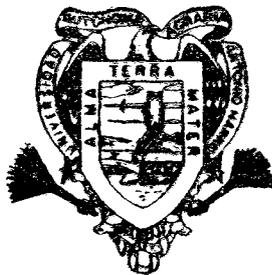


INDUCCION A LA LACTANCIA POR METODOS HORMONALES
A CABRAS PREPUBERES Y MACHOS CABRIOS CASTRADOS,
MANTENIDOS EN AGOSTADERO O CORRAL.

ARNULFO BERNAL MILLAN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
OCTUBRE DE 1994

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCION ANIMAL**

C O M I T E P A R T I C U L A R

Asesor principal: *Miguel Mellado*
Dr. Miguel Mellado Bosque

Asesor: *Joel Maltos Romo*
Dr. Joel Maltos Romo

Asesor: *Fernando Ruíz Zárate*
Ing. M.S. Fernando Ruíz Zárate

José Manuel Fernández Brondo
Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Posgrado



BIBLIOTECA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
SALTILO, COAH.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Octubre 1994.

DEDICATORIA

A DIOS NUESTRO SEÑOR

PORQUE CON EL TODO ES POSIBLE

A MIS PADRES:

**ARNULFO BERNAL CONTRERAS +
SOLEDAD MILLAN Vda. de BERNAL**

POR DARMEL VALIOSO TESORO DE LA VIDA

CON ESPECIAL CARÍÑO Y RESPETO A LA **"MAESTRA CURCHO"**

MERCEDES DE LA GARZA DE DE LA GARZA

A MI ESPOSA **ROSALIA** Y A MIS HIJAS **BERE** Y **GABY**
CON TODO MI AMOR POR APOYARME Y DARMEL TANTOS MOMENTOS
FELICES

A MIS HERMANOS:

**PABLO +
ROSAMARIA
MARGARITA
IGNACIO
Ma DE LA PAZ
ROBERTO
Ma CRISTINA**

QUE ME APOYARON Y COMPARTIERON CONMIGO
DIAS IMPORTANTES DE MI VIDA

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS
DE LA MAESTRIA DE PRODUCCION ANIMAL**

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Miguel Mellado Bosque, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A Dr. Joel Maltos Romo y al Ing. M.S. Fernando Ruíz Zárate por su valiosa ayuda para la conclusión de esta tesis.

Al Dr. José Manuel Fernández Brondo por su confianza depositada durante mis estudios de posgrado.

Al personal de la Unidad Ovina, del Rancho los Angeles, a los laboratorios de Industrias Pecuarias, Reproducción Citogenética, Ciencias Básicas, a los Departamentos de Servicios Médicos, Fitomejoramiento, Producción Animal Posgrado agradezco su invaluable ayuda durante la realización de esta tesis.

A la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

COMPENDIO

Inducción a la Lactancia por Métodos Hormonales a Cabras Prepuberes y Machos Cabrios Castrados, mantenidos en Agostadero o Corral.

POR

ARNULFO BERNAL MILLAN

MAESTRIA

PRODUCCION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, OCTUBRE 1994.

Dr. Miguel Mellado Bosque - Asesor -

Palabras Clave: Cabra, Macho cabrío, Inducción a la lactancia, Estrógenos, Progesterona, Dexametasona.

La lactancia fue inducida por métodos hormonales en 7 de 10 cabras híbridas prepuberales (Criollo X razas lecheras) mantenidas bajo condiciones de agostadero. Las cabras recibieron de cipionato de estradiol (.3 mg/kg de peso corporal/día) y progesterona (1.25 mg/ kg de peso corporal/

día) por 7 días, y se administró dexametasona (.5 mg/kg de peso corporal/día) los días 18, 19 y 20. Todas las cabras fueron expuestas al macho cabrío en Julio de 1992 y Febrero de 1993. En base a los resultados del empadre, se formaron cuatro grupos de cabras: (1) cabras con dos lactancias, la primera inducida, antes de alcanzar la pubertad, (2) cabras en etapa avanzada de la lactancia inducida, (3) cabras en su primera lactancia no inducida, (4) cabras en su primera lactancia no inducida y preñez temprana. El periodo de lactancia de las cabras en los diferentes tratamientos fue similar (170 días) pero hubo una amplia variación en la producción de leche por lactancia entre grupos (rango de 15.7 ± 4 a 30.8 ± 6 l; $P < 0.05$). La leche de las cabras en los diferentes tratamientos fue similar en el contenido de grasa 3.9, 4.4 y 4.2 por ciento, de los tratamientos 1, 3 y 4, respectivamente; $P < 0.05$). El contenido de proteína de la leche no difirió entre grupos de cabras (3.7 por ciento para todos los tratamientos). El peso corporal y el diametro torácico de cabras sujetas a una primera lactación prepuberalmente no fueron afectados ($P > 0.05$) durante la segunda lactación natural. En un segundo experimento la lactación fue inducida en 4 de 5 cabras híbridas prepuberales (Criollo X razas lecheras) y 2 de 3 machos cabríos castrados. La producción de leche durante 85 días de lactancia fue de $5.3 \pm .13$ l (media \pm E.E.) de cabras y $.33 \pm .02$ l de machos cabríos castrados. La composición de la leche, el área

alveolar y el area celular fue similar en ambos grupos animales ($P > 0.05$).

