



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



11664

1
201

EFFECTO DE DOS NIVELES DE APORTE LACTEO
SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS CABRITOS Y EL
DESARROLLO DE SU TRACTO DIGESTIVO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL
(OVINOS Y CAPRINOS)
P R E S E N T A
P A T R I C E T H E A

ASESORES: M.C. JORGE BERMUDEZ ESTEVEZ
M.C. JORGE TORTORA PEREZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

JURADO :

Presidente.-	DR. ARMANDO SHIMADA MIYASAKA
Vocal. -	DRA. IRMA TEJADA CASTAÑEDA
Secretario.-	M.C. PATRICIA GARCIA ROJAS
1.-Suplente.-	ING. SANTOS ARBIZA AGUIRRE
2.-Suplente.-	M.C. JORGE W.BERMUDEZ ESTEVEZ

DEDICATORIA.

Dedico esta presente con mucho cariño, amor y respeto a mi familia y mis familiares (República de Guinea-Conakry- Oeste AFRICA) por su amor, educación y la oportunidad que me han dado para superarme en México.

AGRADECIMIENTOS.

Al culminar este trabajo, quiero dar un agradecimiento muy especial y sincero a mis asesores M.C. Jorge Bermúdez Estévez y M.C. Jorge Tórtora Pérez por su disponibilidad, consejo, apoyo y ayuda que me brindaron para llevar acabo esta presente.

Les doy muchas gracias a los encargados del Taller de Carne, de la Biblioteca, del Departamento de Apoyo Academico, del Centro de Computo de Ciencias Agropecuarias, de los laboratorios de Histología, Parasitología y de Bromatología por su ayuda y las facilidades que me brindaron.

Se agradece:

- A los amigos Juan Pérez Arbizu, profesor Néstor Vilchis Alvarez, MVZ. Roberto Aaron Sánchez Donato y su papa Roberto Sánchez Ayala, la señora Gabriela Soto y su esposo Eduardo Valdez y la señorita Yolanda Vargas (Representante de la Embajada de Guinea en Cuba, en México) por su apoyo y amistad que me dieron.

- A la dirección general de la F.E.S Y en particular a la dirección de posgrado por su ayuda desinteresada.

- A la Secretaria de Relaciones Exteriores de México por su apoyo económico.

- A todos los amigos y a todas las amigas que estudiaron conmigo por su amistad, comprensión, cariño y su franca Colaboración.

- A todos los profesores que me impartieron los cursos de maestría.

- A todos los amigos y compañeros que de manera directa e indirecta me ayudaron.

- A los miembros del Jurado por sus criticas y observaciones constructivas para mejorar el trabajo.

Para terminar, quisiera dar un agradecimiento muy especial a mi querido y estimado amigo y paisano Ing. Gononan Kourouma Dore por su cariño, confianza, comprensión, apoyo, paciencia e incondicional ayuda en la finalización de esta maestría que me costó miles de esfuerzos y de sacrificios incalificables.

GRACIAS A DIOS .

INDICE

RESUMEN	vii
1 .INTRODUCCION.	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1. Crecimiento de los cabritos	3
2.2. Evolución del tracto digestivo	8
3. OBJETIVOS	21
4. MATERIALES Y METODOS	22
5. RESULTADOS Y DISCUSION	28
5.1. Consumo de alimento sólido y ganancia de peso	28
5.2. Evolución de los compartimentos gástricos	35
5.2.1. Evolución del retículo-rumen	35
5.2.2. Evolución del omaso-abomaso	42
5.3. Cambios en el aporte porcentual del retículo-rumen y omaso-abomaso al total gástrico	45
5.4. Ajuste del crecimiento de los compartimentos de acuerdo al modelo propuesto por Gompertz	49
5.5. Cambios en la mucosa del retículo-rumen	53
5.5.1. Mucosa reticular	53
5.5.2. Mucosa ruminal	57
6. CONCLUSIONES.	64
7. BIBLIOGRAFIA.	66

LISTA DE CUADROS.

	Página
1.-Composición porcentual de la ración y análisis químico proximal del alimento sólido utilizado en el período experimental.....	25
2.-Consumo semanal de materia seca total, por unidad de peso vivo y por unidad de peso metabólico en cabritos alimentados con y sin restricción de leche.....	30
3.-Ganancia de peso mensual y promedio en cabritos alimentados con y sin restricción de leche.....	32
4.-Correlaciones entre el peso del cabrito, consumo de leche y alimento sólido durante los primeros 3 meses para los tratamientos experimentales.....	36
5.-Peso promedio de los compartimentos del tracto digestivo entre el nacimiento y las 16 semanas de edad.....	38
6.- Peso relativo promedio de los compartimentos del tracto digestivo entre el nacimiento y las 16 semanas de edad.....	41
7.-Porcentaje de los compartimentos del tracto digestivo entre el nacimiento y las 16 semanas de edad.....	43
8.-Características del epitelio reticular en cabritos alimentados con dos niveles de aporte lácteo desde el nacimiento a las 16 semanas de edad.....	54
9.-Efecto del aporte lácteo, localización del epitelio y edad del cabrito en las características de la mucosa ruminal.....	58
10.-comparación del número y tamaño de papilas en bovinos y cabritos.....	60

LISTA DE FIGURAS.

	Página.
1.-Evolución del consumo de leche durante el período experimental.....	23
2.-Cambios en el porcentaje de los compartimentos gástricos en cabritos.....	46
3.-Presentación gráfica de los componentes principales estudiados.....	48
4.-Evolución del peso del rumen desde el nacimiento a las 16 semanas.....	50
5.-Evolución del peso del retículo desde el nacimiento a las 16 semanas.....	51
6. -Evolución del omaso-abomaso desde el nacimiento a las 16 semanas.....	52

RESUMEN

Se estudió el efecto de la restricción láctea sobre el consumo de alimento sólido, la ganancia de peso y el desarrollo del tracto digestivo de cabritos de la raza Alpina desde el nacimiento hasta las 16 semanas de edad. Se utilizaron 42 cabritos de los cuales 22 se destinaron para sacrificio a las 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas de edad a efectos de las mediciones realizadas en tracto digestivo. Los animales fueron alimentados con leche a niveles de 70 y 100% de su consumo ad libitum de acuerdo al peso metabólico y desde la primera semana dispusieron de un concentrado compuesto por alfalfa molida (50%), sorgo (20%), pasta de soya (20%) y Megalac (10%). Los consumos promedios de leche fueron de 997 y 529 ml para los tratamientos de 100 y 70% respectivamente. El manejo utilizado de la restricción condujo a un consumo de 53% de leche en los animales sometidos al tratamiento de 70%, respecto al de 100%. El análisis de varianza para consumo de alimento sólido en términos de materia seca (CMS), materia seca por unidad de peso vivo (C MSPV) y materia seca por unidad de peso metabólico (C MSPV^{0.75}), demostró la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos, edad del cabrito y la interacción tratamiento*edad. El análisis de la interacción muestra que las diferencias en CMS, C MSPV y C MSPV^{0.75} se presentan a partir de la 10, 6 y 7 semanas, respectivamente. El consumo expresado en términos de porcentaje indican que los animales en la dieta de 70% presentaron una superioridad de 7.7, 5.1 y 4% en el primer mes, 13.8, 18.4 y 16.8% en el segundo mes, 31.3, 35.8 y 34.9% en el tercer mes, y 6.6, 11.2 y 10.1% en el cuarto mes para las variables CMS, C MSPV y C MSPV^{0.75}, respectivamente. Los promedios de ganancia de peso para ambos grupos experimentales fueron de 143 y 128 g/día para los tratamientos de 100 y 70%, respectivamente. El análisis de la información indicó la existencia de diferencias ($P < 0.05$) en la interacción tratamiento*edad del cabrito y su análisis indica que durante el segundo y tercer mes las ganancias logradas por los animales sometidos al tratamiento de 100% fueron superiores a aquellas del tratamiento de 70%. El análisis de las correlaciones entre peso del cabrito, consumo de leche y alimento sólido indicaron la mayor incidencia del consumo de alimento sólido en el peso de los animales sometidos al tratamiento de 70% de aporte lácteo. El estudio de la evolución del retículo indica que los promedios para los tratamientos fueron de 38.3 y 32.6 g, siendo superior ($P < 0.05$) en los animales con 100% de aporte lácteo. Al avanzar la edad del cabrito se apreciaron incrementos altamente significativos ($P < 0.01$) en el peso vacío del retículo. El análisis del peso relativo del retículo indicó la existencia de interacciones entre tratamiento*semana y su estudio muestra que durante el primer mes los animales sometidos a 100% de aporte lácteo presentaron mayor tamaño de retículo ($P < 0.05$) que los animales restringidos, para posteriormente ser similares. El análisis de la información de rumen indica la inexistencia de diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos y la interacción tratamiento*edad, mientras se encontraron incrementos altamente significativos ($P < 0.01$) al avanzar la edad del cabrito. Resultados similares se observaron para las mediciones del peso relativo del rumen. El peso vacío de omaso-abomaso fue de 88.7

y 77.5 g para los tratamientos de 100 y 70% , respectivamente, no existiendo diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos y la interacción tratamiento*edad. El aporte porcentual de omaso-abomaso al total gástrico disminuyó ($P<0.01$) al avanzar la edad del cabrito. El análisis de componentes principales indica que las diferencias causadas por los tratamientos pueden visualizarse en cambios en las relaciones de crecimiento del retículo y el rumen, con un mayor desarrollo del primero en los animales que no fueron restringidos. Los cambios en el epitelio del retículo indicaron la existencia de diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos y edades al sacrificio. Las alturas medias de septos fueron de 1.70 y 1.92 mm para 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. La altura de papilas no presentó diferencias ($P>0.10$) entre tratamientos y la interacción tratamiento*edad, incrementándose ($P<0.01$) al avanzar la edad. Las medias de espesor del epitelio ruminal fueron de 55.4 y 61.2 μ para 100 y 70% de aporte lácteo, no presentando diferencias ($P>0.05$), y al avanzar la edad se encontraron incrementos ($P<0.01$) en el mismo. Las medias del número de papilas fueron de 35.1 y 35.8 para 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. Los resultados del trabajo indican que los principales cambios sustanciales para que el animal pueda compensar la deficiencia creada por la restricción láctea requiere de 6 a 7 semanas y las principales diferencias en la evolución del tracto digestivo parecen radicar en la promoción del crecimiento relativo del retículo respecto al rumen en los animales con 100% de aporte lácteo, mientras estos cambios son inversos en animales sometidos a restricción.

1. INTRODUCCION.

Los rumiantes contribuyen en buena parte al bienestar del hombre, proporcionando alimentos y fibras, aunque frecuentemente también se utilizan para trabajo y recreo. (Church, 1974). En particular, la cabra se explota por su producción de leche, carne, piel, fibra o pelo, con grados diferentes de intensificación desde aquellos muy extensivos en países subdesarrollados hasta muy intensivos en países industrializados. Durante la década pasada, ha existido un creciente interés en la importancia potencial de las cabras en sistemas de agricultura de pequeños productores, tanto en países subdesarrollados como en industrializados (Devendra y Burns, 1970).

En los sistemas comerciales de producción de leche de cabra es práctica común utilizar razas lecheras especializadas como Toggenburg, Anglo Nubia, Alpina y Saanen, que son manejadas en forma intensiva consumiendo forrajes de alta calidad y grandes cantidades de concentrado. En estos sistemas, el esquema productivo se basa en la venta de cabritos para carne y la comercialización de leche y derivados lácteos. La investigación se ha enfocado principalmente al incremento en los rendimientos lácteos sin afectar el crecimiento adecuado de los cabritos (Louca et al., 1975, Hadjipanayiotou y Louca, 1976,

Hadjipanayiotou, 1984). Este objetivo ha sido logrado en cabras mediante la restricción de leche suministrada a las crías, procurando el consumo temprano de alimentos sólidos (Potchoiba et al., 1990) o el uso de sustitutos comerciales de leche con los cuales se han logrado buenos resultados en cabritos (Morand-Fehr et al., 1982; Teh et al., 1985; Hadjipanayiotou, 1986). Tales sistemas de alimentación y manejo en pequeños productores son costosos y probablemente impracticables en la mayoría de los casos, dado que su mayor interés es proveer una cantidad extra de leche y carne para el mejoramiento de la alimentación familiar y lograr ingresos en efectivo por estos productos (Ruvuna et al., 1988). Estos mismos autores consideran que bajo condiciones de pequeños propietarios de ganado existe la necesidad de optimizar la cantidad de leche disponible para la familia y la cantidad que se deja a los cabritos.

En este trabajo se estudió el efecto de la restricción láctea sobre el consumo de alimento sólido, la ganancia de peso y el desarrollo de los compartimentos gástricos de cabritos de la raza Alpina hasta los cuatro meses de edad.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1. CRECIMIENTO DE LOS CABRITOS.

El peso del cabrito al momento del nacimiento puede ser el reflejo de su potencial de crecimiento. Los bajos pesos pueden incidir en la viabilidad de recién nacido y normalmente se relacionan con la mortalidad en las etapas tempranas (Ali et al., 1973, Sharma et al., 1984). Asimismo, el peso al nacer tiene relaciones positivas con la tasa de crecimiento posterior (McDowell y Bove, 1977).

