evaluó en 120 bovinos de cruce cebú durante 120 días el efecto de un cultivo bacteriano a base de *Lactobacillus*, *Bifidus*, *Sacharomyces*, *Lactococcus* y *Leucomostoc*; demostrando que en aquellos que se les adiciono el cultivo en la dieta alcanzaron un mayor peso y una mayor digestibilidad de la dieta al final de los 120 días .

2.3.11 Efectos de los probióticos en la alimentación animal.

En la alimentación animal la mayoría de los microorganismos que se utilizan como probióticos pertenecen a las bacterias de las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras como *Sacharomyces cerevisiae* y hongos como *Aspergillus oryzae* (Carro y Ranilla, 2002).

Diversos estudios han señalado que los probióticos producen mejoras en el crecimiento y/o índice de conversión de cerdos y aves similares a los obtenidos por los antibióticos promotores de crecimiento (Hillman, 2001). Sin embargo, la actividad de los probióticos es menos consistente que la de los antibióticos promotores del crecimiento, de tal forma que el mismo producto puede producir resultados variables; por otra parte, los

efectos de los probióticos son mucho más acusados en las primeras semanas de vida de los animales, especialmente en el período posterior al destete en el caso de los mamíferos (Rosen, 1995). En los rumiantes adultos se ha observado que el uso de probióticos (*Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*) puede incrementar la producción de leche (entre 1 y 2 kg por animal y día) y la ganancia diaria de peso de terneros en cebo (hasta un 20 %) (Hillman, 2001).

Si bien todavía se desconocen muchos aspectos de los mecanismos de acción de los probióticos, parece que éstos impiden a los microorganismos patógenos (como *Salmonella* y *E. coli*) colonizar el tracto digestivo, o al menos reducen su concentración o su producción de toxinas. Asimismo, se han registrado aumentos de la concentración de inmunoglobulinas en el tracto digestivo de cerdos tras la administración de *Bacillus clausii*, por lo que otro efecto de los probióticos podría ser la estimulación del sistema inmunológico del animal (Carro y Ranilla, 2002). El resultado es que los animales que reciben probióticos presentan un mejor estado sanitario que se puede traducir en una mejora del crecimiento (Carro y Ranilla, 2002). El mecanismo de acción de las levaduras en el caso de los animales rumiantes es múltiple y complejo: eliminan trazas de oxígeno que penetran en el rumen y favorecen así el crecimiento de las bacterias anaerobias estrictas; compiten con las bacterias amilolíticas productoras de lactato por la glucosa y oligosacáridos, disminuyendo la producción de lactato; liberan al medio ruminal ácido málico que favorece el crecimiento de *Selenomonas ruminantium*, la cual es capaz de metabolizar el lactato hasta popionato; y producen nutrientes que estimulan el crecimiento de las bacterias ruminales. Como consecuencia de estas acciones, el pH ruminal se estabiliza (se impide el descenso acusado del mismo cuando se administran raciones ricas en concentrados) y aumenta la degradación de la fibra (debido a la proliferación de las bacterias celulolíticas) (Rosen, 1995).

Por otro lado Chiofalo *et al.* (2006) en un estudio realizado con 20 cabritos Malteses indica que al administrar en su dieta de los cabritos una mezcla de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus salivarius* y *Lactobacillus reuteri* estos alcanzaron más rápido el desarrollo morfológico de adulto, en comparación con aquellos cabritos que no recibieron la dieta adicionada con los probióticos. Más sin embargo, Robles *et al.* (1995), al evaluar la administración oral al destete de una dieta acompañada con dos diferentes

probióticos (*Lactobacillus spp.* y *Streptococcus spp.*) en ocho cabritos criollos de 60 días de edad determinaron que la administración de estos probióticos no favorecieron la ganancia de peso y conversión alimenticia de manera significativa.

Por otra parte en un estudio realizado con setenta cabritas alpinas con un peso de 23.7 (\pm 0.330) Kg. en desarrollo y alimentadas a base de 55% de alfalfa y 45% de concentrado (18% PC) adicionada con un probiótico de bacterias lácticas formado por *Lactococcus lactis*; *L. brevis*; *L. helveticus*, *L. plantarum* y *L. delbrueckii*; *Leuconostoc lactis*, *Bifidus essences*, en una mezcla de melaza y pollinaza, demostró que la suplementación con un probiótico láctico dió una mayor velocidad de crecimiento en los cabritos, obteniendo una ganancia de peso de 170 g/d (\pm 30) en comparación de la ganancia de peso de 133 g/d (\pm 20) de aquellos animales que no recibieron la mezcla con el probiótico (Galina *et al.*, 2007).

III. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar el efecto de la aplicación del *Lactobacillus casei shirota* sobre la velocidad de crecimiento de cabritos de la raza Alpina Francesa.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Evaluar el efecto de la aplicación del *Lactobacillus casei shirota* sobre la velocidad de crecimiento en cabritos manejados en lactancia natural y en lactancia artificial.
- Evaluar el efecto del sexo y tipo de nacimiento y la aplicación del *Lactobacillus casei shirota* sobre el crecimiento del cabrito.

IV. HIPÓTESIS.

Si le adicionamos a la dieta de cabritos en crecimiento un probiótico (*Lactobacillus casei shirota*) esperamos obtener una mayor ganancia diaria de peso de éstos.

V. MATERIAL Y MÉTODOS.

5.1 Ubicación.

La siguiente investigación se realizó en el rebaño caprino que pertenece al Centro de Producción Agropecuario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, que se encuentra sobre la carretera Cuautitlán-Teoloyucán en el kilómetro 2.5 en el municipio de Cuautitlán Izcalli en el Estado de México.

El área se encuentra situada geográficamente entre los 19° 40' de latitud norte y entre los 99° 11' de longitud oeste; con una altitud de 2240 m sobre el nivel del mar. El clima de este lugar se encuentra clasificado como templado y subhúmedo con lluvias en verano, sus temperaturas son uniformes en otoño e invierno, con vientos dominantes suaves hacia el suroeste. La precipitación pluvial anual estimada es de 1,699.5 mm., la evaporación diaria estimada es de 4.43 mm., y con una temperatura anual promedio de 15° C (I.N.E.G.I., 2000).

5.2 Métodos.

Se utilizaron 47 cabritos de la raza Alpina, los cuales al nacer fueron identificados mediante tatuaje, se registró su peso al nacer, identificación de la madre y se desinfectó su ombligo. También al momento de nacer, fueron asignados a uno de los dos sistemas de crianza: I Crianza natural en donde los cabritos permanecieron toda la lactancia con su madre y II Lactancia artificial donde las hembras fueron separadas de su madre al momento de. En ambos grupos la toma de datos se realizó hasta que los animales cumplieron cinco semanas de edad.

El tratamiento con el probiótico (*Lactobacillus casei shirota*), fue administrado por vía oral, y se les administró a cada cabrito la cantidad de 10 ml (100, 000,000/ml de *Lactobacillus casei shirota*) iniciándose una vez que los cabritos cumplieron los 4 días de nacidos.

El valor nutricional por cada 80 ml que indica el fabricante del *Lactobacillus casei shirota* es el siguiente:

| | |
|----------------------|-------------------|
| Contenido energético | 2 34 kJ (55 Kcal) |
| Proteínas | 1.00 g |
| Bacterias lácticas | 100,000,000/ml |
| Lactosa residual | 1.20 g |
| Glucosa (dextrosa) | 0.16 g |
| Sacarosa | 13.3 g |
| Índice glucémico | 38.8 u |
| Sodio | 9.6 mg |
| Potasio | 38.4 mg |
| Grasa | 0.02 g |
| Colesterol | No detectado |
| Calcio | 35.19 mg |

En cada uno de los sistemas de crianza el tratamiento se asignó de manera aleatoria, dependiendo de su sexo y tipo de parto, se les asignó uno de los tres grupos que se mencionan a continuación:

- 1) Grupo A. Este se le consideró como grupo control y no se le administró el probiótico.
- 2) Grupo B. A los cabritos en este grupo se les administró 3 tomas de probiótico una cada tercer día.
- 3) Grupo C. A los cabritos se le administró 15 tomas de probiótico diariamente durante 15 días.

Todos los cabritos del experimento se pesaron cada semana por la mañana a partir de la fecha de su nacimiento y hasta las cinco semanas de edad. Para este efecto se utilizó una báscula de resorte y que tiene una graduación de 0 a 25 Kg.