ABSTRACT

Hormonal induction of lactation in prepuberal does and castrated males, kept under range conditions or confinement

BY

ARNULFO BERNAL MILLAN

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA OCTOBER 1994.

Dr. Miguel Mellado Bosque - Advisor -

Key words: Goat, Castrated Male, Lactation Induction, Estrogen, Progesterone, Dexamethasone.

Lactation was successfully induced in 7 of 10 prepuberal crossbred goats (Criollo X dairy breeds) kept under range conditions. Goats were induced to lactate by the administration of estradiol cypionate (.3 mg/kg body weight,

day) and progesterone (1.25 mg/kg body weight/day) for 7 days, and dexamethasone (.5 mg/kg body weight/day) was given on day 18, 19 and 20. All goats were exposed to fertile bucks in July, 1992 and February, 1993. Based on the results of the breeding period, four groups of goats were formed: (1) naturally kidding goats with a previous induced lactation, (2) induced goats with prolonged lactation, (3) naturally kidding goats (controls) and (4) naturally kidding goats which got pregnant early in lactation. Goats in the different treatments milked for as long as the naturally kidding goats (170 days) but there were ample variation in milk yield per lactation among groups (range 15.7 ± 3.6 to 30.8 ± 6.2 ; $P < 0.05$). The milk of goats in the different treatments had similar fat contents (3.9, 4.4 and 4.2 per cent, for treatment 1, 3 and 4, respectively; $P < 0.05$). Also, protein content of milk did not differ among groups of goats (3.7 per cent for all treatments). Body weight and thoracic circumference of goats subjected to an early lactation prepuberally were not adversely affected ($P > 0.05$) during the second naturally occurring lactation. In a second experiment, lactation was successfully induced in 4 of 5 prepuberal crossbred goats (Criollo X dairy breeds) and 2 of 3 castrated bucks. Milk yield during a 85-day lactation was $5.3 \pm .13$ l (mean \pm E.E.) for does and $.33 \pm .02$ for castrated bucks. Milk contents, secretory cells size and alveoli dimensions

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCION	1
Objetivos	2
Hipótesis	3
REVISION DE LITERATURA	4
Aspectos Socioeconómicos de la Caprinocultura en el Sureste del Estado de Coahuila	4
Hormonas del Desarrollo Mamario y la Lactancia	8
Lactógeno Placentario	8
Prolactina	11
Hormona del Crecimiento	15
Esteroides Ováricos	17
Hormonas Corticoesteroides.....	20
Insulina	21
Otros Factores	23
Inducción de la Lactancia en	

	Pág.
Pequeños Rumiantes	24
Inducción de la Lactancia	
en Cabras	25
Inducción de la Lactancia	
en Borregas	28
Dimorfismo Sexual de la Glándula	
Mamaria	34
MATERIALES Y METODOS	36
Experimento I	36
Experimento II	39
RESULTADOS	42
Experimento I	42
Experimento II	58
DISCUSION	70
CONCLUSIONES	77
RESUMEN	80
LITERATURA CITADA	83

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
3.1. Descripción de los tratamientos y número de repeticiones de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, mantenidas en agostadero (experimento I)	39
4.1. Producción de leche (promedio \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero	43
4.2. Producción de grasa (promedio \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero	46
4.3. Producción de proteína y caseína (promedio \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero	49
4.4. Medidas corporales en cm (promedio \pm error estándar) de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancia derivada de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero	54
4.5. Peso inicial, peso final e incremento de peso en kg (media \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de	

	Pag.
parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero	55
4.6. Producción de leche (promedio \pm error estandar) en 83 días de lactancia, de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales	59
4.7. Producción de grasa (promedio \pm error estandar) en 83 días de lactancia, de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales	60
4.8. Producción de proteína y caseína (promedio \pm error estandar) en 83 días de lactancia, de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales	66
4.9. Medidas en micras de alvéolos y células secretoras (media \pm error estándar) de muestras tomadas del parenquima mamario de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales	67

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
4.1. Producción de leche de cabras en su primera lactancia natural, con y sin lactancia inducida anterior	44
4.2. Producción de grasa en la leche de cabras en su primera lactancia natural, con y sin lactancia inducida anterior ...	50
4.3. Producción de proteína en la leche de cabras en su primera lactancia natural, con y sin lactancia inducida anterior ...	51
4.4. Producción de caseína en la leche de cabras en su primera lactancia natural, con y sin lactancia inducida anterior ...	52
4.5. Producción de leche durante 465 días de cabras prepuberales inducidas a la lactancia por métodos hormonales	56
4.6. Producción de leche durante 465 días de cabras prepuberales inducidas a la lactancia por métodos hormonales	57
4.7. Producción de leche de machos cabríos castrados y hembras prepuberales inducidos a la lactancia	61
4.8. Producción de grasa en la leche de machos cabríos castrados y hembras prepuberales inducidos a la lactancia	63
4.9. Producción de proteína en la leche de machos cabríos castrados y hembras prepuberales inducidos a la lactancia ...	64
4.10. Producción de caseína en la leche de machos cabríos castrados y hembras prepuberales inducidos a la lactancia ...	68

Pag.