El crecimiento posterior al nacimiento es normalmente influido por la raza, edad de la madre, sexo de la cría, tipo de nacimiento y la época de crecimiento de la cría (McDowell y Bove, 1977). Las diferencias en el peso al nacer y ganancia de peso de los cabritos entre razas, son debidas en primera instancia a factores genéticos y su manifestación fenotípica dependerá de las condiciones ambientales a que sean sometidas (Devendra y Burns, 1970). Por otra parte, los pesos al nacer y las ganancias de peso son influidas por el sexo de la cría. Diferentes autores han

reportado la superioridad de los machos caprinos respecto a las hembras en estos parámetros (McDowell y Bove, 1977, Chawla y Nagpal, 1982, Khan y Saani, 1983). Asimismo, el incremento en el número de crías al momento del parto afecta el peso al nacer y la ganancia predestete en cabritos (Machado et al., 1982). Las madres con edades de 1-3 años normalmente tienen crías más pequeñas y con menores tasas de crecimiento que aquellas de 3-6 años (Mavrogenis et al., 1982, 1984). La estación del año puede tener efectos en el peso al nacer y el crecimiento de los cabritos particularmente por la disponibilidad de alimentos durante el último tercio de gestación y lactancia (Siddiqui y Bonde, 1982, Baik et al., 1985)

Bajo condiciones de producción tradicionales en las zonas áridas y semiáridas del país el crecimiento de los cabritos se sitúa en un amplio rango de 47.6 a 106.3 g/día (Arbiza, 1986), mientras Mendoza (1983) en el altiplano potosino-zacatecano obtuvo ganancias de 71 a 86 g/día en cabritos nacidos en los meses de diciembre y enero. Ortíz (1989) estudiando las ganancias de peso de cabritos nacidos en dos épocas del año hasta los 150 días de edad reporta valores de 84 a 103 g/día en cabritos nacidos durante en el mes de junio, mientras las ganancias en animales nacidos en noviembre-diciembre fueron de solo 50 g/día.

Bajo condiciones intensivas de producción de leche el productor

debe buscar las formas de crianza que permitan maximizar la leche disponible para la venta directa o la fabricación de subproductos. Buntinx et al. (1990) estudiaron las ganancias de peso de cabritos sometidos a crianza natural, restringida y artificial durante dos meses obteniendo ganancia de 236, 198 y 222 g/día, respectivamente. Fernández et al. (1992) evaluaron los sistemas de cría artificial con diferente número de tomas diarias de leche a intervalos de 12, 6 y 4 horas. Los resultados indicaron ganancias de 199, 216 y 287 g/día para los tratamientos de 2, 4 y 6 tomas, respectivamente, concluyendo que el mayor número de tomas diarias conduce a un incremento en la eficiencia del uso de la leche. A pesar de estos incrementos en eficiencia encontrados por el manejo del número de tomas diarias, Jagusch et al. (1983) trabajando con cabritos de la raza Saanen encontraron que la eficiencia de uso de la energía metabolizable aportada por la leche para crecimiento fue baja (45%) en comparación a los valores conocidos para ovinos y bovinos.

Potchoiba et al. (1990) con cabritos de la raza Alpina sometidos a un programa de destete consistente en consumo de leche ad libitum hasta la cuarta semana de edad, reducción al 50% entre la quinta y sexta, y 25% en la séptima y octava semana, con acceso a concentrado (3 Mcal EM/kg MS, 15.8% PC) desde la quinta semana, lograron ganancias de 120 g/día hasta las 20 semanas de edad. El grupo control fue alimentado con leche ad libitum hasta la semana 20 sin acceso a concentrado, logrando una ganancia

diaria de 107 g/día en este período. Las diferencias entre tratamientos utilizados en este trabajo no fueron significativas ($P > 0.05$) y condujeron a una reducción importante en el consumo de leche que puede ser económicamente factible cuando existe un mercado para leche o productos lácteos. Resultados similares en ganancia de peso para la raza Alpina han sido encontrados por Arora et al. (1982), mientras Morand-Fehr (1981) obtuvo ganancias de 170 g/día. Louca et al. (1975) con cabritos en diferentes sistemas de cría concluyen que el destete precoz no afecta la producción de leche de las madres y permite el incremento de la leche disponible para el mercado.

Otra alternativa disponible para liberar una buena parte de la leche cuando económicamente es viable, es la utilización de sustitutos de leche. Sahlu et al. (1992) trabajando con cabritos de la raza Angora y leche o sustituto lácteo, utilizaron un programa de destete consistente en el aporte ad libitum durante las seis primeras semanas, posteriormente redujeron el consumo de la sexta semana de 25, 50, 75 y 100% durante las semanas 7, 8, 9 y 10, respectivamente. Todos los animales disponían de un concentrado de iniciación desde la tercera semana de vida. Los resultados de este trabajo no mostraron diferencias entre la leche entera el sustituto de leche, obteniendo ganancias de 125 y 116 g/día respectivamente.

Hadjipanayiotou (1986) probó dos tipos de sustitutos lácteos (bovino vs ovino) en cabritos de la raza Damasco, y encontró ganancias hasta los 52 días de edad de 174 g/día usando un sustituto de leche ovina y 158 g/día con sustitutos de leche bovina. Los problemas principales detectados con el uso de leche bovina fue la presencia de diarreas importantes que condujeron a la separación de 6 animales que no fueron incluidos en el análisis, 4 de los cuales murieron posteriormente a su separación. Este autor considera la importancia de establecer la concentración de nutrientes para los sustitutos de leche de cabritos, dado que los existentes en el mercado no son específicos para la especie.

Ruvuna et al. (1988) estudiaron diferentes métodos de recría del cabrito junto a sus madres utilizando cabras de doble propósito. Las formas utilizadas fueron: 1) ordeñar un medio de la cabra en la mañana y en la tarde dejando el otro medio para el cabrito, 2) ordeñar a la hembra en la mañana dejando al cabrito en la tarde con la madre, 3) los cabritos consumían irrestrictamente en la mañana y en la tarde con sus madres. Las ganancias en estos métodos de alimentación hasta las 12 semanas de edad fueron de 66, 57 y 75 g/día para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Por otra parte estos autores encontraron que el ordeño de la hembra en presencia del cabrito condujo a un incremento significativo en la producción láctea. Estas observaciones son coincidentes con los resultados de

Hadjipanayiotou (1986) que encontró que la separación de los cabritos de sus madres condujo a una reducción en la producción total de leche.

2.2. EVOLUCION DEL TRACTO DIGESTIVO.

Es conocido que al momento del nacimiento el cabrito, al igual que otros rumiantes, dispone de una estructura en su aparato digestivo esencialmente monogástrica por el escaso desarrollo del retículo-rumen. Esta situación, junto al escaso desarrollo del sistema enzimático, depende en forma estricta de la leche materna en sus primeras etapas de vida (Warner y Flatt, 1965). En los sistemas de producción de leche caprina y bovina el uso de la leche para la crianza implica costos económicos importantes que pueden ser disminuídos por medio de esquemas de alimentación que permitan un rápido desarrollo de la fermentación en el retículo-rumen y por lo tanto en la alimentación sólida. Diferentes autores han reportado el efecto de la alimentación sólida sobre el desarrollo temprano del retículo-rumen y particularmente de los efectos del material fibroso y los productos finales de la fermentación en el mismo (Warner y Flatt, 1965; Church, 1974)

El estómago de los rumiantes consta de cuatro compartimentos: el rumen, el retículo, el omaso y el abomaso. El desarrollo de

estas estructuras anatómicas puede definirse como el proceso de transición desde un punto de origen denominado estómago "primordial" hasta un estado final en el animal adulto .El estómago embrionario de todos los mamíferos es simple ,pero en el caso de los rumiantes existe una rápida evolución hacia los cuatro compartimientos señalados.En estos cambios, que incluyen a la gotera esofágica,se involucran solamente estructuras correspondientes al estómago primordial y en ningún momento participa el esófago (Warner y Flatt,1965).

En ovinos,la diferenciación de los compartimientos del estómago son discernibles en embriones de 9 mm de longitud y entre los 20-24 días son apreciables las áreas correspondientes al retículo-rumen y abomaso. El omaso puede distinguirse a los 43 días, a los 46 días la pared omasal forma sus primeras láminas y a los 70 días estas pueden ser de cuarto orden. Al desarrollar el embrión una longitud de 16mm todas las estructuras correspondientes al rumiante están presentes (Warner y Flatt, 1965).

Al momento del nacimiento los compartimientos son pequeños y el retículo-rumen ocupa un pequeño porcentaje del total. En esta etapa el abomaso aparece como órgano predominante en el cabrito y su volumen es de 0.25 a 0.50 l (Quittet, 1986), y se sitúa inmediatamente detrás del diafragma con su eje longitudinal en

dirección dorsoventral (Church, 1974). La funcionalidad del retículo-rumen no está desarrollada y el animal es esencialmente monogástrico, dependiendo de la leche para su alimentación. La formación de un conducto entre el cardias y el orificio retículo-omasal por medio de dos labios de la gotera esofágica permite prolongar a lo largo del retículo la apertura del esófago. Cuando el rumiante joven succiona leche, los labios de la gotera esofágica se aproximan para formar un tubo y la leche fluye a lo largo del orificio retículo-omasal sin caer al retículo o el rumen. En esta forma la leche es capaz de sobrepasar las áreas en que ocurre la fermentación (Reid et al., 1991). El cierre de la gotera esofágica se produce por dos movimiento distintos: primero se presenta un acortamiento de los labios derecho e izquierdo que se vuelven firmemente opuestos permitiendo el pasaje directo del 30-40% del volumen de líquido hacia el abomaso y posteriormente el cierre puede ser completado si los labios se invierten, particularmente el labio derecho y en este caso el 75 a 90% del líquido ingerido es recuperado en el abomaso (Ooms et al., 1985).

Para la sobrevivencia del recién nacido, el tracto alimenticio debe estar lo suficientemente diferenciado para manejar los cambios posnatales en la nutrición entérica. La mayoría de los diversos sistemas estructurales y funcionales del tracto alimenticio están presentes antes del nacimiento y estos

continúan su maduración mientras nuevos sistemas aparecen en la vida postnatal temprana. Los patrones generales de desarrollo y maduración son similares en la mayoría de los mamíferos aunque la secuencia temporal pueda variar para cada especie particular (Deren, 1968). En ovinos, Bryden et al, (1972) hicieron una descripción del desarrollo embrionario del tracto alimenticio, y Toofanian (1976) también en ovinos realizó una breve descripción de la estructura en microscopio óptico del intestino delgado durante la vida fetal. Simpson-Morgan y Smeaton (1972) han descrito experimentos de medición de la absorción de proteína a nivel del intestino fetal de ovino en condiciones in vivo.

Trahair y Robinson (1986 a) realizaron en ovinos una descripción detallada de los cambios del intestino delgado durante el desarrollo fetal. A los 27 días de gestación las células epiteliales están inmaduras, con muchos ribosomas libres y pocos organelos. A los 35 días el lumen se delimita y el epitelio es estratificado o pseudoestratificado. Las células están más maduras con mayor número de organelos y reserva de glucógeno. A los 50 días de gestación inicia la formación de los villi y el lumen intestinal se vuelve patente a los 70 días. Alrededor de los 125 días de gestación pueden encontrarse enterocitos maduros en las áreas proximales del intestino, mientras que en las regiones distales pueden encontrarse células vacuoladas inmaduras hasta el momento del nacimiento. En los primeros días posteriores al nacimiento, los villi de la región distal del intestino

delgado rápidamente disminuyen de tamaño de forma que al sexto día del nacimiento el gradiente normal de tamaño proximal-distal queda establecido. Este orden es inverso al gradiente encontrado en la vida fetal dónde los villi de las áreas distales son mayores en tamaño que los proximales. La profundidad de las criptas se incrementa en ambas regiones, pero es más marcado en las regiones proximales. La tasa de proliferación de enterocitos se incrementa rápidamente en forma simultánea con el establecimiento de los gradientes de tamaño de las estructuras intestinales del animal adulto y la pérdida de células vacuoladas del intestino distal (Trahair y Robinson, 1986 b). Existen fuertes evidencias que sugieren la participación del cortisol endógeno en los cambios postnatales del intestino delgado (Trahair y Robinson, 1986 b).

Desde el nacimiento el animal está expuesto a la colonización bacteriana que conducirá al establecimiento del ecosistema ruminal e intestinal. Estudios realizados por Fonty et al. (1986) bajo diferentes condiciones de crianza indican que inmediatamente al parto el contenido del rumen está compuesto por saliva y células descamadas del epitelio. Este medio es particularmente favorable para el desarrollo de bacterias anaeróbicas estrictas y es colonizado rápidamente después del nacimiento. Las bacterias anaeróbicas son predominantes a los pocos días postparto, aunque son cualitativamente diferentes a las encontradas en el rumen de un adulto. Las bacterias que colonizan la pared ruminal, algunas

de las cuales son aerobicas o anaeróbicas facultativas, pueden jugar un rol importante por utilizar el oxígeno que difunde a través de la pared ruminal desde la sangre , lo cual permite un rápido crecimiento de la microflora con requerimientos estrictamente anaeróbicos. Las bacterias celulolíticas y metanogénicas aparecen y se establecen rápidamente hacia el cuarto día de nacido, mientras que los hongos y protozoarios anaeróbicos aparecen al final de la primera semana, y durante la segunda y tercera semana de vida, respectivamente. Las poblaciones de hongos y protozoarios son menos estables que en el adulto. El rumen por lo tanto, está fisiológicamente bien adaptado para el desarrollo de la microflora en etapas muy tempranas luego del nacimiento. Las comunidades microbianas que son características del rumen adulto aparecen antes del inicio del consumo de alimento sólido (Fonty et al., 1986).