Los animales que se eligieron para lactancia natural, permanecieron con su madre todo el tiempo. Las madres se agruparon en grupos de 25 hembras por corral y se les suministró una dieta en base a silo de maíz, heno de alfalfa y un concentrado con 17 % de proteína. Los cabritos fueron alimentados a partir de la leche de su madre a libre acceso.

En ambos sistemas de crianza, los cabritos fueron suplementados con heno de alfalfa y un concentrado con 17 % de proteína a libre acceso y a partir de la tercera semana de edad, en un corral por separado (“creep-feeding) donde sólo los cabritos pudieran entrar. Los cabritos de lactancia artificial en los tres grupos se ofreció calostro pasteurizado de la madre durante los primero cuatro días de nacidos y luego se les dio leche pasteurizada en amamantadores artificiales a las crías a razón de 1 l / d por las cinco semanas.

5.3 Análisis estadístico.

El peso de los cabritos a las cinco semanas de edad se consideró como variable de respuesta y el tratamiento, sexo, tipo de parto y sistema de crianza como efectos fijos. Se utilizó el procedimiento de mínimos cuadrados del procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1996).

VI. RESULTADOS.

Los resultados de este estudio muestran que el modelo fue significativo ($P < 0.05$) en el peso final. La administración del *Lactobacillus casei shirota* influyó en el peso de los cabritos teniendo un efecto favorable en aquellos animales nacidos únicos, machos y que se sometieron a lactancia artificial, como se observa en los cuadros 4, 5 y 6.

En el cuadro 4, se puede observar el efecto del tratamiento x el tipo de parto sobre el peso de los cabritos a la quinta semana de edad. Se observan diferencias en los nacidos como únicos ($P < 0.05$) tratados con *Lactobacillus casei shirota* por tres (grupo B) y por quince días (grupo C). En los cabritos mellizos no se encontraron diferencias ($P > 0.05$).

Cuadro 4.

Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar del efecto de la interacción tratamiento x tipo de nacimiento sobre el peso del cabrito a la quinta semana de edad y su ganancia diaria de peso.

| Tipo de nacimiento | Tratamiento | Peso (Kg) | | Ganancia diaria de peso (Kg) | |
|-------------------------|------------------|-----------|---------------|------------------------------|--------------|
| | | Media | E.E. | Media | E.E. |
| Único n= 26 | Grupo A n= 10 | 9.51 | \pm 0.50 b | 0.161 | \pm 0.01b |
| | Grupo B n= 9 | 11.64 | \pm 0.61 a | 0.222 | \pm 0.02a |
| | Grupo C n= 7 | 11.61 | \pm 0.84 a | 0.221 | \pm 0.02a |
| Mellizo n= 21 | Grupo A n= 6 | 10.51 | \pm 0.55 ab | 0.190 | \pm 0.02ab |
| | Grupo B n= 7 | 10.28 | \pm 0.62 ab | 0.183 | \pm 0.02ab |
| | Grupo C n= 8 | 10.28 | \pm 0.45 ab | 0.183 | \pm 0.01ab |

a b Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadística significativa a nivel $P < 0.05$

El cuadro 5, muestra la interacción del tratamiento x el tipo de sexo sobre el peso a la quinta semana de edad. Se puede observar que los machos del grupo A (grupo control) tuvieron los menores pesos, solo parecidos a las hembras del grupo C (15 días) (P<0.05).

Cuadro 5.

Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar del efecto de la interacción tratamiento x el tipo de sexo sobre el peso del cabrito a la quinta semana de edad y su ganancia diaria de peso.

| Sexo | Tipo de Tratamiento | Peso (Kg) | | Ganancia diaria de peso (Kg) | |
|-----------------|---------------------|--------------------|------|------------------------------|------|
| | | Media | E.E. | Media | E.E. |
| Hembra n= 12 | Grupo A n= 4 | 10.45 \pm 0.47ab | | 0.188 \pm 0.01ab | |
| | Grupo B n= 4 | 10.14 \pm 0.59ab | | 0.179 \pm 0.02ab | |
| | Grupo C n= 4 | 9.91 \pm 0.58bc | | 0.172 \pm 0.02bc | |
| Macho n= 25 | Grupo A n= 8 | 9.57 \pm 0.65c | | 0.163 \pm 0.02c | |
| | Grupo B n= 9 | 11.78 \pm 0.74ab | | 0.226 \pm 0.02ab | |
| | Grupo C n= 8 | 11.98 \pm 0.82a | | 0.232 \pm 0.02a | |

a b Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadística significativa a nivel P<0.05

En el cuadro 6 se puede observar el efecto de la interacción del tratamiento por el tipo de crianza (natural contra artificial) a la quinta semana de vida. Se encontraron diferencias en el grupo A (control) de lactancia artificial respecto a los grupos criados en forma natural ($P < 0.05$), siendo similar a los otros dos grupos de crianza artificial ($P > 0.05$).