- 4.11. Alvéolo de cabra prepuberal (A) y macho
cabrío castrado (B) inducidos a la
lactancia por métodos hormonales.
1) células secretoras con sus núcleos
visibles, 2) tejido conectivo, 3) lumen
alveolar. (contraste de fases 400X)

69

INTRODUCCION

En décadas pasadas, el estudio de los mecanismos que interactúan para hacer posible la producción de leche en los rumiantes, llevó a los investigadores a perfeccionar varios métodos para inducir la lactancia en cabras, vacas y ovejas a través de la combinación de algunas hormonas, hecho que concluyó exitosamente con animales mantenidos en estabulación, los cuales contaban con un medio ambiente favorable para su desarrollo y producción.

En el caso de nuestro país, la industria caprina está basada en la explotación de cabras de bajo potencial genético, como son los animales criollos que se desarrollan bajo condiciones ambientales poco favorables. Por lo anterior, desde hace tres años en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se han efectuado estudios encaminados a inducir la lactancia en cabras a través de métodos hormonales, bajo las condiciones propias del sureste del estado de Coahuila.

Particularmente, en el sureste del estado de Coahuila predomina el sistema de producción extensivo en sus modalidades de estacionario, nómada y transhumante, orientado

a la producción de carne y leche. Las cabras se alimentan de la vegetación nativa, sin embargo, algunos productores suplementan a las cabras en épocas de sequía o en invierno con rastrojos de maíz, proporcionando sal en una forma discontinua durante el año (Narro y Hernández, 1991).

En estos hatos es común encontrar un número importante de cabras improproductivas, debido entre otros factores a: una gran proporción de abortos que se producen en las cabras, como resultado de la subnutrición; los empadres excesivamente cortos (de 7-30 días); las bajas tasas reproductivas por deficiencias nutricionales y tiempos muy largos para que las cabras primerizas entren en producción (normalmente dos años). La incorporación de animales improproductivos inducidos a la lactación, al grupo de cabras lactantes, puede representar un ingreso monetario adicional importante para el campesino.

Bajo estas circunstancias los objetivos del presente trabajo fueron: a) caracterizar la producción de leche de la segunda lactancia de cabras criollas primerizas, a las cuales se les había inducido a la lactancia prepuberalmente por métodos hormonales, b) inducir la lactancia en machos cabríos castrados, por medio de métodos hormonales empleados en hembras y caracterizar su producción de leche, c) determinar el dimorfismo sexual de la glándula mamaria de hembras prepuberales y machos cabríos castrados, inducidos a la

lactancia por métodos hormonales, d) caracterizar la producción de leche de cabras inducidas a la lactancia durante períodos de lactación prolongados, e) determinar el efecto de la inducción a la lactancia prepuberalmente sobre el desarrollo corporal de las cabras.

Hipótesis

- La inducción de la lactancia de hembras prepuberales, no afecta el rendimiento de lactancias subsiguientes por parto natural.
- La inducción de la lactancia con métodos hormonales no representa ningún obstáculo para el desarrollo corporal de hembras tratadas antes de la pubertad.
- Las hormonas empleadas para inducir la lactancia en hembras, tienen el mismo efecto en machos castrados.
- Las glándulas mamarias de hembras y machos castrados inducidos a lactancia, presentan dimorfismo sexual.
- La duración de la lactancia es igual en cabras inducidas a la lactación y cabras con lactancia derivada del parto.

REVISION DE LITERATURA

Aspectos Socioeconómicos de la Caprinocultura en el Sureste del Estado de Coahuila.

La población caprina en la región sureste del Estado de Coahuila ha presentado un comportamiento muy errático, estimándose que la población de cabras en 1988 era similar a la que existía en 1950, de poco menos de 400 mil cabezas. Esta situación es atribuida a la sobreutilización de los agostaderos, la incorporación de tierras destinadas a la actividad pecuaria a la agricultura, y a los bajos ingresos percibidos por los caprinocultores, afectando la capitalización de la actividad, seguido de la emigración de ejidatarios a los centros urbanos, lo cual ha obligado a los campesinos a deshacerse de las cabras (Narro y Hernández, 1991).

En un estudio realizado en el sur de Coahuila se encontró que el tipo de caprino predominante es el criollo, pero también se observaron cabras encastadas de Nubio, Granadino y Toggenburg. La elección de la raza dependía principalmente del grado de adaptación que demuestre a la explotación en particular (Suárez *et al.*, 1990). De acuerdo

a datos de Valdéz y Ríos (1990) la unidad de producción tipo es la realizada por productores que poseen un hato de más de 50 cabras. El propósito principal del sistema es la producción de cabritos y leche, además, los campesinos cultivan frijol, maíz y trigo, tallan fibras de lechuguilla y palma samandoca, explotan otras especies animales como bovinos, porcinos y aves, disponiendo para las labores anteriores de la mano de obra familiar.

En general, la producción de cabritos se concentra en los meses de abril, mayo y junio, y sólo un reducido porcentaje en los meses de noviembre y diciembre. La producción de leche es estacional, concentrándose ésta en la temporada de lluvias de junio a septiembre y escasea en los meses secos del año, lo que ocasiona una disparidad de los precios del mercado. Este producto en su mayor parte es utilizado en la producción de quesos para su comercialización.