La histodiferenciación del rumen tiene lugar entre los 23 y 33 días de vida fetal, donde pueden ser discernibles 2 capas diferenciadas. Los pilares ruminales se observan a los 42 días y los 61 días, y las papilas ruminales aparecen en ese momento como evaginaciones del tracto basal del epitelio ruminal. Los mucopolisacáridos aparecen primero en las células epiteliales a los 46 días de vida fetal, después decrecen gradualmente en números y subsecuentemente se estabilizan en la vida posnatal (Franco et al., 1992).

El crecimiento posnatal del rumen, retículo y omaso del rumiante joven ocurre mayormente después del incremento en el consumo de alimento sólido (Iason y Mantecant, 1993). El incremento de la mucosa responde más al consumo de concentrados que al de forrajes (Wardrop, 1960; Warner y Flatt, 1965). Aunque el crecimiento del rumen generalmente se relaciona con la edad y el peso corporal, el mejor indicador del peso del rumen es el consumo de alimento sólido, como lo demostró Hodgson (1971) en terneros. Hamada et al. (1976) consideran que no se han logrado destetes satisfactorios a edades muy tempranas, lo cual indicaría la existencia de un período de edad crítica luego del cual se presentaría un notorio incremento en el consumo de alimento sólido. Dado que el desarrollo del rumen, y especialmente de la mucosa ruminal está correlacionada estrechamente con la tasa de crecimiento del animal, la ganancia de peso es sugerida como otro factor a considerar.

En la vida posnatal el crecimiento del retículo-rumen procede inevitablemente desde el nacimiento hasta las 3 o 4 semanas de edad dado que el alimento prácticamente único es la leche que utiliza la gotera esofágica para llegar a abomaso. Hamada et al. (1976) no encontraron diferencias en el peso del rumen en relación con el peso corporal antes de los 37 días de edad en diferentes sistemas de cría. En condiciones naturales, el animal puede contener forraje en su retículo-rumen desde los tres días de edad, sin embargo se logran consumos adecuados entre las tres

y cuatro semanas (Hamada et al., 1976). De acuerdo a Hodgson (1971) una de las características de la dieta sólida que debe ser considerada es la facilidad con que el animal puede consumirla.

Cuando se utilizan dietas sólidas con base en forraje en ovinos desde los 37 días de edad, el retículo-rumen alcanza la relación del adulto a los 56 días de nacido. Sin embargo, cuando la dieta es exclusivamente de leche esta relación se alcanza a los 72 días. Por otra parte, esta dieta líquida retrasa la formación de las papilas del rumen y la fermentación microbiana y la concentración de amoníaco es la mitad de los animales alimentados con dietas normales (Warner y Flatt, 1965). En la cabra adulta, el retículo-rumen ocupa aproximadamente el 80% de la capacidad gástrica frente al 20% del omaso-abomaso (Arbiza, 1986). Rai y Pandey (1978) trabajaron con cabras de la raza Barbari adultas con un peso promedio de 23.2 kg sometidas a una alimentación en base a ramoneo de arbustivas encontraron que la capacidad del retículo-rumen fue de 12664 ml, la del omaso fue de 300 ml y el abomaso 1376 ml. Esta información permite establecer que la capacidad relativa del retículo rumen representa el 88% de los estómagos. Sin embargo, la información correspondiente a peso húmedo de los compartimentos vacíos fue de 679, 77.5 y 154 g para retículo-rumen, omaso y abomaso, respectivamente. Analizando esta información el retículo-rumen participa con el 74.5% del peso total de los compartimentos gástricos. Bhattacharya (1980) con cabras de la raza Angora y Kil, encontró que las proporciones

relativas del rumen, obtenidas por medio de llenado con agua de los compartimentos gástricos, fue de 76 y 77% en Angora y Kil, respectivamente.

Estudios realizados en corderos señalan que los volúmenes de los compartimentos digestivos presentan altas correlaciones con el peso del rumen ($r=0.97$). La información presentada por Church et al. (1962) permite concluir que las proporciones adultas pueden ser alcanzadas alrededor de los 56 días en corderos que reciben alimento sólido. Estos autores encontraron correlaciones elevadas entre el crecimiento del rumen y el del retículo ($r=0.96$) y omaso ($r=0.77$), pero relativamente bajas con abomaso ($r=0.38$). El crecimiento de los compartimentos entre los 7 y 57 días de edad fue esencialmente lineal y las fermentaciones ruminales se presentan a partir de la tercera semana de edad cuando el crecimiento es acelerado (Church et al., 1962).

El tipo de epitelio que recubre los preestómagos anteriores (retículo, rumen y omaso) se clasifica histológicamente como un epitelio poliestratificado paraqueratinizado con células epiteliales escamosas, estratificadas y paraqueratinizadas. El epitelio del retículo forma pliegues dando origen a unas celdillas con cuatro, cinco o seis lados en cada alvéolo. Las celdillas se subdividen por medio de pliegues más pequeños y en su fondo aparecen numerosas papilas puntiagudas y cornificadas.

Las celdillas son menores y desaparecen gradualmente en la proximidad del surco reticular y en el borde del pliegue retículo-ruminal. Las celdillas alcanzan su máxima altura en las porciones ventrales del retículo. En el orificio retículo-omasal aparecen unas papilas peculiares cornificadas.

Las papilas de los distintos sacos pueden distinguirse unas de otras basándose en su forma y/o tamaño, variando desde unas grandes con casi 1.25cm de longitud hasta las papilas cornificadas pequeñas y escasas, del saco dorsal. Las papilas del rumen son relativamente grandes y con forma de lengua; las mayores tienen unos seis milímetros de longitud y carecen de la pigmentación que presentan en los bovinos. La parte lateral del pliegue retículo-rumen termina unos doce milímetros o más detrás de las cardias (Church, 1974). Bhattacharya (1980) estudió las papilas de dos razas caprinas y una ovina y menciona que en cabras las extremidades libres de las papilas son más amplias, parecidas a las hojas y redondeadas, mientras que en los ovinos son más estrechas y parecidas a una lengua. El color del epitelio ruminal es intensamente coloreado en cabras, oscuro-moreno a blanco en ovinos. El color de la serosa es de aspecto gris en cabras y blanca en ovinos.

La característica principal de la fisiología digestiva del rumiante es la digestión microbiana que se produce a escala masiva en el retículo-rumen. Las características anatómicas y

fisiológicas que permiten la fermentación de los alimentos en el sistema digestivo han sido descritas anteriormente (Dukes, 1970; Church, 1974). Desde el punto de vista energético la fermentación microbiana del retículo-rumen provee el 70% de la energía requerida por el animal que es absorbida a nivel de las papilas de la mucosa del retículo-rumen, que se asocia a una amplia red del sistema circulatorio para su transporte. Las papilas retículo-ruminales son cónicas y se proyectan a la luz desde la mucosa ampliando la superficie de absorción. Estas papilas pueden medir 1.5cm de largo y poseen un centro de tejido conjuntivo muy vascularizado por finas fibras de colágena y elásticas (Banks, 1986).

Los productos de la fermentación microbiana de carbohidratos, acetato, propionato y butirato, tienen efectos sobre el crecimiento de las papilas de retículo-rumen (INRA, 1981; Banks, 1986). Las papilas ruminales de corderos expuestos a dietas de cebada completa desde los 8 días presentaron un incremento de 38% en el área superficial contra las papilas de corderos que no recibieron concentrado. El mejor desarrollo de las papilas ayudó a los corderos a una mayor absorción de ácidos grasos volátiles y del amoníaco liberado durante la fermentación microbiana de las dietas administradas (Ortega-Reyes *et al.*, 1992).

Diferentes criterios han sido utilizados para evaluar el desarrollo posnatal del tracto de los rumiantes. Entre estos pueden incluirse: peso de los tejidos del retículo, rumen, omaso

y abomaso; forma relativa, capacidad y posición de los compartimentos gástricos; estructura general e histológica de los compartimentos; peso de la ingesta y nivel de glucosa sanguínea. Ninguno de estos criterios es definitivo para establecer un límite que defina el desarrollo del órgano y evidentemente son interdependientes (Warner y Flatt, 1965). Entre todos estos criterios el peso de los tejidos de cada uno de estos compartimentos ha sido ampliamente utilizado para la descripción de la evolución del tracto digestivo hasta la edad adulta. A excepción de las diferencias causadas por las variación en el contenido graso entre animales, esta característica es probablemente el criterio objetivo más satisfactorio (Warner y Flatt, 1965). Bush (1988) describe la evolución fisiológica del rumen de bovinos por medio del estudio del metabolismo epitelial de ácidos grasos volátiles. En este trabajo, se colectaron muestras de terneros sacrificados a los 3, 12, 19, 30 y 60 días de edad, manejados durante 28 días con leche sola y recibiendo posteriormente un concentrado de iniciación. Los resultados indican que a los 60 días de edad la producción de cuerpos cetónicos por el epitelio ruminal fue similar a la encontrada en animales adultos, mientras que a los 30 días la producción correspondía al 40% de este valor.

En trabajos realizados en Japón con cabritos de razas productoras de carne, se estudió la estimulación química que conduce al desarrollo de la mucosa ruminal. Se utilizaron en forma

intraruminal sales de butirato y propionato, las cuales condujeron a la estimulación del desarrollo de la mucosa de retículo-rumen. Por otra parte encontraron que la presencia de materiales voluminosos inertes en el retículo rumen condujo a un estímulo físico para el desarrollo de sus estructuras. Concluyeron que el mecanismo de proliferación del tejido epitelial es por absorción directa de los ácidos grasos por la mucosa (Hamada, 1975),

Durante el desarrollo del retículo-rumen se presentan cambios en el color del epitelio que se atribuyen a la influencia del líquido ruminal y a los forrajes incluidos en el alimento. El color pardo oscuro detectado principalmente en las capas queratinizadas y cornificadas del epitelio ruminal parecen deberse al contenido en los pigmentos vegetales. Pero la composición mineral de la dieta puede afectar la producción de pigmentos en el rumen y pueden intervenir en la coloración del epitelio (Hamada et al., 1970)

3. OBJETIVOS.

3.1. Estudiar el efecto de la restricción láctea sobre el consumo de alimento sólido, la ganancia de peso y la evolución de los compartimentos gástricos en cabritos.

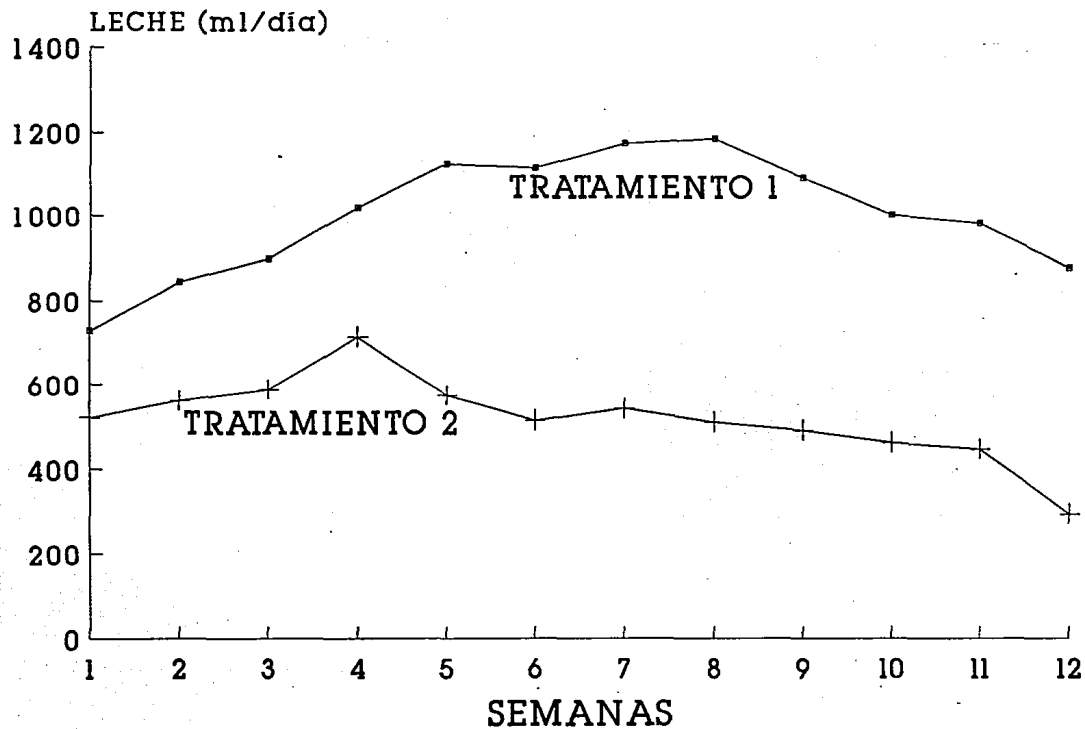
3.2. Evaluar los cambios en los tejidos de la mucosa retículo-ruminal al avanzar la edad al sacrificio de los cabritos.

3.3. Conocer las relaciones del aporte lácteo y el alimento sólido con el crecimiento del cabrito en los dos esquemas de crianza.