Cuadro 6

. Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar del efecto de la interacción tratamiento x el tipo de crianza sobre el peso del cabrito a la quinta semana de edad y su ganancia diaria de peso.

| Tipo de Crianza. | Tratamiento | Peso (Kg) | | Ganancia diaria de peso (Kg) | |
|----------------------------|------------------|--------------------|------|------------------------------|------|
| | | Media | E.E. | Media | E.E. |
| Artificial n= 10 | Grupo A n= 4 | 8.54 \pm 0.77b | | 0.134 \pm 0.02b | |
| | Grupo B n= 3 | 10.80 \pm 1.00ab | | 0.198 \pm 0.03ab | |
| | Grupo C n= 3 | 11.00 \pm 1.01ab | | 0.204 \pm 0.03ab | |
| Natural. n= 37 | Grupo A n= 12 | 11.48 \pm 0.41a | | 0.218 \pm 0.01a | |
| | Grupo B n= 13 | 11.13 \pm 0.39a | | 0.207 \pm 0.01a | |
| | Grupo C n= 12 | 10.89 \pm 0.45a | | 0.201 \pm 0.01a | |

a b Literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadística significativa a nivel $P < 0.05$

VII. DISCUSIÓN.

En el presente trabajo se muestra que la adición de *Lactobacillus casei shirota* tiene efecto sobre el peso de los cabritos nacidos únicos, machos y aquellos criados artificialmente. En general el resto de los resultados concuerdan con los obtenidos por Rosen (1995) y Chiofalo *et al.*(2006), los cuales obtuvieron un rendimiento de cerca del 17 % mayor en el peso final de cabritos malteses, la diferencia fue en que el tiempo del estudio de ellos fue por siete meses.

El efecto de la interacción en el tipo de parto solo se observó en los cabritos nacidos únicos y que se les administró *Lactobacillus casei shirota* ya sea por tres días o quince días, ya que alcanzaron a pesar cerca de 2 kg. más que los del grupo control a las cinco semanas de edad; y en relación a la ganancia diaria de peso la diferencia entre los cabritos tratados y el control fue de 60 gramos a favor de los tratados, aunque este efecto se notó solamente en aquellos animales nacidos como únicos. No tuvimos explicación satisfactoria para explicar este distinto comportamiento, quizás podría ser el “hadicap” desfavorable que poseen los mellizos en su posibilidad de alimentación de su madre.

En cuanto en la interacción de la aplicación de el probiótico y el tipo de sexo, los machos tratados ya sea por tres días o por quince días obtuvieron cerca del 10 % superior en cuanto a la ganancia de peso a la quinta semana de edad en comparación con los machos control y las hembras, esto concuerda con los explicado en la literatura los cuales obtuvieron pesos superiores con los machos de cerca del 15 % Morand-Fehr (1982), Dayenoff *et al.* (1994), García *et al.* (1995), Pérez (1996), Pérez *et al.* (1997), Arbiza y de Lucas (2001), Daza *et al.*(2004). Estos autores obtuvieron que la velocidad de crecimiento es mayor en los machos que en las hembras, efecto que probablemente se deba por el mayor peso al nacer de los machos respecto a las hembras. Pero la interacción del tratamiento por el tipo de sexo sólo se pudo observar en los cabritos machos ya que al recibir el tratamiento con el probiótico ya sea cada por tres días o por quince días estos obtuvieron una mayor ganancia de peso de cerca de 69 g. por arriba del grupo control y de estos dos grupos el que recibió el tratamiento por quince días tuvo una mayor ganancia de peso (232 g/día). Estas ganancias de peso son superiores a las obtenidas por Morand-Fehr (1982), García (1990),

Pérez (1996) y Arbiza y De Lucas (2001) las cuales son de alrededor de 185 g por día. Esto demuestra que la administración del probiótico *Lactobacillus casei shirota* sí ejerció un efecto en la ganancia de peso diaria tal como los resultados obtenidos por Galina *et al.* (2007) en los que indica que al adicionar una mezcla de bacterias lácticas en la dieta, los cabritos manifestaron una mayor ganancia de peso diaria (170 g/día). Esta ganancia de peso es menor a la obtenida por los cabritos del tratamiento quincenal (232 g/día) y esto probablemente es debido a la diferencia de edad de los cabritos, ya que se realizaron los experimentos en edades diferentes, y claramente a mayor edad menor es la ganancia de peso (Morand-Fehr,1982).