Datos de Vargas et al. (1990) indican que la infraestructura para la producción de caprinos en el sureste de Coahuila consiste de corrales de manejo (1-4 corrales), los cuales en su mayor parte son construidos de madera (75 por ciento). La malla ciclónica es utilizada en el 21 por ciento de las explotaciones y las ramas en un 4 por ciento. El material del techo es de lámina galvanizada (62.4 por ciento) o ramas de arbustos (37.5 por ciento). La fuente de

agua son bordos (75 por ciento) y depósitos (25 por ciento).

Como fuente de alimentación se encontró que el 25 por ciento de los rebaños viven permanentemente en el pastizal y el resto se maneja desde el casco del ejido. Los rebaños menores a 150 animales utilizan rastrojeras en el otoño y parte de invierno, y los rebaños con más de 150 animales se alimentan exclusivamente con vegetación nativa. De tres rebaños que les dieron seguimiento durante un año, encontraron que durante el verano y parte del otoño se utilizó el matorral inerme parvifolio (91 días) y pastizal amacollado (64 días), durante el resto del año se utilizaron malezas de terreno de riego (16 días), rastrojeras (96 días), matorral rosetófilo (31 días) y matorral esclerófilo (22 días).

La tasa de incidencia de las principales enfermedades de los animales correspondió a ectima contagioso en los cabritos (11.2 por ciento), pododermatitis (10.6 por ciento), neumonías (5.0 por ciento), retención placentaria (2.9 por ciento) y enteritis (2.2 por ciento), (Vargas *et al.*, 1990). En este aspecto, Suárez *et al.* (1990) reportaron para la región, un elevado índice de abortos debido principalmente al grado de desnutrición que tenían las cabras durante la gestación.

En cuestión de la comercialización del cabrito, Narro

y Hernández (1991) señalan que los principales Centros de Consumo de la región son: Saltillo, Monterrey, Distrito Federal, Guadalajara y Reynosa, y su demanda está regida por los ingresos y número de consumidores pertenecientes a las clases media y alta.

Los agentes intermediarios que participan en la comercialización del cabrito en la región son: "coyotes", "polleros" rurales y urbanos, acopiadores o mayoristas, introductores, carnicerías, restaurantes y el consumidor final.

Bajo este marco el caprinocultor se encuentra en la posición más débil de negociación, por su escasa información sobre el comportamiento del mercado y la existencia de una mentalidad que se limita a desarrollar una actividad de subsistencia familiar. Situación opuesta sucede con los agentes intermediarios, los que están en mejores condiciones de negociar e imponer, tanto a los productores como a los consumidores, un determinado precio que los favorezca, además de que el tiempo de recuperación del capital que invierten es mucho más corto que el tiempo de recuperación del capital del productor.

Hormonas del Desarrollo Mamario y la Lactancia

Una buena lactación requiere que la glándula mamaria produzca una abundante cantidad de células secretoras de leche durante la preñez y período seco. Esas células deben estar más diferenciadas durante el período antes del parto. El crecimiento mamario e iniciación de la síntesis de la leche depende íntimamente de una compleja interacción entre las hormonas hipofisiales, ováricas, y de la placenta. Además, las condiciones ambientales, manejo, nutrición y potencial genético de las vacas influyen el crecimiento mamario y lactogénesis, y consecuentemente la producción de leche. Hadley (1984) enlistó a los estrógenos, progesterona, glucocorticoides, somatotropina, insulina, lactógeno placentario y la prolactina como las hormonas implicadas en el desarrollo mamario y la lactogénesis en varias especies.

Lactógeno placentario

Josimovich y Mac Laren (1962) separaron una proteína de la placenta altamente purificada con marcada actividad de prolactina, a la cual llamaron Lactógeno Placentario Humano. Byatt *et al.* (1992) describieron al lactógeno placentario de los rumiantes como un miembro genérico de la familia de las somatotropinas y la prolactina la cual es sintetizada por las células trofoblastos binucleadas de la placenta. Así mismo encontraron que estructuralmente esta hormona es más

semejante a la prolactina que a la somatotropina, por lo tanto, sus puntos de unión son los receptores lactogénicos y somatogénicos. Los pesos moleculares del lactógeno placentario ovino y caprino son aproximadamente de 23,000, siendo más pesado el lactógeno del bovino (31,000 a 34,000) debido a la glicosilación.

El lactógeno placentario es secretado dentro de la circulación fetal y materna. La concentración de esta hormona placentaria se incrementa conforme avanza la gestación, alcanzando su pico en la circulación materna durante el último tercio de la gestación. Por lo tanto, la concentración del lactógeno placentario es 100 a 1000 veces más alto en borregas y cabras que en vacas (Byatt *et al.*, 1992).

El rol del lactógeno placentario, particularmente en el desarrollo mamario, puede ser marcadamente diferente para el ganado bovino que para otros rumiantes. En realidad, con la excepción de la oveja, el lactógeno placentario purificado en rumiantes es capaz de estimular directamente el desarrollo de la glándula mamaria (crecimiento o lactogénesis) o metabolismo. Por otra parte, las demostraciones de la estimulación del crecimiento o lactogénesis en animales experimentales, o directamente en tejidos de rumiantes, no indican necesariamente que el lactógeno placentario está involucrado en el desarrollo mamario normal. Lo anterior está sustentado en que una lactación normal puede inducirse en

rumiantes no preñados, lo cual indica que el lactógeno placentario no es absolutamente requerido para la lactación. Por lo tanto, parece igual de lógico sugerir que el lactógeno placentario indirectamente puede promover condiciones favorables para un máximo desarrollo mamario y consecuentemente la producción de leche (Akers, 1985).