4. MATERIALES Y METODOS.

El trabajo fue desarrollado en el módulo de ovinos y caprinos de la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria (UAEA) de la Facultad de Estudios Superiores de la UNAM. Se utilizaron 42 cabritos (23 machos y 19 hembras) de raza Alpina hijos de 24 cabras que parieron en el período comprendido del 13 de Diciembre de 1991 al 3 de Enero de 1992. Siete de los cabritos provenían de parto simple, 32 de partos dobles y 3 de un parto triple. Los cabritos fueron pesados al parto y recibieron calostro ad libitum de sus madres durante los primeros tres días de nacidos. Posteriormente los cabritos fueron separados de sus madres, colocados en corraletas individuales y se les administró leche ad libitum mediante el uso de mamilas en dos oportunidades en el día (9.00 y 17.00 h) durante la primera semana y fueron pesados al final de los 7 días. En base a su peso en este momento y al consumo promedio semanal se calculó el consumo promedio por unidad de peso metabólico ($256 \text{ ml/PV}^{0.75}$) y con este valor se generaron dos grupos de asignación de leche (100% y 70% del consumo ad libitum/kg $\text{PV}^{0.75}$). A partir de la sexta semana se disminuyó el aporte de leche 10% semanal en cada tratamiento hasta la semana 13 en la cual se suspendió el aporte lácteo. En la Figura 1 se presenta gráficamente la evolución del consumo de leche en los dos grupos experimentales. El promedio de consumo para el período experimental fue de 997 y 529 ml/día para los tratamientos de 100% y 70%, respectivamente.

FIGURA 1. EVOLUCION DEL CONSUMO DE LECHE DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.



Los cabritos dispusieron de comederos y bebederos localizados en el exterior de las jaulas, y desde la segunda semana tenían acceso libre a un concentrado cuya composición se presenta en el Cuadro 1. Diariamente se pesaron las cantidades consumidas del concentrado por los cabritos por medio del pesaje diferencial del ofrecido y el rechazo. Muestras del alimento ofrecido fueron sometidas a análisis de materia seca y químico proximal y el rechazado se analizó para determinar materia seca (AOAC, 1975). Con la información obtenida se determinó el consumo de materia seca y la energía de la dieta ofrecida de acuerdo a NRC (1984). Los cabritos fueron pesados semanalmente y de acuerdo al peso vivo se ajustó el consumo de la siguiente semana. Asimismo, las pesadas fueron utilizadas para la determinación de la ganancia de peso mediante regresión de peso sobre días en los períodos de crecimiento considerados.

Veintidos cabritos machos fueron sacrificados en el transcurso del período experimental a las 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas de edad). Los cabritos fueron sacrificados con pistola sanitaria en el taller de carnes de la FES-Cuautitlán, procediendo posteriormente a la necropsia bajo condiciones higiénicas. En este momento los estómagos fueron pesados con sus contenidos, separando los compartimentos mediante ligaduras para el pesaje posterior por separado. Los compartimientos (retículo, rumen, omaso y abomaso) una vez separados fueron pesados con sus

CUADRO 1. Composición porcentual de la ración y análisis químico proximal del alimento sólido utilizado en el período experimental.

INGREDIENTE	PORCENTAJE	
alfalfa molida	50%	
sorgo molido	20%	
pasta de soya	20%	
megalac*	10%	

COMPOSICION PROXIMAL	TAL COMO OFRECIDO	BASE SECA
Materia seca (%)	90.35	100
Humedad total (%)	9.65	0
Proteína cruda (%)	19.12	21.17
Fibra cruda (%)	18.61	20.60
Extracto etéreo (%)	5.91	6.55
E L N (%)	37.31	41.33
E. digestible (Mcal/kg)**		2.93
E. Metabolizable (Mcal/kg)**		2.40

* Aceite de palma saponificado con calcio.

** Datos calculados en base al análisis químico proximal determinado.

contenidos y posteriormente vaciados. El volumen de cada compartimento fue medido mediante llenado con agua.

Posteriormente se tomaron fragmentos de los compartimentos vacíos para ser examinados microscópicamente. Se colectaron muestras del saco ventral y dorsal del rumen, parte ventral del retículo, omaso, abomaso, intestino delgado (duodeno e íleon) e intestino grueso, todas las muestras se fijaron en formalina bufferada al 10%. Pequeños fragmentos de 0.5 mm de espesor de estas muestras fueron procesados según la rutina para su inclusión en parafina y la obtención de cortes de 6 μ de espesor se colorearon con hematoxilina y eosina. Las muestras así procesadas fueron evaluadas histológicamente, particularmente para establecer las características y modificaciones del epitelio paraqueratinizado de rumen y retículo y/o cualquier modificación histológica en alguna de ellas.

El resto de la muestra fijada y sin procesar, fue evaluada en el caso de los sacos ruminales y el retículo, en un microscopio estereoscópico (40x) con ocular micrométrico y reticulado, para establecer la altura de las papilas y los septos en el caso del retículo y el número de papilas por unidad de superficie en las muestras ruminales dorsal y ventral y en el retículo.

El análisis de la información se realizó mediante un diseño en bloques al azar con arreglo factorial de tratamientos para las

variables de consumo de alimento sólido (2 niveles de leche x 16 semanas) y ganancia de peso (2 niveles de leche x 4 meses), utilizando sexo como criterio de bloqueo. La evolución de los compartimentos gástricos (retículo, rumen, omaso-abomaso) se analizó de acuerdo a un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos (2 niveles de leche x 6 edades de sacrificio), las proporciones utilizadas en los análisis fueron transformadas (arcoseno) para lograr normalidad. El ajuste del crecimiento de los compartimentos gástricos al modelo de Gompertz se realizó mediante el procedimiento NLIN del mismo paquete estadístico. Los cambios en los compartimentos durante el crecimiento de los cabritos se analizaron en forma global por medio de componentes principales en el paquete estadístico SAS.

La restricción láctea condujo a disminuciones sustanciales en la utilización de leche por ambos grupos experimentales como fue señalado anteriormente. En el grupo de 70% el consumo de leche durante la recría se redujo en un 53% de lo consumido por el grupo de 100%.

5.1. CONSUMO DE ALIMENTO SOLIDO Y GANANCIA DE PESO.

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de la información de consumo de materia seca por animal (CMS), consumo de materia seca por unidad de peso vivo (CMSPV) y consumo de materia seca por unidad de peso metabólico (CMSPV^{0.75}). El análisis de la información obtenida para las tres variables indicó la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos experimentales, la edad en semanas de la cría y la interacción tratamiento*edad. El análisis de la interacción indicó que en las primeras semanas de vida de la cría no existieron diferencias en los diferentes tratamientos ($P > 0.10$), cubriendo un período de 10, 6 y 7 semanas para las variables CMS, CMSPV y CMSPV^{0.75}, respectivamente. En términos porcentuales el consumo, expresado en las diferentes formas señaladas en el Cuadro 2, del grupo de 70% de aporte lácteo fue mayor en 7.7, 5.1 y 4.0% en el primer mes, 13.8, 18.4 y 16.8% en el segundo mes, 31.3, 35.8 y 34.9% en el tercer mes, y 6.6, 11.2 y 10.1% en el cuarto mes para las variables CMS, CMSPV y CMSPV^{0.75},

respectivamente.

Por otra parte, dentro de los tratamientos de aporte lácteo establecidos se apreciaron incrementos significativos ($P < 0.05$) en las tres variables estudiadas al avanzar la edad de la cría. En el grupo de 100%, posteriormente al retiro del aporte de leche se apreció un incremento significativo ($P < 0.05$) en el consumo de alimento sólido, mientras que el incremento que se aprecia en el grupo de 70% no fue significativo ($P > 0.05$). En cambio, en este último grupo se presentó un descenso ($P < 0.10$) en la decimosexta semana del CMS y CMSPV^{0.75}. Probablemente esta reducción en el consumo de alimento sólido se debió a la presencia de coccidias en los animales experimentales que afectaron en forma más severa a este grupo, dado que el consumo de alimento sólido es la fuente de contaminación más probable para esta parasitosis en las condiciones del experimento.

Los resultados anteriores indican que los animales sometidos a restricción láctea no fueron capaces de compensar las deficiencias en el aporte energético por medio del aumento sustancial del consumo de alimento sólido hasta los momentos señalados en cada una de las formas de expresión utilizadas y concordaría con las formas de alimentación esquematizadas sugeridas por Potchoiba et al. (1990) y Sahlu et al. (1992) que utilizan leche ad libitum en las cuatro primeras semanas, restringiendo a partir de la quinta semana con aporte de alimento sólido.

CUADRO 2. Consumo semanal de materia seca total, por unidad de peso vivo y por unidad de peso metabólico en cabritos con y sin restricción de leche.

TRATAMIENTO	SEMANAS DE EDAD																ee*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Consumo de materia seca por animal (g/día)																	
100% leche	14	38	67	64	116	168	224	250	276	376	450	466	461	628	596	583	14.9
70% leche	25	45	43	65	102	187	252	295	335	444	613	643	608	703	621	437	19.3
Consumo de materia seca por unidad de peso vivo (g/día)																	
100% leche	3	7	12	9	15	17	21	21	20	26	28	28	26	34	31	29	0.76
70% leche	6	10	8	9	14	21	26	26	27	32	40	40	35	40	35	24	0.98
Consumo de materia seca por unidad de peso metabólico (g/día)																	
100% leche	5	10	18	14	25	30	37	39	39	50	56	56	53	70	65	61	1.60
70% leche	8	14	12	15	22	36	46	48	50	62	79	81	72	81	71	50	2.08

*ee. error estándar de la media.

Aparentemente, a partir de la sexta o séptima semana de edad el animal puede sustituir una parte de la deficiencia debida a la restricción con un aumento significativo ($P < 0.10$) en el consumo del concentrado ofrecido. En este momento, ambos grupos presentan un crecimiento acelerado del retículo-rumen que incrementa su capacidad de contener alimento, a niveles porcentualmente semejantes a los del animal adulto. Probablemente la respuesta del grupo restringido en consumo de alimento sólido sea debida a la deficiencia energética a la cual fue sometido más que a las diferencias en la capacidad del retículo-rumen entre ambos grupos. Sahlu et al. (1992) reportan el efecto de la edad del animal sobre el incremento en el consumo de alimento sólido en la raza Angora, mientras Potchoiba et al. (1990) encontraron efectos similares en la raza Alpina.

En el Cuadro 3 se presenta la información de ganancia de peso de ambos grupos experimentales. Los promedios de ganancia de peso fueron de 143 y 128 g/día para los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. El análisis de varianza indicó la inexistencia de diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, mientras se presentaron diferencias ($P < 0.05$) para los meses estudiados y la interacción tratamiento*mes. El análisis de la interacción indicó que no existieron diferencias en las ganancias de peso en el primer y tercer mes de vida, mientras que el grupo de 100% fue superior ($P < 0.05$) en el segundo mes de vida, el grupo de 70% presentó mayores ganancias en el cuarto mes. La inexistencia de diferencia entre tratamientos en el primer mes de vida coincide con los resultados de Ruvuna et

CUADRO 3. Ganancia de peso mensual y promedio en cabritos alimentados con y sin restricción de leche.

TRATAMIENTO	MESES				PROMEDIO	ee*
	1	2	3	4		
100% Leche	118 ^b	187 ^a	163 ^a	79 ^c	143	8.6
70% Leche	108 ^b	153 ^a	141 ^a	110 ^b	128	6.5
	ns	.03	ns	.09		

*ee error estándar de la media.

al. (1988) que encontraron que el método de crianza no afectó el crecimiento de los cabritos durante las primeras etapas de vida. Sin embargo, en este experimento la falta de diferencias pueden atribuirse a la presencia de fuertes descamaciones epiteliales en intestino delgado que probablemente sean de origen viral, presumiblemente por rotavirus, que afectaron a ambos grupos y posiblemente explican las bajas ganancias de peso de los cabritos en esta etapa. En ambos grupos experimentales las ganancias logradas en el segundo y tercer mes fueron superiores a las del primer mes de vida, mientras que la caída en las ganancias observadas durante el cuarto mes se asocian a la presencia de coccidias y no difirieron de las obtenidas en el primer mes. La atrofia y descamación vellositaria atribuible al efecto viral y la presencia de coccidias pudo demostrarse en el estudio histológico del intestino y en el caso de coccidias, además, por la existencia de cuentas elevadas de ooquistes en la materia fecal.

Las ganancias obtenidas en este trabajo son levemente superiores a las logradas por Potchoiba et al. (1990) con dos grupos de cabritos Alpinos alimentados con leche ad libitum (107 g/día) o sometidos a un programa de destete con consumo ad libitum durante las primeras 4 semanas de vida, reducción en la quinta y sexta semana a un 50%, en la séptima y octava a 25%, eliminando la leche durante la novena semana. A partir de la quinta semana este último grupo recibía una dieta concentrada de 3.0 Mcal EM/kg MS y 15.8% de proteína cruda, y las ganancias observadas fueron de

120 g/día hasta las veinte semanas de edad. Asimismo, las ganancias de peso obtenidas en este trabajo son superiores a las logradas por Arora et al. (1982) trabajando con cabritos cruza alimentados con leche ad libitum durante 100 días. Morand-Fehr (1981) utilizando 170 cabritos de la raza Alpina obtuvo ganancias de 170 g/día en las 12 primeras semanas de vida, disminuyendo posteriormente a 75 g/día hasta las 30 semanas. Estos resultados muestran claramente diferencias en las etapas de crecimiento consideradas que probablemente no sean causa exclusiva de la alimentación, y si las diferencias anotadas pueden atribuirse a patologías del tracto digestivo como las observadas en este trabajo, especialmente las de origen parasitario como coccidias, que tienen efectos notables sobre el crecimiento del animal (Tacher et al., datos no publicados) y que raramente son consideradas o evaluadas en este tipo de trabajos.

Buntinx et al. (1990) trabajando con tres sistemas de recría hasta los 60 días, amamantamiento natural, amamantamiento restringido y cría artificial, en cabritos encastados con la raza Nubia, encontraron ganancias diarias de 236, 198 y 222 g/día, respectivamente. Fernández et al. (1992), en un trabajo asociado al anterior, evaluando el efecto del número de tomas diarias en amamantamiento artificial encontraron ganancias de 199, 216 y 287 g/día para 2, 4 y 6 tomas de leche distribuidas en las 24 horas, respectivamente.