En cuanto al tipo de crianza hubo un marcado efecto de la administración del *Lactobacillus casei shirota* sobre los animales que se mantuvieron en lactancia artificial probablemente por que son animales con mayores exigencias y que han sufrido cambios bruscos de su medio ambiente. Estos efectos fueron más remarcados en aquellos animales que se les administró el tratamiento por quince días, en donde se observó un mayor incremento en el peso corporal. Esto concuerda con lo referido por Hillman (2001), Carro y Ranilla (2002) y Chiofalo *et al.* (2006), los cuales indican que al administrar un probiótico en la dieta de los animales, estos obtienen una mayor ganancia de peso, así como la estimulación de su sistema inmunitario y presentan un mejor estado sanitario que se puede traducir en una mejora del crecimiento.

Con lo que respecta a el valor nutricional de la dieta consideramos que la aplicación del *Lactobacillus casei shirota* no tuvo un efecto considerado sobre ésta, al contrario de cómo lo indica Relling y Mattioli, (2003) los cuales indican que las bacterias son una fuente de proteína adicional en la dieta. Consideramos que el probiótico ayudo a asimilar con mayor eficacia los nutrientes de la dieta, pero no a aumentar el valor nutricional de la dieta en cuanto a la aplicación del probiótico ya que se hubieran obtenido mejores pesos en aquellos animales tratados por quince días y no fue así, ya que se obtuvieron pesos similares en aquellos animales tratados por tres días y los tratados por quince días. Y se hubiera visto un efecto en todos los animales tratados lo cual no sucedió.

VIII. CONCLUSIONES.

Coincidiendo con las pocas investigaciones de probióticos en la especie caprina efectuadas hasta ahora, los resultados del presente trabajo se pueden anotar como muy satisfactorios y ampliamente redituables ya que se trata de la administración de biológicos de bajo costo, fáciles de encontrar en el mercado, de fácil administración cualquiera sea el sistema de cría del cabrito. Estas investigaciones adquieren aún mas relevancia en el caso de México, ya que el cabrito lechal de aproximadamente un mes de edad a su matanza, constituye un plato nacional, de amplia demanda y buenos precios.

Surgen claramente la necesidad de continuar estos trabajos, por ejemplo probando el efecto de otros probióticos, profundizando sobre las posibles variaciones en las interacciones sobre el tipo de parto, sexo, edad de la madre y tipo de crianza.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

- Abe, F., N. Ishibashi, and S. Shimamura. 1995. Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets. J. Dairy Sci. Pp. 2838–2846.
- Aguirre Pequeño Eduardo. 2005. Las bacterias probióticas. Faspyn, Nuevo León México,
- Arbiza A. S. I. y De Lucas T. J., 2001. La leche caprina y su producción. Editores Mexicanos Unidos, México.
- Arellano, R., Adame, F., Arellano, G. 1988. Efecto del peso y edad de la madre al parto, sobre el tipo de parto, peso de la camada y sexo de la cría en caprinos criollos en el norte de México. Congreso Interamericano de Producción caprina. Torreón Coahuila, México. 33-36.
- Armendáriz, J., Apodaca, S., Ayala, O. y Rancel, S. 2000 Evaluación de diferentes métodos de crianza en cabritos. Memorias XV Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Yucatán. México. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp 217.
- Biffi A, Coradini D, Larsen R, Riva L, Di Fronzo G. 1997. Antiproliferative effect of fermented milk on the growth of a human breast cancer cell line. Nutr Cancer. 28 (1): Pp. 93.
- Caballero de la Calle, J.R.; Santos, M.A. y López Fuentes, F. 2005. Influencia de diversos factores sobre el peso final de comercialización del cabrito E.U. de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. UCLM
- Carro, D. y Ranilla, M. 2002. Los Aditivos Antibióticos Promotores del Crecimiento de los Animales: Situación Actual y Posibles Alternativas. Albeitar.
- Castello J. A. 1977. Nutrición de las Aves. Barcelona, España. Editorial Sertebi.
- Chiofalo Vincenzo, Liotta Luigi, Chiofalo Biagia. 2006. Effects of the administration of *Lactobacilli* on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goat kids. Dept. Morfologia, Biochimica, Fisiologia e Produzioni Animali, Sect. Zootecnica e Nutrizione animale, Università degli Studi di Messina, Polo Universitario dell'Annunziata, 98168 Messina. Italy.
- Cruch David C. 1993. El rumiante Fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia. Zaragoza España. Pp. 131-156.