Para profundizar sobre la importancia del lactógeno placentario en el desarrollo mamario y la lactogénesis, en un experimento realizado por Hayden et al. (1979) con cabras Saanen inglesas, encontraron que en la preñez tardía la actividad lactogénica medida en el plasma sanguíneo, se incrementó con el número de fetos. El peso total de los placentomas se incrementó con el peso total fetal, y por lo tanto con el número fetal. El peso de los componentes lobulo-alveolares de la ubre fueron correlacionados positivamente con la masa de la placenta y el número de fetos. La producción de leche fue más alta en un rango de 47 y 27 por ciento en cabras con más de una cría que en cabras con una sola cría, concluyendo en que la concentración del lactógeno placentario en el suero materno es correlacionado positivamente con el desarrollo de la glándula mamaria y la producción de leche en cabras.

Ademas Currie et al. (1977) encontraron que la estrecha asociación entre el incremento del lactógeno placentario en la mitad de la preñez, el rápido desarrollo

lobulo-alveolar mamario, y la ocurrencia del crecimiento mamario en cabras preñadas hipofisectomizadas provee evidencia (a diferencia de lo expuesto por Akers, 1985) de la influencia del lactógeno placentario sobre el desarrollo mamario en cabras y ovejas.

Los factores precisos que modulan la secreción del lactógeno placentario son desconocidos, aunque la masa de la placenta y la nutrición, al parecer juegan un rol importante. El lactógeno placentario de los ruminantes tiene actividades lactogénicas y somatogénicas mediadas por receptores específicos. Esta es una evidencia circunstancial que sugiere que el lactógeno placentario juega un papel en estimular la mamogénesis. Datos experimentales directos indican que el lactógeno placentario regula el metabolismo intermediario materno. Así mismo esta hormona participa en el crecimiento fetal y en la regulación de nutrientes para el crecimiento fetal (Byatt *et al.*, 1992).

Prolactina

Estudios recientes proveen evidencia que la prolactina y la somatotropina son capaces de estimular el desarrollo mamario, pero no son concretos en evidenciar que esas hormonas son limitantes o requeridas para un crecimiento mamario normal (Akers, 1985).

La concentración de la prolactina en el plasma en

vacas varía durante la gestación, pero igual que en otras especies, la secreción de esta hormona ocurre de uno a dos días antes del parto y uno a dos días después del nacimiento (Akers, 1985). La concentración de prolactina se incrementa progresivamente durante toda la preñez debido, aparentemente, al incremento en la concentración de esteroides placentales, particularmente estrógenos (Hadley, 1984).

Akers (1985) reportaron que vacas tratadas con CB154 (ergocalciloide sintético que inhibe la secreción de prolactina) inmediatamente después del parto produce leche como la esperada durante la lactación temprana normal.

Akers et al. (1981) en un estudio encaminado a encontrar la relación entre la secreción de prolactina, el desarrollo mamario y el comienzo de la lactación, obtuvieron ubres de cuatro grupos de vacas multíparas. Las glándulas mamarias de vacas no tratadas fueron seleccionadas 10 días antes y 10 días después del parto. Las vacas fueron tratadas con CB154, y con CB154 más prolactina. El CB154 fue dado por 12 días antes del parto y por 10 días después del parto. La prolactina fue aplicada continuamente por 6 días inmediatamente después del parto (grupo de CB154 más prolactina). El CB154 bajó la concentración de prolactina en el plasma aproximadamente en un 80 por ciento y evitó el incremento normal después del parto de la concentración de prolactina en el suero, no obstante se indujo la secreción de

leche. La media más baja de producción de leche fue de 11.4 kg/día (se observó una disminución del 40 por ciento aproximadamente en la producción de leche) en vacas que se les dió CB154 solamente, con respecto a las vacas no tratadas. Además, la terapia de reemplazo (CB154 más prolactina) evitó completamente una pérdida de producción de leche. El tratamiento con CB154 no afectó el consumo de forraje o la concentración postparto de HC, progesterona, o glucocorticoides. Estos datos muestran concluyentemente que la secreción de prolactina alrededor del parto fue un componente importante para la iniciación de la lactación en vacas lecheras.

Los análisis bioquímicos indicaron que las vacas que se les aplicó CB154, tuvieron células mamarias en igual número que las vacas testigo lactando (contenido equivalente total del DNA en la ubre). En contraste, ubres de vaca con poca secreción de prolactina tuvieron menos del 36 por ciento del RNA total. Esto sugiere que la reducción de la producción de leche en vacas debido al tratamiento con CB154 estuvo asociada con la reducción de la biosíntesis celular y no con la carencia de células mamarias. Los fluidos metabólicos medidos usando la incubación corta de una biopsia de tejido mamario de vaca con bajas concentraciones de prolactina, indicó que los valores de la biosíntesis de ácidos grasos fue reducida. Comcomitantemente, la actividad de la acetil coenzima A carboxilasa y la ácido graso sintetaza fue también

baja. Se encontró también que el contenido del tejido mamario de alfa lactoalbúmina fue reducido en vacas con CB154 solamente (Akers et al., 1981).