En el Cuadro 4 se presentan las correlaciones encontradas entre el peso de los cabritos, el consumo de leche y el consumo de alimento sólido. Como se aprecia, la importancia de la leche hasta el tercer mes es notoria en el grupo de 100% y el alimento sólido participa en menor medida a partir del segundo mes de vida. En cambio, en el tratamiento de 70% de leche, el consumo de alimento sólido comienza a ser importante en el primer mes de edad de la cría, mientras que la leche tiene relación con el peso solamente hasta el segundo mes de edad. Estos resultados coinciden con las relaciones encontradas por Torres y Hohenboken (1980) que trabajando en sistemas naturales de cría con ovinos encontraron que los coeficientes de regresión de ganancia de peso con producción láctea de la madre fueron elevados y significativos al inicio de la lactancia y descendieron al progresar el período de lactación.

5.2. EVOLUCION DE LOS COMPARTIMENTOS GASTRICOS.

5.2.1. EVOLUCION DEL RETICULO-RUMEN.

CUADRO 4. Correlaciones entre el peso del cabrito, consumo de leche y alimento sólido durante los primeros 3 meses para los tratamientos experimentales.

VARIABLE	MESES DE EDAD		
	1	2	3
	100% de leche		
Consumo de materia seca	.16 (ns)	.50 (.0001)	.53 (.0001)
Consumo de leche	.39 (.0001)	.76 (.0001)	.49 (.0006)
	70% de leche		
Consumo de materia seca	.61 (.0001)	.79 (.0001)	.90 (.0001)
Consumo de leche	.86 (.0001)	.29 (.03)	-.003 (ns)

Entre paréntesis se expresa la probabilidad de la correlación

En los Cuadros 5, 6 y 7 se presenta la información de peso vacío del retículo, la relación del peso reticular y el peso al momento del sacrificio y la participación porcentual de este compartimento en el total gástrico para cada uno de los tratamientos utilizados y la edad al sacrificio de los cabritos. El análisis de varianza indicó la existencia de diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, altamente significativas ($P < 0.01$) entre edades de la cría y no significativas ($P > 0.05$) para la interacción tratamiento*edad. El peso promedio del retículo vacío fue de 38.3 y 32.6 g para los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente, existiendo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las medias. En relación a la edad del cabrito el retículo vacío presentó promedios de 6.0, 8.3, 13.8, 40, 70, y 75 g para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas de edad, respectivamente, aumentando en forma altamente significativa al avanzar el período de estudio. La evolución del retículo, en forma similar a lo que ocurre con el rumen, es mínima entre las 0 y 4 semanas de vida de la cría y posteriormente muestra un crecimiento acelerado entre la cuarta y octava semana, para estabilizarse en las siguientes semanas.

El análisis de la información del peso del retículo en relación al peso corporal indicó la existencia de diferencias significativas ($P < 0.05$) entre edades de la crías y la interacción tratamiento*edad, siendo no significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Los promedios de peso relativo para los tratamientos en estudio fueron similares con valores de 0.31 y

CUADRO 5. Peso promedio de los compartimentos del tracto digestivo entre el nacimiento y las 16 semanas de edad.

Tratamiento	Edad en semanas						ee*
	0	2	4	8	12	16	
Peso del rumen (g)							
100 %	10	12	47	160	280	375	42.81
70 %	14	16	32	140	270	345	41.72
Peso del retículo (g)							
100 %	6.5	10.0	18.5	40.0	75.0	80.0	8.98
70 %	5.0	6.5	9.2	40.0	65.0	70.0	8.74
Peso del omaso-abomaso (g)							
100 %	23.5	49.5	50.4	90.0	135.0	180.0	16.69
70 %	25.0	43.5	38.3	83.0	120.0	155.0	14.98

ee* error estandar de la media.

0.28% para los grupos de 100 y 70%, respectivamente. El análisis de la interacción indicó que en los muestreos del primer mes (0, 2 y 4 semanas de edad) los animales del grupo de 100% presentaron mayor tamaño relativo del retículo ($P < 0.10$) respecto a los de 70%, mientras que en los muestreos subsiguientes no existieron diferencias ($P > 0.10$). Por otra parte, al avanzar la edad de la cría se produjo un incremento altamente significativo ($P < 0.01$) en el peso relativo del retículo.

El análisis de la información de la participación porcentual del retículo en el total gástrico, indicó la existencia de diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos mientras no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre edades al sacrificio y en la interacción tratamiento*edad. La contribución del retículo al peso gástrico fue de 14.6 y 12.4% para los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente.

En los Cuadros 5, 6 y 7 se presentan los resultados correspondientes a las mediciones realizadas de peso del rumen, peso ruminal como porcentaje del peso corporal al sacrificio y porcentaje del rumen en la totalidad de los compartimentos gástricos. El análisis de varianza para la información de peso del rumen indicó la inexistencia de diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos y para la interacción tratamiento*edad, mientras fueron altamente significativas ($P < 0.01$) para edad del cabrito. Las medias para tratamientos

fueron de 147.5 y 136.2 g para los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. Las medias del peso del rumen al avanzar la edad del cabrito fueron de 11.3, 14.0, 40.2, 150, 275 y 360 g para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas de vida, respectivamente. Durante el primer mes los cambios en el peso ruminal con la edad del cabrito no fueron significativos ($P>0.05$), pero posteriormente muestra un crecimiento acelerado y altamente significativo ($P<0.01$).

La información correspondiente al peso del rumen en relación al peso corporal al sacrificio, indicó la inexistencia de diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos y la interacción tratamiento*edad, mientras existieron diferencias altamente significativas ($P<0.01$) en las edades al sacrificio. Las medias para tratamientos fueron de 0.97 y 1.11% para las dietas de 100 y 70% de leche, respectivamente. En relación a la edad de cabrito al sacrificio las medias fueron de 0.52, 0.35, 0.60, 1.39, 1.60 y 1.61%, existiendo un incremento altamente significativo ($P<0.01$) entre la cuarta y octava semana de edad, para estabilizarse al final del período de estudio.

En relación a la contribución porcentual del rumen en el total de los compartimentos gástricos del cabrito no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos ni en la interacción tratamiento*edad, en cambio fue altamente significativa ($P<0.01$) por la edad al sacrificio del cabrito. Las

CUADRO 6. Peso relativo promedio de los compartimentos del tracto digestivo entre el nacimiento y las 16 semanas de edad.

Tratamiento	Edad en semanas						ee**
	0	2	4	8	12	16	
Peso relativo del rumen (% PV)							
100 %	0.52	0.27	0.65	1.31	1.43	1.62	0.16
70 %	0.52	0.44	0.55	1.47	1.77	1.60	0.18
Peso relativo del retículo (% PV)							
100 %	0.34	0.22	0.25	0.34	0.38	0.34	0.02
70 %	0.18	0.18	0.16	0.41	0.43	0.32	0.04
Peso relativo del omaso-abomaso (% PV)							
100 %	1.18	1.11	0.74	0.75	0.69	0.77	0.06
70 %	0.92	1.18	0.66	0.87	0.78	0.72	0.07

ee* error estandar de la media.

medias de tratamiento fueron de 42.0 y 45.0% para los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. La evolución del rumen en el total de los compartimentos con la edad del animal mostró medias de 27.4, 20.3, 40.3, 54.0, 58.2, y 59.7% para las 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas. A partir de la segunda semana se inicio un incremento de la participación del rumen que se estabiliza a partir de la octava semana de vida.

5.2.2. EVOLUCION DEL OMASO-ABOMASO.

En los Cuadros 5, 6 y 7 se presenta la información de peso vacío promedio de omaso-abomaso, la relación de estos compartimentos con el peso corporal y la participación que realiza al total de las estructuras gástricas para los dos grupos experimentales al avanzar la edad de los cabritos al momento del sacrificio. El análisis de varianza indicó la inexistencias de diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos y la interacción tratamiento*edad, mientras fueron altamente significativas ($P < 0.01$) las diferencias al avanzar la edad al sacrificio, para las variables peso del omaso-abomaso vacío, peso relativo del omaso-abomaso y participación de estos compartimentos en el total gástrico.

Los promedios del peso vacío de omaso-abomaso fueron de 88.7 y 77.5 g para los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo

CUADRO 7. Porcentaje de los compartimentos del tracto digestivo entre el nacimiento y las 16 semanas de edad.

Tratamiento	Edad en semanas						ee*
	0	2	4	8	12	16	
Aporte porcentual del rumen (% del estómago)							
100 %	25.2	16.7	39.6	54.7	57.1	59.0	5.0
70 %	31.8	23.9	41.0	53.3	59.4	60.4	4.5
Aporte porcentual del retículo (% del estómago)							
100 %	16.4	14.0	15.3	13.9	15.3	12.8	0.55
70 %	11.4	10.0	11.4	15.0	14.4	12.3	0.72
Aporte porcentual del omaso abomaso (% del estómago)							
100 %	58.5	69.3	45.1	31.4	27.6	28.2	4.9
70 %	56.8	66.1	47.4	31.7	26.2	27.3	5.0

ee* error estandar de la media.

respectivamente. Al avanzar la edad al sacrificio los promedios fueron de 24.2, 46.5, 46.3, 86.5, 127.5, 167.5 g para las semanas 0, 2, 4, 8, 12 y 16, respectivamente. Entre el nacimiento y la cuarta semana de edad los incrementos en tamaño de omaso-abomaso no fueron importantes ($P > 0.10$), aumentando en forma significativa ($P < 0.10$) entre la cuarta y octava semana, lo cual se mantiene hasta el cuarto mes de vida.

La relación omaso-abomaso con el peso corporal fue de 0.87 y 0.86% para los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. Los promedios con el avance de la edad al sacrificio fueron de 1.05, 1.14, 0.70, 0.81, 0.74 y 0.75 para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente. El descenso en la importancia relativa del omaso-abomaso al avanzar la edad del cabrito se asocia a los cambios ocurridos a nivel del tracto digestivo anterior cuya tasa de crecimiento fue superior a la de estos compartimentos y desde el punto de vista fisiológico marca el cambio desde la etapa monogástrica dependiente del aporte lácteo a la fase de rumiante. Estos cambios coinciden en forma general con lo descrito por Warner y Flatt (1965) para bovinos y ovinos.

La contribución del omaso-abomaso al total gástrico fue de 43.3 y 42.6% en los grupos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. El promedio porcentual al avanzar la edad del cabrito fue de 57.6, 67.7, 46.3, 31.5, 26.9 y 27.8% para 0, 2,

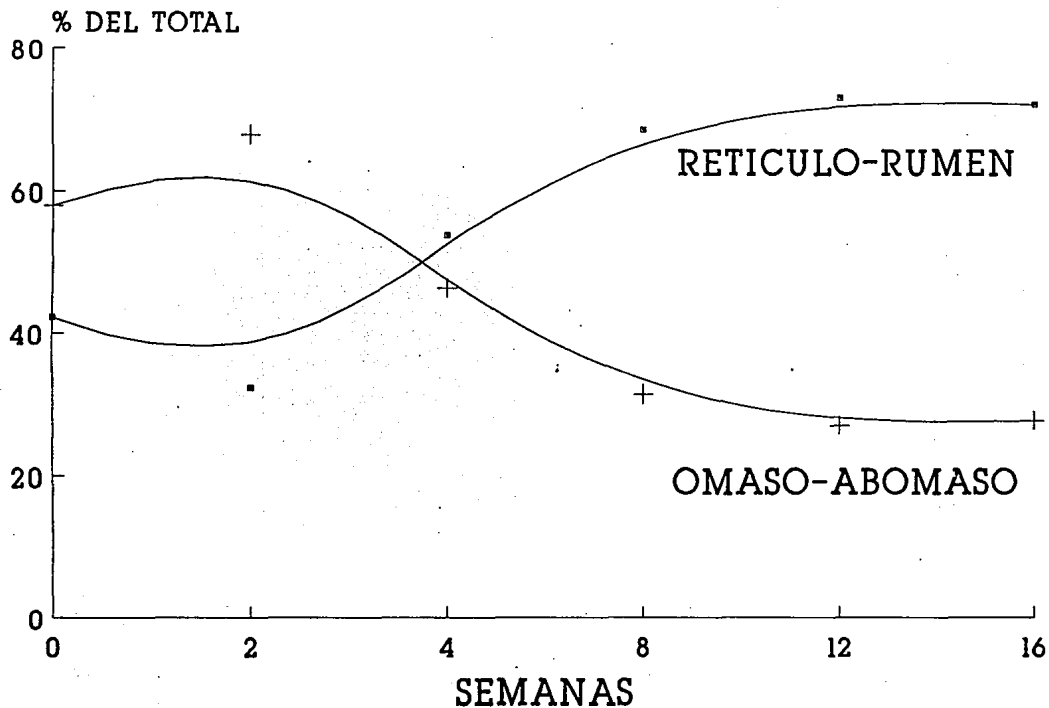
4, 8, 12 y 16 semanas de vida, respectivamente.

5.3. CAMBIOS EN EL APOORTE PORCENTUAL DEL RETICULO-RUMEN Y OMASO-ABOMASO AL TOTAL GASTRICO.

En la Figura 2 se presentan los cambios en la relación entre estos dos grupos de compartimentos al avanzar la edad del cabrito al momento del sacrificio. En forma general los cambios en la relación entre estos dos grupos de compartimentos es similar a la presentada por Wardrop y Coombe (1960) citados por Phillipson (1970) y Lyford (1988) para ovinos. Este comportamiento es básicamente es explicado por las mayores tasas relativas de crecimiento de los compartimentos anteriores respecto a omaso-abomaso. Es de señalar que probablemente las tasas de crecimientos del abomaso sean más altas que la del retículo-rumen entre las 0 y 2 semanas de edad puesto que existe un incremento en el porcentaje correspondiente al omaso-abomaso mientras que disminuye porcentualmente el retículo-rumen.