- Dayenoff, P; Bolaño, M; Cáceres, R y Mercado, L. 1994. Crecimiento y características cárnicas del cabrito tipo criollo regional, alimentados en lactancia restringida. VII Reunión Nacional de Producción Caprina. Bariloche, 2 al 4 de noviembre.
- Daza, A., Fernández, C., y Sánchez, A., 2004. Ganado Caprino: Producción, Alimentación y Sanidad. Editorial Agrícola Española. Madrid, España.
- De Ávila, F. 2005, Prebiótico Alternativa Natural. <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=233&cr=1>
- De Simone C, Ciardi A, Grassi A, Lambert-Gardini S, Tzantzoglou S, Trinchieri V, Moretti S, Jirillo E. 1992. Effect of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* on gut mucosa and peripheral blood B lymphocytes. *Immunopharm Immunotoxicol.* 14: Pp.331-40.
- Díaz G. M. O.; Morón, C. F. De J. y Ochoa, C. M. A. 1995. Crecimiento de cabritos Nubios estabulados con diferentes sistemas de crianza y tipo de alimento. Congreso Internacional en Producción Caprina. Zacatecas, México. 98-99.
- Ertora Rodolfo. 1994. Microbiología Industrial. Ed. Éxodo. La Plata. Argentina.
- Ewaschuk, Julia B. Naylor, Jonathan M. Chirino-Trejo, Manuel. Gordon A. Zello. 2004. *Lactobacillus rhamnosus* strain GG is a potential probiotic for calves. *The Canadian Journal of Veterinary Research.* 68:249–253
- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animal. *Journal of Applied Bacteriology.* Pp 365-378.
- Galina, M.A., Ortiz Rubio, M.A., Guerrero, M. 2007. Desarrollo de cabras con o sin suplementación, con un probiótico de bacterias lácticas. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina.
- Galina, M.A., Ortiz-Rubio, M.A., Delgado-Pertínez, M., Pineda, L.J. 2007. Effect of a lactic probiotic supplementation on gota kids growth. 12th Seminar of the Sub-network FAO-CIHEAM on Sheep and Goat Nutrition. October 11-13, 2007 Thessaloniki (Greece)
- Gall, C. 1981. Goat Production. Academic Press, London.
- Ganong, F. 2006. Fisiología Médica. Editorial Manual Moderno. México.

- García, C., y Rankin, B. 1988. Factores que afectan el peso al nacer de cabritos Nubios bajo condiciones de semi-confinamiento. Congreso Interamericano de Producción caprina. Torreón, Coahuila, México. 15-18.
- García de H. M. 1990. Hábitos de alimentación y comportamiento de los caprinos. Fonaiap Divulga 34. Méd. Vet. Ph.D. Investigador II. FONAIAP, Estación Experimental Lara, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto
- García B. A., Meza C. A. y García de los Salmones. 1991. Varianzas ambientales y genéticas para características del crecimiento al destete en machos caprinos. Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Universidad Autónoma Chapingo.
- García B. Omar, García B. Eduardo, Bravo Jorge y Kennedy Brian. 1995. Análisis de un experimento de cruzamiento usando caprinos criollos e importados. Crecimiento de crías. FONAIAP-Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. Apdo. 592
- García de H., M., C. Sánchez y J. Colmenares. 1998. Evaluación comparativa de tres sistemas de amamantamiento de cabritos bajo explotaciones intensivas. Zootecnia Trop., 16(1):87-98
- Glimp, H. A. 1991. Sheep and goat production systems in developing countries. In: H. D. Blackburn (Ed.) Small Ruminant Production: Systems for Sustainability. p 15.
- González Martínez Blanca Edelia, Gómez Treviño Marivel, Jiménez Salas Zacarias. 2003. Bacterinas de probióticos, Respyn, Vol. 4, Nuevo León, México.
- Haller D. 2000. Activation of human peripheral blood mononuclear cells by nonpathogenic bacteria in vitro evidence of NK cells as primary targets. Infect Immun. 752-759.
- Hernández Zavala Aarón y Fuentes Rodríguez Jesús Manuel. 2003. Manejo del cabrito hasta el destete. Departamento de Producción Animal Boletín # 7. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Hillman, K. 2001. Bacteriological aspects of the use of antibiotics and their alternatives in the feed of non-ruminant animals. In: Recent Advances in Animal Nutrition . P.C. Garnsworthy and J. Wiseman (ed.). Nottingham University Press, Nottingham. Pp. 107-134.
- Hirayama K y Rasfter J. 2000. The role of probiotic bacteria in cancer prevention. Microbes Infect. 2 (6). .Pp. 681-686.