Pruebas cuantitativas y de microscopía electrónica de tejidos, realizadas por Akers et al. (1981) indicaron que la secreción de prolactina alrededor del parto es esencial para completar la diferenciación estructural del epitelio celular mamario. Por ejemplo, 10 días después del parto la mayoría (65 por ciento) de las células epiteliales mamarias de vacas con CB154 presentaron grados de diferenciación intermedia, 18 por ciento fueron no diferenciadas, y el restante (17 por ciento) fue clasificado como completamente diferenciado. En contraste, las células epiteliales no diferenciadas fueron raras (1 por ciento), en vacas lactantes del grupo testigo y en vacas con CB154 más prolactina. Adicionalmente, 73 y 79 por ciento de las células alveolares en vacas del grupo testigo lactando con terapia de reemplazo fueron totalmente diferenciadas. En promedio, el retículo endoplasmático rugoso (RER) ocupó el 24 y 27 por ciento del área de células epiteliales en vacas testigo lactando y vacas con reserva de prolactina, respectivamente; sólo el 16 por ciento del área celular conteniendo RER en vacas con poca prolactina. Similarmente, el área celular ocupada por las membranas de golgi y vacuolas fue cerca del 11 por ciento más bajo en vacas con inhibición de prolactina, comparada con vacas del grupo testigo lactando o vacas con CB154 más prolactina.

Estos datos dan una definitiva evidencia de que la secreción de prolactina alrededor del parto es esencial para la máxima producción de leche en vacas. En otro estudio en el que se empleó CB154, Akers (1985) observó una reducida concentración de alfa lactoalbumina con la adición de CB154.

Hormona del Crecimiento

En contraste a la actividad de la prolactina, no cabe duda de que la hormona del crecimiento (HC) es capaz de estimular marcadamente la producción de leche durante la lactancia establecida en cabras (Akers, 1985) y vacas (Machlin, 1973). Peel et al. (1982) describieron el efecto de la HC exógena en la producción de leche y su composición en vacas altas productoras en la lactación temprana y tardía. La concentración de la HC en suero fue alta en la lactación temprana y declinó durante la lactación tardía. Hart et al. (1978) observaron una alta concentración de esta hormona en vacas altas productoras, más que en bajas productoras durante la lactación.

Bauman et al. (1982) y Bines y Hart (1982) discutieron los posibles mecanismos para explicar el aumento de la producción de leche, pero el incremento de nutrientes requerido para sumar la producción en la fase de decremento o el cambio de la admisión de alimento puede demandar un ajuste marcado en el metabolismo intermediario. La falla de

la HC para alterar la síntesis de la caseína, alfa-lactoalbúmina, o lípidos en cultivos de tejidos mamarios sugiere que el sitio de acción de esta hormona no es el tejido mamario.

La HC estimula la gluconeogénesis en el hígado y la lipólisis en el tejido adiposo. Su efecto en el metabolismo del hígado puede ser relativo a la prolactina. Ratas tratadas con HC exógena mostraron incrementos en los receptores para la prolactina en el hígado (Norstedt, 1982). Al parecer, la prolactina y la HC tienen un efecto significativo en inducir sus propios receptores. La HC tiene poco o ningún efecto sobre la alfa-lactoalbúmina. La HC también tiene una pequeña influencia sobre la síntesis de caseína en tejido mamario caprino (Skarda *et al.*, 1982).

En un estudio realizado por Knight *et al.* (1990) encontraron que la aplicación diaria de .15 mg/kg de HC a cabras de tercera y segunda lactancia, causó un incremento de 23 por ciento en la producción de leche. Las cabras de tercera lactancia produjeron 14 por ciento más leche que las cabras de segunda lactancia. Así mismo, encontraron que en 9 de las 10 cabras, el volumen de parénquima y el número de células se incrementó en la glándula mamaria de las cabras de tercera lactancia con respecto al testigo. Knight (1992), encontró que existe una posible interacción entre la frecuencia de ordeño y la aplicación de somatotropina. El

ordeño por tres veces al día incrementó la producción de leche en un 10.4 por ciento. El efecto de la somatotropina fue igual en glándulas mamarias ordeñadas previamente tres o dos veces al día. El tratamiento con somatotropina incremento 14.3 por ciento la producción de leche.

McFadden et al. (1990) encontraron que el crecimiento del parenquima mamario en un tratamiento en el que aplicaron 120 g/día de HC fue de 20.3 g mientras que con el consumo de grasas insaturadas fue de 25.6 g en 7 a 22 semanas, también el parénquima seco libre de grasa tuvo valores de 2.5 y 3.1 g, respectivamente, y el contenido de DNA fue de 24.1 g para el tratamiento con HC y 18.8 g en el tratamiento con grasa insaturada, concluyendo que la dieta suplementada con lípidos promueve la mamagénesis en rumiantes.

Esteroides ováricos

La secreción de estrógenos durante el proestro estimula la síntesis de DNA y es seguido por mitosis durante el oestro tardío y metaestro (Knight y Peaker, 1982). Además de los esteroides ováricos existen también los esteroides de la placenta. La placenta es incapaz, por si sola de sintetizar progesterona, esta es dependiente del colesterol derivado del abastecimiento de la sangre materna. La progesterona placentaria es utilizada como sustrato para la producción de corticoides por las glándulas adrenales

fetales. El pregnenolone originario de la placenta es también utilizado por las glándulas adrenales fetales en la producción de precursores de los estrógenos dentro de la placenta (Hadley, 1984).