Como se aprecia en la Figura 2, los compartimentos posteriores comienzan a disminuir sustancialmente a partir de la cuarta semana de vida del cabrito, lo cual es consecuencia del aumento acelerado de los compartimentos anteriores. Esto coincide con lo expresado por Wardrop y Coombe (1960) citados por Phillipson y Lyford (1988) para este período en ovinos, a pesar de las diferencias reportadas en el peso y volumen de omaso entre ovinos

FIGURA 2. CAMBIOS EN EL PORCENTAJE DE LOS COMPARTIMENTOS GASTRICOS EN CABRITOS

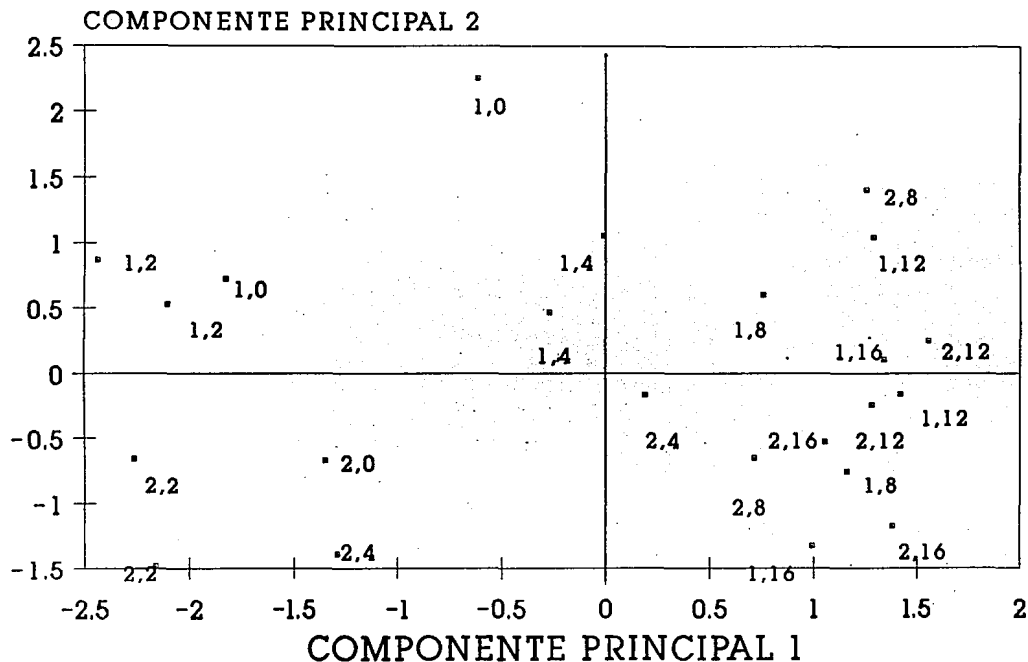


y cabras adultas (Chandrasekar et al., 1993). Estos cambios han sido ampliamente reportados en bovinos y ovinos, aunque existen relativamente pocos reportes en caprinos (Church et al., 1962, Warner y Flatt, 1965, Lyford, 1988, Molinari et al., 1993).

En términos generales es esperable que el tamaño del retículo-rumen y su volumen aumenten con el consumo de alimentos fibrosos y se retrasan en animales alimentados en forma exclusiva con leche (Banks, 1986). En terneros, INRA (1981) reporta el menor desarrollo de los preestomagos en el período en que los animales reciben alimentos líquidos (leche materna o artificial) cuyo tránsito es directo a abomaso a través de la gotera esofágica. La presencia de alimentos sólidos (forrajes o concentrados) no desencadenan el reflejo de cierre de la gotera esofágica, permitiendo su entrada al retículo-rumen y el inicio de las actividades propias de este compartimento.

El análisis de componentes principales se presenta en forma gráfica en la Figura 3 y sus valores se indican en forma adjunta. Observando los valores correspondientes al componente principal 1, se evidencia la separación entre las etapas de predominancia de omaso-abomaso (valores negativos) y retículo-rumen (valores positivos). El componente principal 2 presenta coeficiente negativo (-0.232590) para el PRRUM y es positivo para PRRET y PROA (0.968747 y .0862, respectivamente). Dado el bajo valor del coeficiente PROA este componente puede ser interpretado como la relación entre retículo y rumen en su desarrollo y como se

FIGURA 3. PRESENTACION GRAFICA DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES ESTUDIADOS.



aprecia en el gráfico marca una separación entre los tratamientos utilizados. Este último componente indicaría que el peso relativo del retículo tiende a ser mayor en el grupo de 100% de aporte lácteo en relación a los animales que reciben 70%. Los vectores que definen a los componentes principales de este análisis son los que se presentan a continuación:

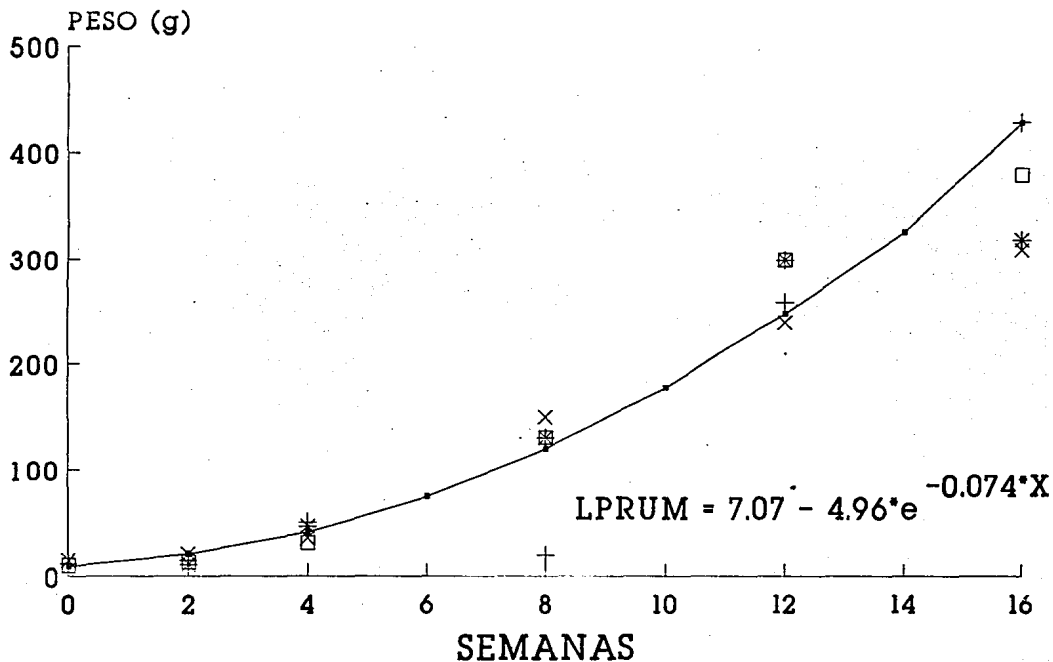
	Componente Principal 1	Componente Principal 2
PRRUM	.680944	-.232590
PRRET	.225488	.968747
PROA	-.696757	.086200

donde: PRRUM=peso relativo del rumen, PRRET=peso relativo del retículo y PROA=peso relativo del omaso-abomaso.

5.4. AJUSTE DEL CRECIMIENTO DE LOS COMPARTIMENTOS DE ACUERDO AL MODELO PROPUESTO POR GOMPERTZ.

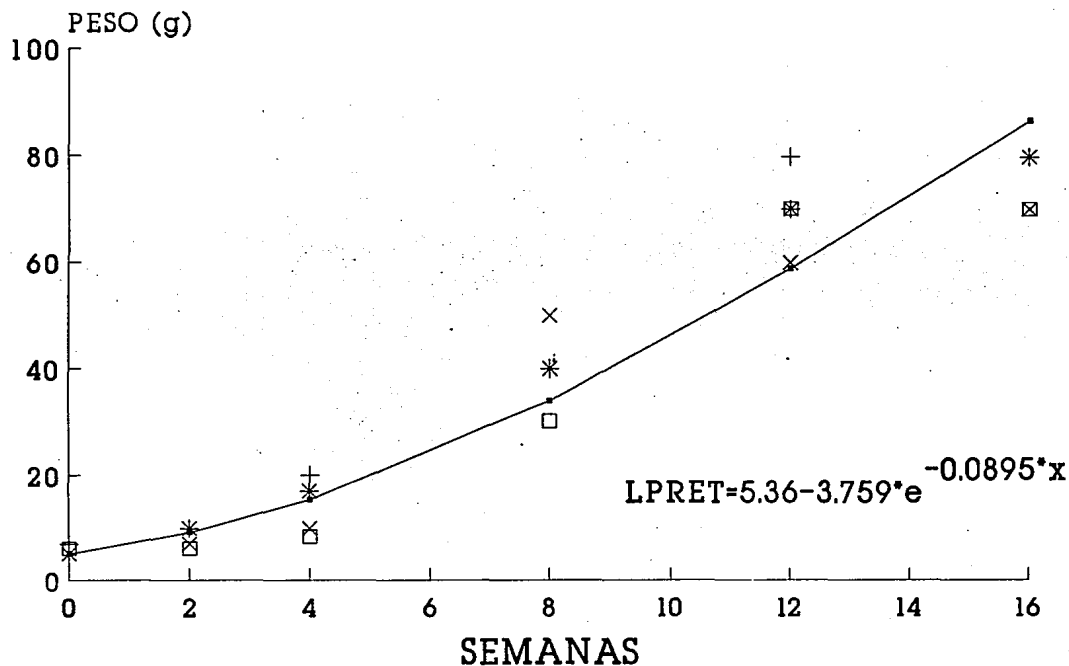
Las Figuras 4, 5 y 6 presentan los modelos de crecimiento ajustados para crecimiento del rumen, retículo y omaso-abomaso, respectivamente, de acuerdo a la ecuación propuesta por Gompertz. Los ajustes logrados permiten explicar adecuadamente el

FIGURA 4. Evolución del peso del rumen desde el nacimiento a las 16 semanas.



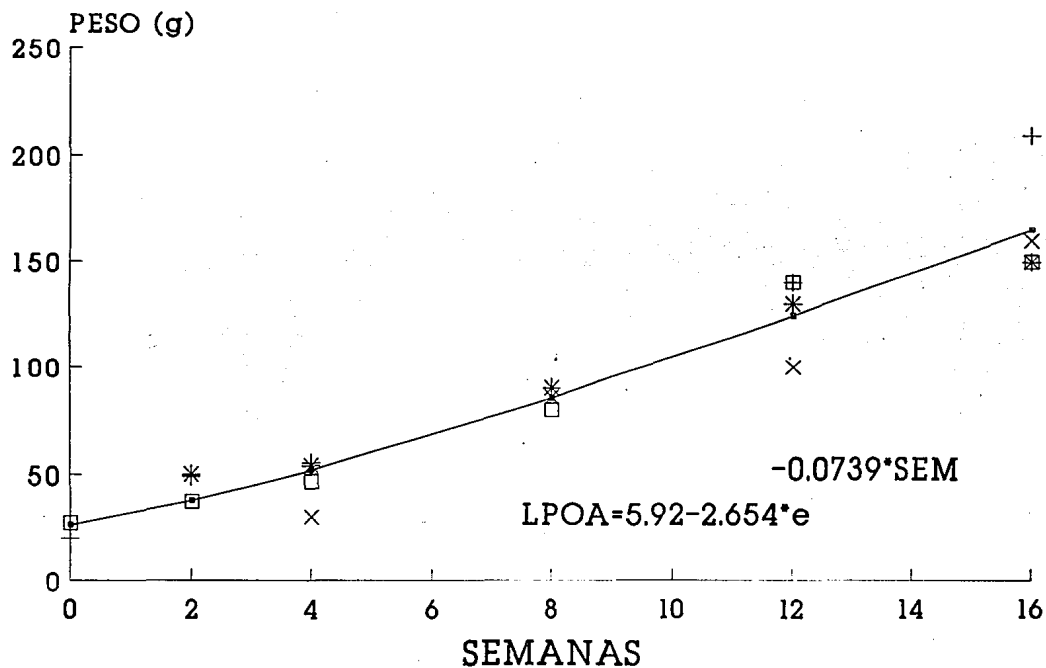
Datos calculados como el antilogaritmo de LPRUM.

FIGURA 5. Evolución del peso del retículo desde el nacimiento a las 16 semanas.



Datos calculados como el antilogaritmo de LPRET.

FIGURA 6. Evolución del omaso-abomaso desde el nacimiento a las 16 semanas.



Datos calculados como el antilogaritmo de LPOA.

crecimiento de cada uno de los compartimentos estudiados. Es de notar en los ajustes de retículo y rumen que los valores reales se encuentran por debajo de la predicción de la ecuación mientras que en la semana 8 y 12 son subestimados por la misma. Estos coinciden con los efectos observados anteriormente en el consumo y crecimiento de los animales, y se atribuye a la infestación por coccidias parecen haber afectado durante el tercer y cuarto mes del trabajo.