- Holland, M. y K. Odde. 1992. Factors affecting calf birth weight: a review. *Theriogenology*, 38:769-798.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2000, Síntesis geográfica del Estado de México.
- Kato Y, Endo K, Yokokura T. 1994. Effects of oral administration of *L. casei* on antitumor responses induced by tumor resection in mice. *Int J Immunopharmacol*. Pp 29-36.
- Kato I, Endo-Tanaka K, Yokokura T. 1998. Suppressive effects of the oral administration of *Lactobacillus casei* on type II collagen-induced arthritis in DBA/1 mice. *Life Sci*. 63(8):635-44
- Koeslag, J, Catesllanos, A. y Fernán. 2004. *Cabras*. Editorial Trillas. México.
- Laffineur E, Genetet N, Leonil J. 1996. Immunomodulatory activity of beta-casein permeate medium fermented by lactic acid bacteria. *J Dairy Sci*;79:2112-2120.
- Lilly DM, Stillwell RH. 1965. Probiotics growth promoting factors produced by microorganisms. *Science* Pp 747-748.
- Marquina Domingo y Santos Antonio. 2006. *Probióticos, prebióticos y salud. Actualidad SEM*. 32:26.
- Martínez, L., Sahún, R. y Barretero, R. 1988. Crecimiento hasta el destete en dos razas de caprinos en el noreste de México. Congreso Interamericano de Producción caprina. Torreón, Coahuila, México. 37- 40.
- Mateos JA. 2002. Aspectos básicos de la tecnología de las leches fermentadas en alimentos funcionales. Ed Médica Panamericana. Capítulo 6.
- Matsuzaki T, Chin J. 2000. Modulating immune responses with probiotic bacteria. *Immunol Cell Biol*. 78(1):67-73
- Méndez, D., Mejía, H.A. y Rodríguez, T. 1999. Evaluación reproductiva de tres razas caprinas explotadas bajo condiciones semi-intensivas en praderas irrigadas de Rye grass. Memorias VI Reunión Nacional sobre Caprinocultura. San Luis Potosí. 67- 70.
- Morand-Fehr. 1982. Feeding of young goats. En: *Proceeding of the Third International Conference on goat production and disease*. pp. 90-108.
- O. Brien Anita. 1998. Nutrition of the young goat birth to breeding. *Sheep and goat specialist / OMAFRA*. Canada.