El crecimiento mamario es inhibido durante la fase luteal del ciclo, pero se estimula durante la fase oestrogénica (Sinha y Tucker, 1969). En contraste con el efecto inhibitorio de la progesterona sobre la lactogénesis, la administración de estrógenos a los animales con un buen desarrollo de la glándula mamaria induce la secreción de leche en varias especies (Larson et al., 1985).

Los estrógenos tienen un potente efecto durante el período alrededor del parto, lo anterior se conoce por la observación de los efectos del estradiol exógeno administrado antes del parto a ovejas. La aplicación de esta hormona enriquece marcadamente la producción de leche. El estradiol, por sí solo, es capaz de estimular la alfa lactoalbúmina, y en sinergismo con la prolactina incrementa, según la dosis, la secreción de la alfa-lactoalbumina (Akers, 1985). Además, el estradiol estimula el número de receptores de la glándula mamaria para la prolactina, mientras que la progesterona suprime este incremento. La prolactina induce la formación de estos receptores (Hadley, 1984).

Akers (1985) reportó que la progesterona es importante

porque su concentración en el suero sanguíneo puede disminuir las hormonas lactogénicas, además, la progesterona compite por los receptores de los glucocorticoides, y reduce la capacidad del estradiol para enriquecer la estimulación de la prolactina para que se secrete la alfa lactoalbumina. Además, la progesterona tiene la propiedad de reducir e inhibir el efecto de la prolactina en la síntesis de la caseína. Akers (1985) establecieron que la progesterona inhibe el arranque de la lactación pero no inhibe la lactación ya establecida.

Un gran número de alvéolos es necesario para secretar leche. El crecimiento lóbulo-alveolar mamario ocurre cuando el cuerpo luteo funcional persiste por un largo período, mientras dura la gestación. Por lo tanto, los estrógenos más la progesterona sinergizan para producir el desarrollo lóbulo-alveolar característico de la preñez (Larson et al., 1985). Datos experimentales reportados por Woodward et al. (1993) demostraron que el estradiol exógeno estimula marcada y puntualmente la proliferación de ductos mamarios, sin embargo, la progesterona temporalmente no afecta estos cambios pero puede decrecer la efectividad del estradiol.

En otro aspecto, en animales hipofisectomizados la administración de andrógenos no tuvo efecto sobre la mamogénesis, pero los andrógenos en sinergismo con la hormona del crecimiento estimula el desarrollo lobulo-alveolar. En machos con desarrollo mamario, se resalta que la secreción de

andrógenos esta involucrada (Larson et al., 1985).

Hormonas corticoesteroides

El colesterol es un esteroide que está formado por 27 átomos de carbono, y es el precursor en la biosíntesis de las hormonas esteroides gonadales y adrenales. Las hormonas esteroides producidas por las glándulas adrenales pueden caracterizarse en tres grupos, acordes a sus principales efectos: glucocorticoides, mineralocorticoides y andrógenos. El cortisol y la aldosterona son, respectivamente, las hormonas glucocorticoides y mineralocorticoides más grandes (Hadley, 1984).

La síntesis y secreción de los glucocorticoides adrenales es controlada por la adenocorticotropina (HACT), por medio de una retroalimentación negativa. La HACT estimula el incremento de la producción de la cAMP que precede la esteroidogénesis junto con la cGMP. Los glucocorticoides afectan el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas. Su rol en la reproducción es que los niveles de corticosterona se incrementan en fetos de ovejas y cabras varios días antes del parto, y la infusión de dexametasona induce el parto prematuro. El cortisol y la prolactina son las principales hormonas requeridas para la lactogénesis en la glándula mamaria de ratón (Hadley, 1984).

El plasma de los bovinos casi no liga a la dexametasona, en claro contraste con el tejido epitelial alveolar mamario del bovino. Quince minutos después de una inyección intravenosa de dexametasona, ésta puede ser detectada en la leche. En el tejido epitelial mamario existen por lo menos tres tipos de receptores para cortisol. La dexametasona está altamente ligada a esos receptores con una gran afinidad como el cortisol. Este factor junto con la habilidad de la dexametasona para reducir la capacidad de unión del cortisol a los receptores de las células del tejido epitelial mamario, es una posible explicación a la severa caída de la producción de leche (más del 50 por ciento) después de una sola inyección intramuscular de 14.6 mg de dexametasona (Kolk Van Der, 1991). También se ha encontrado que la progesterona desplaza a la dexametazona ocupando sus receptores, inhibiendo la lactogénesis por la competencia por éstos (Akers, 1985).

La dexametasona entre todas las formulaciones puede causar una severa caída de la producción de leche. De todas las formulaciones de corticoesteroides, sólo la flumetasona (en una dosis muy pequeña por un período largo) incrementa la producción de leche (Kolk Van Der, 1990).

Insulina

La insulina es un polipéptido que consiste de dos

cadena: A y B, de 21 y 30 aminoácidos, respectivamente, las dos cadenas son enlazadas por un par de enlaces disulfuro. Los enlaces disulfuro dentro de la cadena están conectados con los aminoácidos 6 y 11 de la cadena A. La acción de la insulina está en las células hepáticas, células musculares y las células del tejido adiposo. En cada caso la insulina favorece la asimilación de la glucosa dentro de las células donde ésta es almacenada o usada como energía, en la síntesis de proteína o grasa. La insulina actúa para reducir la actividad de la adenilato ciclasa y para estimular la producción de la cGMP. En varios sistemas la insulina antagoniza con el incremento del nivel de cAMP celular en respuesta a otras hormonas (Hadley, 1984).