5.5. CAMBIOS EN LA MUCOSA DEL RETICULO-RUMEN.

5.5.1. Mucosa reticular.

En el Cuadro 8 se presenta un resumen de la información correspondiente a las mediciones realizadas en el epitelio reticular. El análisis de varianza para la información de la altura de septos indicó la existencia de diferencias entre tratamientos ($P < 0.06$) y edades al sacrificio ($P < 0.01$), no existiendo diferencias ($P > 0.10$) en la interacción tratamiento*edad. La altura de septos fue de 1.70 y 1.92 mm para 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. Al avanzar la edad las medias fueron de 0.76, 0.88, 1.23, 2.55, 2.62 y 2.82 mm para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente. Las comparaciones de medias indican que a partir de la cuarta semana se presentó un incremento importante en el tamaño que se mantiene hasta la octava y posteriormente los incrementos no fueron significativos

CUADRO 8. Características del epitelio reticular en cabritos alimentados con dos niveles de aporte lácteo desde el nacimiento a las 16 semanas de edad.

	Tratamiento		Edad al sacrificio (semanas)							ee*
	100%	70%	0	2	4	8	12	16		
Altura de septos (mm)	1.70	1.92	0.76	0.88	1.23	2.55	2.62	2.82	0.19	
Largo de papilas (mm)	0.56	0.47	0.16	0.28	0.39	0.52	0.82	0.93	0.06	
Número de papilas (x10mm)	45.9	45.7	84.0	60.0	46.0	33.0	30.0	21.0	4.84	
Número de células del estrato espinoso	4.4	5.0	8.5	3.6	4.1	4.0	4.2	3.8	0.39	
Número de células de paraqueratina	3.0	2.7	1.0	2.4	2.7	3.0	3.5	4.6	0.28	

*ee. error estándar de la media.

($P > 0.10$).

El análisis para el largo de papilas indicó la inexistencia de diferencias ($P > 0.10$) entre tratamientos y la interacción tratamiento*edad, en cambio fueron altamente significativas ($P < 0.01$) las diferencias entre edades al sacrificio. Las medias para tratamiento fueron de 0.56 y 0.47 mm para 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. Al avanzar la edad se encontraron medias de 0.16, 0.28, 0.39, 0.52, 0.82 y 0.93 mm para las 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente. El incremento importante se presentó entre la cuarta y octava semana estabilizándose entre las 12 y 16 semanas. La inexistencia de diferencias entre tratamientos coincide con los resultados encontrados por Klein et al. (1987) en bovinos sometidos a diferentes sistemas de destete con alimento sólido e indirectamente de la existencia en ambos tratamientos de los productos finales de la fermentación para promover este crecimiento (Hamada et al., 1976).

El número de papilas en el retículo presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre edades al sacrificio, mientras no se encontraron diferencias ($P > 0.10$) entre tratamientos y la interacción tratamiento*edad. Las medias del número de papilas fueron de 45.9 y 45.7/10 mm² para los tratamientos de 100 y 70% de aporte lácteo. Al avanzar la edad se encontró una reducción del número de papilas por unidad de

superficie con medias de 84.5, 59.8, 46.2, 33.0, 30.0 y 21.4 para las semanas 0, 2, 4, 8, 12 y 16, respectivamente. La disminución del número de papilas es consecuencia del aumento en tamaño de las papilas individuales y el crecimiento del órgano como ha sido reportado en bovinos (Tamate et al., 1962, Arias et al., 1980).

En el epitelio el número de células del estrato espinoso presentó diferencias entre edades al sacrificio ($P < 0.01$), mientras que no existieron diferencias ($P > 0.10$) para tratamientos y la interacción tratamiento*edad. Las medias fueron de 4.38 y 5.04 células para los tratamientos de 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. Al avanzar la edad se encuentra un descenso significativo entre el nacimiento y la segunda semana, pero posteriormente se mantienen constantes. Las medias fueron de 8.50, 3.62, 4.12, 4.00, 4.20 y 3.80 para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente. Los cambios encontrados con el avance de la edad del cabrito en el número de células del estrato espinoso coinciden con lo reportado por Arias et al. (1980) en bovinos y Taluja et al. (1987) en búfalos.

Al avanzar la edad al sacrificio se encontró un incremento altamente significativo ($P < 0.01$) en el número de células de paraqueratina que se prolongó hasta la semana 16. Las medias fueron de 1.0, 2.4, 2.8, 3.0, 3.5 y 4.6 para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente. Las medias de tratamiento fueron de 3.04 y 2.70 para los tratamientos de 100 y 70% de aporte lácteo,

respectivamente, no existiendo diferencias ($P>0.10$) entre los mismos. No se detectaron diferencias para las interacciones tratamiento*edad.

5.5.2. Mucosa ruminal.

En el Cuadro 9 se resume la información correspondiente a las mediciones realizadas en la mucosa ruminal.

El análisis del tamaño de papilas no indicó diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, localizaciones y las interacciones dobles del modelo. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P<0.01$) entre edades al sacrificio. Las medias para tratamientos fueron de 1.09 y 0.99 mm para 100 y 70% de aporte lácteo. La localización ventral presentó una media de 1.08 y la dorsal de 0.99 mm. Al avanzar la edad al sacrificio las medias fueron de 0.14, 0.28, 0.41, 1.20, 2.08 y 2.09 mm a las 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas.

El número de papilas en 100 mm² presentó diferencias para localizaciones ($P<0.06$), edad ($P<0.01$) y la interacción localización*edad, mientras no se encontraron diferencias entre tratamientos y las interacciones tratamiento*edad y tratamiento*localización. La media de número de papilas fue de 35.1 y 35.8 para 100 y 70% de aporte lácteo, respectivamente. Las

CUADRO 9. Efecto del aporte lácteo, localización del epitelio y edad del cabrito en las características de la mucosa ruminal.

	Tratamiento		Localización		Edad al sacrificio (semanas)						ee*
	100%	70%	Ventral	dorsal	0	2	4	8	12	16	
Espesor del epitelio (μ)	55.4	61.2	59.8	56.8	31.5 ^a	45.0 ^b	60.8 ^c	75.6 ^c	65.6 ^c	71.2 ^c	4.6
Numero de celulas epiteliales.	3.75	4.04	4.12	3.67	4.38	3.50	3.50	3.75	4.12	4.12	.30
Número de células de paraqueratina.	3.16	3.52	3.64	3.04	1.25 ^d	3.12	3.68	3.69	4.19	4.13	.26
Espesor de paraqueratina (μ)	13.9	14.2	13.8	14.4	1.50	9.88	12.9	18.8	21.5	19.9	1.95
Número de papilas	35.1	34.8	37.3	32.6	77.8	56.4	40.6	19.8	7.9	7.2	2.96
Tamaño de papilas (mm)	1.09	0.99	1.08	0.99	0.15	0.28	0.41	1.20	2.08	2.09	.11
Espesor de conjuntivo (mm)	2.63	2.52	2.39	2.77	44	205	278	315	319	386	40.9

*ee. error estándar de la media.

medias para localización fueron de 37.3 y 32.6 para las localizaciones ventral y dorsal, respectivamente. Al avanzar la edad el número de papilas fue de 77.8, 56.4; 40.6, 19.8, 7.9 y 7.3 para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente. El análisis de la interacción indica que desde el nacimiento hasta la cuarta semana las áreas dorsales presentan menor número de papilas pero con el crecimiento del animal las diferencias desaparecen. Klein et al. (1987) trabajando con becerros con restricción láctea no encontraron diferencias en el tamaño y número de papilas por unidad de superficie, probablemente porque en ambos casos los animales disponían de alimento sólido desde temprana edad. En este trabajo el crecimiento en el tamaño de papilas es similar en términos porcentuales al encontrado con cabritos, mientras que en becerros la reducción en el número de papilas por unidad de superficie parecen ser más pronunciados que los encontrados en caprinos (Cuadro 10). Los efectos encontrados en localización son similares a los encontrados en becerros por Klein et al. (1987).

El número de células de estrato espinoso no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, edades y las interacciones tratamiento*edad y tratamiento*localización, mientras que las localizaciones ventrales tendieron a presentar un mayor número de células ($P < 0.07$) que las dorsales y existió interacción ($P < 0.08$) entre localización*edad. El análisis de esta interacción indica que el número de células de estrato espinoso fue menor ($P < 0.05$) hasta la cuarta semana para no diferir entre las 8 y 16 semanas de edad. El promedio de células en la

CUADRO 10. Comparación del número y tamaño de papilas en bovinos y cabritos.

	Cabritos experimentales		Becerras (Klein, 1987)	
	3 semana	6 semana	3 semana	6 semana
Nº de papilas por cm ²	480	300	728	226
Tamaño de papilas (mm)	0.3	0.8	0.5	1.5

localización ventral fue de 4.12 mientras que en la dorsal fue de 3.67.

El análisis del número de células de paraqueratina indicó la inexistencia de diferencias significativas ($P>0.10$) y las interacciones tratamiento*edad y tratamiento*localización, mientras existieron diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para localizaciones, edad y la interacción localización*edad. Las medias de tratamiento fueron de 3.16 y 3.52 células para 100 y 70% de aporte lácteo. La localización ventral presentó una media mayor que la dorsal con medias de 3.65 y 3.04 células, respectivamente. Al avanzar la edad las medias fueron de 1.25, 3.12, 3.69, 3.69, 4.19 y 4.12 para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente. El análisis de la interacción indica que las diferencias entre tratamientos se establecen a partir de la segunda semana y se mantienen hasta la octava semanas, desapareciendo en las 12 y 16 semanas de edad. Los resultados indicarían un incremento normal en ambos tratamientos del número de células de paraqueratina por el acceso al alimento sólido. Los efectos del alimento sólido y la forma de aporte del mismo sobre la células de paraqueratina han sido reportados por Fix et al. (1981) y Dokov (1980).

El análisis correspondiente al espesor de paraqueratina indicó la inexistencia de diferencias significativas ($P>0.10$) entre tratamientos, localizaciones y las interacciones tratamiento*edad, tratamiento* localización y localización*edad. Sin embargo, se encontró un efecto altamente significativo

($P < 0.01$) al avanzar la edad al sacrificio del cabrito. El espesor promedio para tratamientos fue de 13.9 y 14.2 μ para 100 y 70% de aporte lácteo. La localización ventral presentó un promedio de 13.8 μ mientras que la dorsal de 14.4 μ . Al avanzar la edad las medias fueron de 1.5, 9.9, 12.9, 18.8, 21.5 y 19.9 μ para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas.

El análisis de varianza para el espesor del epitelio ruminal indicó la inexistencia de diferencias significativas ($P > 0.05$) para los tratamientos, localización de los cortes y las interacciones dobles tratamiento*semana, tratamiento*localización y localización*semana. En cambio se encontraron aumentos altamente significativos ($P < 0.01$) al avanzar la edad al sacrificio del cabrito. Las medias de tratamiento fueron de 55.4 y 61.2 μ para 100 y 70% de aporte lácteo. El espesor promedio del epitelio en su localización ventral fue de 59.8 μ , mientras en la dorsal presentó un promedio de 56.8 μ . Al avanzar la edad del cabrito el espesor epitelial incrementó con promedios de 31.5, 45.0, 60.8, 75.6, 65.7 y 71.2 μ para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas, respectivamente.

El análisis del espesor del conjuntivo detectó la inexistencia de diferencias ($P > 0.10$) entre tratamientos, localizaciones y las interacciones dobles estudiadas. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre edades del cabrito. El promedio de espesor de conjuntivo fue de 263 y 252 μ para 100 y 70% de aporte lácteo. La localización ventral presentó una media

de 239 μ mientras que la dorsal 277 μ . Al avanzar la edad las medias fueron de 44, 205, 278, 315, 319 y 386 μ para 0, 2, 4, 8, 12 y 16 semanas de edad.

Los resultados anteriores correspondientes a las características de la mucosa de retículo-rumen contrastan con los experimentos reportados en los trabajos clásicos de comparación de desarrollo en animales con leche sola y leche con alimento sólido que básicamente enfrentan el efecto de la edad per se y el aporte de alimento sólido en el desarrollo (Warner y Flatt, 1965; Church, 1974; Banks, 1986) . La edad per se , sin consumo de alimento sólido, tiene escaso efecto en el desarrollo de la mucosa ruminal y las diferencias son amplias con animales que se desarrollan en presencia de alimento sólido. En el presente trabajo los tratamientos disponían de suficiente alimento sólido para un desarrollo normal del retículo-rumen, en forma similar a lo reportado por Klein et al. (1987) en bovinos.

6. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir que la restricción láctea impuesta a los cabritos desde el momento del nacimiento puede ser parcialmente compensada por alimento sólido a partir de la sexta semana de vida cuando se aprecian cambios sustanciales en los animales restringidos. En este sentido en el planteamiento de organizar un plan de cría se sugiere que las restricciones sean planteadas a partir de la cuarta o quinta semana de edad en forma gradual hasta el momento de eliminar la leche. Esto coincide con las forma de alimentación sugeridas por Potchoiba et al. (1990) y Sahlu et al. (1992) que manejan la restricción a partir de la cuarta semana de edad del cabrito.

Los animales sometidos a restricción presentaron correlaciones menores entre el peso y el consumo de leche a partir del segundo mes de vida, indicando que la restricción conduce a incrementar la importancia del alimento sólido a partir del segundo mes de vida.

El peso de los compartimentos gástricos presentan una estrecha relación con el peso al sacrificio. Es de destacar que la restricción láctea y la consecuente ingestión de sólidos no determinó modificaciones destacables en el retículo-rumen, tamaño porcentual de compartimentos, tamaño y número de papilas o espesor del epitelio. Esto indicaría la importante presencia de los productos finales de la fermentación y el alimento sólido más

que las cantidades del mismo en el retículo-rumen. Por otra parte, desde el punto de vista productivo puede permitir intentar mayores restricciones lácteas a partir de la sexta semana que afecten positivamente los resultados económicos.