- Oyetayo, V.O*, Adetuyi, F.C. And Akinyosoye, F.A. 2003. Safety and protective effect of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* used as probiotic agent in vivo. African Journal of Biotechnology Vol. 2, No. 11,
- Perdigón G, Alvarez S, Rachid M, Agüero G, Gobbato N. 1995. Immune system stimulation by probiotics. Symposium: Probiotic Bacteria for Humans: Clinical Systems for Evaluation of Effectiveness. J Dairy Sci. 50: Pp. 1597-606.
- Pérez M. 1996. Evaluación de la productividad de la hembra en cinco razas caprinas en el norte de México. Tesis Maestría en ciencias. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM México.
- Pérez R, M.A., Sánchez GF, F., Meza H., C.A. y Arbiza A,S. 1997. Efectos del año, periodo de nacimiento, forma de crianza y edad de la madre sobre el peso al nacimiento y la tasa de crecimiento del cabrito en cinco razas caprinas. Memorias XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura.
- Puga, D. C., Galina, M.A., Pérez-Gil, F., Sánchez, G.L., Aguilera., Haenlein, G. 2001. Effect of a controlled-released urea supplement on rumen fermentation in seep fed a diet of sugar cane tops (*saccharum officinarum*), corn (*Zea mays*) and kings grass (*Penisetum purpureum*). Ruminant Fermentation. Small Rum. Res. 39: 269-276
- Reid G. 2000. Probiotics in the treatment of diarrheal diseases. Curr Infect Dis Res. 2 (1) p78
- Relling Alejandro Enrique y Mattioli Guillermo Alberto. 2003. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Editorial EDULP. La Plata.
- Robles, T.P.A., J. González A., J. Del Río M., Rodríguez M. y A. Moreno R. 1995. Efecto de la adición de probióticos sobre la conversión alimenticia en cabritas al destete. Memorias Congreso Internacional. Producción Caprina. Universidad Autónoma Agraria. Zacatecas. México.. Pp. 223-225.
- Rosen G.D. 1995. Antibacterials in poultry and pig nutrition. In: Biotechnology in Animal Feeds and Animal Nutrition. J. Wallace and A. Chesson (ed.). pp. 143-172. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany.
- Sablon E, B. Contreras and E. Vandamme. 2000. Antimicrobial peptides of Lactic Acid Bacteria: Mode of Action, Genetic and Biosynthesis. In Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology

- Sánchez del R., C., C. Apodaca S. , A. Reyes M. y R. Rojo R. 1995. Crecimiento predestete de cabritos de las razas Alpina, Saanen y Anglo-Nubia. Memorias del Congreso Internacional en Producción Caprina. Zacatecas, México. Pp 100-101.
- SAS. 1996. SAS Users Guide Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, N.C.
- Schiffin EJ. 1995. Immunomodulation of human blood cells following the ingestion lactic acid bacteria. J Dairy Sci. 491-497.
- Shimada, A. 2002. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Editorial Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México. México.
- Shrestha, J.N.B. y Fahmy, M.H., 2005. Breeding goats for meat production: a Review. 2. Crossbreeding and formation of composite population. Small Rumin. Res. In Press.
- Solis. A. y Pereyra M. 1991. Interferon induction by *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in mice. Eur Cytoquine Net. 2 (4). Pp. 299-303.
- Spanhaak S, Havenaar R, Schaafsma G. 1998. The effect of consumption of milk fermented by *Lactobacillus casei* strain Shirota on the intestinal microflora and immune parameters in humans. Eur J Clin Nutr. 52(12):899-907
- Swenson J. Melvin y Reece O. William. 1999. Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes. Editorial Noriega. Quinta edición. México.
- Reid G. 2002. Probiotics in the treatment of diarrheal diseases. Curr Infect Dis Res. p78.
- Takagi A, Matsuzaki T, Sato M, Nomoto K, Morotomi M, Yokokura T. 1999. Inhibitory effect of oral administration of *Lactobacillus casei* on 3-methylcholanthrene-induced carcinogenesis in mice. Med Microbiol Immunol (Berl). 188(3):111-6
- Tuomola EM, Ouwehand AC, Salminen SJ. 1999. The effect of probiotic bacteria on the adhesion of pathogens to human intestinal mucus. FEMS Immunol Med Microbiol. 26(2):137-42
- Valencia, P., Montaldo, H., Calvillo, M. y Vidal, A. 2000. Factores ambientales que influyen sobre el peso al nacimiento en caprinos. Memorias Congreso Internacional. Producción caprina. FMVZ-UAZ y AMPCA. Zacatecas, México. Pp 216-218.
- Vanderhoof Jon A. 2007. Probiotics: futuro directions1 – 3 <http://www.ajcn.org>

- Wheeler JG, Bogle ML, Shema SJ, Shirrell MA, Stine KC, Pittler AK, Burks AW, Helm RM. 1997. Impact of dietary yogurt on immune function. *Am J Med Sci*;313(2):120-123.
- Yasui H y Ohwaki M. 1991. Enhancement of immune response in Peyer's Patch cells cultured with *Bifidobacterium breve*. *J Dairy Sci*;74:1187-1195.
- Yuki N, Watanabe K, Mike A, Tagami Y, Tanaka R, Ohwaki M, Morotomi M. 1999. Survival of a probiotic, *Lactobacillus casei* strain Shirota, in the gastrointestinal tract: selective isolation from faeces and identification using monoclonal antibodies. *Int J Food Microbiol*.