Los cambios encontrados en el tamaño y número de papilas en este trabajo son proporcionalmente similares a los reportados para ovinos, sin embargo parecen diferentes a los cambios reportados por Klein et al. (1987) en bovinos.

El incremento del consumo de alimento sólido coincide en ambos grupos con un incremento notorio en la tasa de crecimiento del retículo-rumen. Sin embargo, el crecimiento relativo parece ser mayor en el retículo para los animales del grupo de 100% de leche comparado con los del grupo de 70%.

Por último es importante resaltar que durante el estudio se detectó la presencia de lesiones de tracto digestivo ocasionadas por virus en las etapas iniciales de crecimiento y la presencia de coccidias en el cuarto mes de edad. Los efectos de esta última fueron un descenso importante en el consumo de alimento sólido, estancamiento del crecimiento y del tracto digestivo de los animales.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Ali, S. Z., M. M. Hoque y M. A. Hasnath. 1973. A study on the growth and reproductive performance of Black Bengal goats under farm conditions. *Indian Vet. J.* 50:438-440.
- Arbiza, S. I. (1986). Producción de Caprinos. A.G.T. Editor S. A. México.
- Arias, J. L., vial, R. Cabrera. 1980. Observations on the histogenesis of bovine ruminal papillae. *Am. J. Vet. Res.* 41 (2), 174-178.
- Arora, S., R. Chapra y P. Atreda. 1982. Relative performance of kids fed milk or milk replacers on growth rate. *Proc. III Int. Conf. on Goat Production and Diseases.* Tucson, Arizona. p 492.
- Baik, D. H., W. Y. Oh y S. H. Na. 1985. Factors affecting preweaning growth in Korean native goats. *Anim. Breed. Abst.*, 53-737.
- Banks, W. J. 1986. *Histología veterinaria aplicada.* Editorial el manual moderno. MÉX. P 488-493.
- Bhattacharya, A. N. 1980. Research on goat nutrition and management Mediterranean middle East and Arab Countries. *J. Dairy Sci.* 63:1681-1700.
- Bryden, M. M., H. E. Evans y W. Binns. 1972. Embryology of the sheep. II The alimentary tract and associated glands. *J. Morphol.*, 138: 187-206.
- Buntinx D, S. E., J. A. Cuaron I. y O. M. Robledo S. 1990. Sistema de crianza de cabritos bajo un esquema de pastoreo restringido. *Téc. Pec. Méx.*, 28:8-21.
- Bush, R. S. 1988. Efect of age and diet on in vitro metabolism en rumen epithelium from Holstein calves. *Can. J. Anim. Sci.* 68:1245-1251.
- Chandrasekar, V., P. Narayanan, P. S. Lalitha and C. Vijaragavan. 1993. Comparative gross anatomy of omasum of sheep and goats. *Small Ruminant Research.* 9: 377-388.
- Chawla, B. D. S. y S. Nagpal. 1982. Role of exotic genes on growth rate of Beetal crosses. *Proc. 3rd Int. Conf. on Goat Production and Diseases.* 550.

- Church, D. C., G. L. Jessup y R. Bogart. 1962. Stomach development in the suckling lamb. Amer. J. Vet. Res., 23:220-225.
- Church, D. C. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Vol. 1 y 2. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Deren, J. J. 1968. Development of intestinal structure and function. In : C. F. Code (Ed). Handbook of Physiology. Sec. 6 Vol III. American Physiological Soc., Washington, DC.
- Devendra, C. y M. Burns. 1970. Goat Production in the Tropics. Commonwealth Agricultural Bureaux. England. 189 p.
- Dokov, V . 1980. Effect of substitutes for ewe's milk on the development and differentiation of digestive organs in lamb. Zhivotnov''ani-Nanki, 17: 7, 33-39. Bulgaria.
- Dukes, H . H . 1970. Fisiología de los animales domésticos. Ed. Méx. 538 p.
- Fernández T., S. R., O. M. Robledo S., S. E. Buntinx D., A. S. Shimada M. y J. A. Cuarón I. 1992. Efecto de la frecuencia de amamantamiento sobre el comportamiento productivo y el balance del nitrógeno en cabritos. Téc. Pec. Méx., 30:119-124.
- Fix, H . P . , S. Legel, T. Schleicher, and M. Hoffmann. 1981. Effect of age the animals and feeding on quantitative and qualitative characteristics of intensively fattened lambs. 2- Rumen volumen and structures of the rumen mucosa. Archiv-fur-Tierenahrung, 31:10, 705-712.
- Fonty, G. , P. Gouet, J. P. Jouany, F. Rieu, J. Senand, A. Citron y A. Breton. 1986. In: Dubouguier et al.(Ed). Biology of anaerobic bacteria. Elsevier Sscience publishers. Amsterdam. 40-46.
- Franco, A., S. Regodón, A. Robina y E. Redondo. 1992. Histomorphometric analysis of the rumen of sheep during development. Am. J. Vet. Res., 53:1209-1217.
- Hadjipanayiotou, M. y A. Louca. 1976. The effects of partial suckling on the lactation performance of Chios sheep and Damascus goats and the growth rate of the lambs and kids. J. Agric. Sci., Camb., 87: 15-20.

Hadjipanayiotou, M. 1984. Weaning systems: intensive fattening of Chios lambs and Damascus kids in Cyprus. *World Anim. Review*, 52: 34-39.

Hadjipanayiotou, M. 1986. The effect of type of suckling on the pre- and post-weaning lactation performance of Damascus goats and the growth rate of the kids. *J. Agric. Sci., Camb.*, 107:377-384.

Hamada, T.; S. Maeda y K. Kameoka. 1970. Effects of minerals on formation of color in the rumen epithelium of kids. *J. Dairy Sci.*, 53:588-591.

Hamada, T. 1975. Effect of 1,2 propanediol on the rumen mucosal growth of kids. *J. Dairy Sci.* 58(9):1352-1359.

Hamada, T. ; S. Maeda y K. Kameoka. 1976. Factors influencing growth of rumen, liver, and other organs in kids weaned from milk replacers to solid foods. *J. Dairy Sci.*, 59:1110-1118.

Hodgson, J. 1971. The development of solid food intake in calves. 1. The effect of previous experience of solid food, and the physical form of the diet, on the development of the alimentary tract. *Anim. Prod.*, 13:15.

Iason, G. R. y A. R. Mantecont. 1993. The effects of dietary protein level during food restriction on carcass and non-carcass components, digestibility and subsequent compensatory growth en lambs. *Anim. Prod.*, 56:93-100.

INRA . 1981. Alimentación de los rumiantes. Ed. Mundi-Prensa. Madrid . 25-30 p.

Jagusch, K. T., D. M. Duganzich, G. T. Kidd y S. M. Church. 1983. Efficiency of goat milk utilization by milk fed kids. *N. Z. J. Agric. Res.*, 26:443-445.

Khan, B. U. y K. L. Sahni. 1983. Preweaning body weight and linear body measurements in Jamnapari goats under semiarid farm conditions. *Indian J. Anim. Sci.*, 53:835-840.

Klein, R. D., R. L. Kincaid, A. S. Hodgson, J. H. Harrison , J. K. Hillers, and J. D. Cronrath. 1987. Dietary fiber and early weaning on growth and rumen development of calves. *J. Dairy Sci.* 70(10), 2095-2104.

Louca A., A. Mavrogenis y M. J. Lawlor. 1975. The effects of early weaning on the lactation performance of Damascus goats and the growth rate of the kids. *Anim. Prod.*, 20: 213-218.

- Lyford, S. J. 1988. Growth and development of the ruminant digestive system. In: C. D. Church (Ed.). The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. pp. 44-63.
- Machado, F. H. F., A. A. O. Fernandes, A. G. Catunda y E. A. P. Figueredo. 1982. Preweaning growth rate of native goat versus Hair Sheep on different pasture types in Ceara, Brasil. Proc. 3rd Int. Conf. on Goat Production and Diseases. Arizona. 515.
- Mavrogenis, A. P., U. A. Constantinou y A. Louca. 1982. Environmental and genetic influences of growth traits of the Damascus goats. Proc. 3rd Int. Conf. on Goat Production and Diseases. Arizona. 546.
- Mavrogenis, A. P., U. A. Constantinou y A. Louca. 1984. Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats. I. Preweaning and postweaning growth. Anim. Prod., 38:91-97.
- McDowell, R. E. y L. Bove. 1977. The goat as a producer of meat. Cornell International Agricultural, Mimeograph 56. Cornell University, Ithaca, NY. 45 p.
- Mendoza, L., J. J. 1983. Estudio del crecimiento de cabritos en agostaderos del Altiplano Potosino. Tesis de Licenciatura. Escuela de Agronomía. UASLP. México. 45 p.
- Molinari, E., y O. Goicoechea. 1993. Anatomía del desarrollo del tracto digestivo y forma corporal externa durante el período embrionario en el caprino (capra hircus). Anat. Histol. Embriol. 22, 123-143.
- Morand-Fehr, P. 1981. Growth. In: C. Gall (Ed.). Goat Production. Academic Press. pp. 253-283.
- Morand-Fehr, P., J. Hervieux, P. Bas y D. Sauvant. 1982. Feeding of young goats. Proc. III International Conference on Goat Production and Diseases. Tucson, Arizona. 90.
- Ooms, L. A. A., A. D. Degryse, A. Weyns y Y. Ruckebusch. 1985. Drug-induced effect on reticular groove reflex eructation and rumination. In: L.A.A. Ooms et al. (Ed). Veterinary Research Communication, vol. 1. The Ruminant Stomach. 325-353 p.

- Ortega-Reyes. L.; F. D. Provenza; D. F. Parker y P. G. Hatfield. 1992. Drylot performance and ruminal papillae development of lambs exposed to a high concentrate diet while nursing. *Small Rumin. Res.*, 7:101-112.
- Ortiz, F. A. 1989 . Cambio de peso de la hembra y el crecimiento del cabrito en dos épocas de parición en agostaderos semiáridos del Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de Maestría. FES-Cuautitlán- UNAM
- Phillipson, A . T . 1970 . Digestion en el ruminte. In: H. H. Duker (Ed). *Fisiología de los animales domésticos*. Ed. Mexicana. 538-544 p.
- Potchoiba, M. J. ; C. D. Lu, F. Pinkerton y T. Sahlu. 1990. Effects of all-milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition, including fatty acids and cholesterol content, of growing male goats. *Small Rumin. Res.*, 3:583-592.
- Quittet, E. 1986. *La Cabra*. Ediciones Mundi-Prensa. España. p. 48-62.
- Rai, G. S. y M. D. Pandey. 1978. Development and capacities of different segments of gastrointestinal tract of goat. *Indian Vet. J.*, 55:195-198.
- Reid, A. M.; E. J. Post y D. A. Titchen. 1991. Control of the reticulo-omasal orifice and related structures in the ruminant stomach. In: Tsuda, T; Y. Sasaki y R. Kawashima (Ed.) . *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. Academic Press. p. 33-48.
- Ruvuna, F., T. C. Cartwright, H. Blackburn, M. Okeyo y S. Chema. 1988. Lactation performance of goats and growth rates of kids under different milking and rearing methods in Kenya. *Anim. Prod.*, 46:237-242.
- Sahlu, T., H. Carneiro, H. M. El Shaer y J. M. Fernández. Production performance and physiological responses of Angora goat kids fed acidified milk replacer. *J. Dairy Sci.*, 75:1643-1650.
- Sharma, M. M., D. Gour, P. S. Lonkar y P. S. Rawath. 1984. Factors affecting preweaning mortality in Sirohi, Beetal and Beetal x Sirohi kids. *Indian Vet. J.*, 61:872-875.

- Siddiqui, M. T. y H. S. Bonde. 1982. Studies on some growth attributes of Osmanabadi goat kids. Anim. Breed. Abst., 50:318-321.
- Simpson-Morgan, M. W. y T. C. Smeaton 1972. The transfer of antibodies by neonates and adults. Adv. Vet. Sci. Comp. Med., 16: 355-386.
- Taluja, J. S. and R. P. Saigal. 1987. Postnatal histomorphological changes in the ruminal papillae and epithelium of buffalo (*Bubalus bubalis*). Indian journal of Animal Sciences. 57 (1): 14-19.
- Tamate, H, A. D. McGilliard, N.I. Jacobson, and R. Getty. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci. 45: 408-420.
- Teh, T. H.; E. N. Escobar y M. J. Potchoiba. 1985. Effect of retracted milk intake on performance of goat kids. J. Anim. Sci., 61 (Suplem.):445.
- Toofanian, F. 1976. Histological development of the small intestinal mucosa in the ovine fetus. Res. Vet. Sci, 21: 349-353.
- Torres-Hernández, G. y W. Hohenboken. 1980. Reelationships between ewe milk production and composition and preweaning lamb weight gain. J. Anim. Sci., 50:597-603.
- Trahair, J. F y P. H. Robinson. 1986a. The development of the ovine small intestine. The Anat. Rec., 214:294-305.
- Trahair, J.F y P. M. Robinson. 1986b. Perinatal development of the small intestine of the sheep. The Anat. Rec., 214: 250-262.
- Wardrop, I. D. 1960. The post-natal growth of the visceral organs of the lamb. 2. The effect of diet on growth rate, with particular referencie to the parts of the alimentary tract. J. Agric. Sci., 55:127.
- Warner, R. G. y W. P. Flatt. 1965. Anatomical development of the ruminant stomach. In: R. W. Dougherty (Ed.). Physiology of Digestion in the Ruminant. Edición Revolucionaria, Cuba. pp. 24-38.