La administración exógena de insulina suprime la lactación, y paradójicamente, la insuficiencia de insulina reduce la producción de leche. Cuando una cantidad extra de glucosa es administrada, la insulina exógena estimula la lactación. Las concentraciones de insulina se correlacionan negativamente con la producción de leche, siendo bajos los niveles de insulina en la lactación temprana y altos en la lactación tardía. La asimilación de insulina por la glándula mamaria, asociada por la asimilación de glucosa, es mantenida por todas partes y es esencial para el mantenimiento de la lactación (Larson *et al.*, 1985).

Otros factores

En años recientes, se han identificado a un número de factores como estimuladores del crecimiento de varios tejidos. Quizás el más ampliamente estudiado es el factor de crecimiento epidermal, un peptido aislado inicialmente de la glándula submaxilar. El factor de crecimiento epidermal induce la mitosis de las células mamarias cultivadas in vitro, y algunos autores sugieren que el factor de crecimiento puede ser producido localmente en el tejido mamario mediante el efecto de un desarrollo mamario hormonal bien establecido (Larson et al., 1985).

Durante la gestación, el cAMP se incrementa en las células mamarias, y los factores que incrementan al cAMP (e.g., toxina del cólera) también estimula la mamogénesis. Sobre todo, la toxina del cólera sinergiza con el factor de crecimiento epidermal y con el factor de crecimiento de los fibroblastos para aumentar la mitosis mamaria in vitro (Larson et al., 1985).

Knight y Wilde (1993) mencionan que existe un inhibidor de crecimiento mamario, este inhibidor estimula la degradación de la caseína sintetizada, un proceso inverso a el grado de diferenciación celular. Además, la glándula mamaria produce el inhibidor de la proliferación celular (e.g., inhibidor de crecimiento derivado mamario, MDGI), y un

factor estimulador del crecimiento (e.g., factor de crecimiento tipo insulina, IGF-I).

Prosser *et al.* (1991) encontraron que el efecto de la HC en la glándula mamaria es mediado por el factor de crecimiento tipo insulina (IGF-I) y que la disponibilidad de IGF-I en el tejido mamario es un componente importante de la respuesta galactopoyética de la HC. Knight *et al.* (1990) reportaron que es improbable que la HC estimule la producción mamaria de IGF-I (a causa de la ausencia de receptores mamaros de HC), y que es bastante concebible que la producción local de IGF-I pueda ser modulada por la frecuencia de ordeño. Sin embargo es posible que la HC incremente la producción local de IGF-I de una forma paracrina (Knight y Wilde, 1993).

Inducción de la Lactancia en Pequeños Rumiantes

En la gran mayoría de los rumiantes de importancia zootécnica manejados extensivamente es común encontrar bajas tasas de preñez y pariciones subóptimas, debido a problemas reproductivos, nutricionales y de manejo que imperan en las diversas explotaciones. Aunado al problema estrictamente reproductivo se tiene que también se afecta, a futuro, la obtención de leche en el caso del ganado lechero de las distintas especies: bovino, caprino y ovino.

Mohi y Rahman (1980) opinan que la estación de cría de

la mayoría de las razas más comunes de ovejas domésticas, dura unas pocas semanas en cada año. El mal logro de la preñez durante este período restringido hace que muchas de las ovejas sean prácticamente improductivas por el resto del año. Además, mucho del potencial de animales valiosos es descartado de los rebaños cada año, por fallas en la reproducción. El desarrollo de técnicas para inducir la lactación artificialmente en estos animales es, por consiguiente, de gran importancia práctica. No se debe olvidar que el ganado caprino al igual que el ovino es considerado como poliestrual estacional y debido a esto su problemática es muy similar.

De esta manera, mientras algunos científicos luchan por incrementar las tasas de preñez y pariciones en estas especies, a otros les es también importante, recurrir al uso de la manipulación de los procesos del metabolismo corporal para lograr que el animal sea productivo artificialmente, una vez que el proceso reproductivo natural ha fracasado o económicamente ya no es viable.

Inducción de la lactancia en cabras

En estudios de inducción hormonal a la lactación es difícil distinguir entre el estímulo hormonal de la lactogénesis y los posibles efectos de crecimiento de las células mamarias. Los resultados de recientes experimentos

ilustran que el crecimiento lobulo-alveolar mamario fue inducido en cabras hipofisectomizadas, dando estrógeno, progesterona, prolactina, somatotropina y adenocorticoides (Akers, 1985).

Almlid (1982) efectuó una prueba tentativa para inducir la lactación en un grupo controlado de seis cabras, con la estimulación manual de la ubre y dos ordeñas manuales diariamente sin la aplicación de ninguna droga. Al término de este tratamiento no se obtuvo más de 10 ml de secreción. En un segundo experimento, las cabras del grupo testigo fueron tratadas con una dosis oral de 25 mg de dietiletilbestrol más 75 mg de progesterona diaria por 7 días, seguida por una dosis intramuscular de 10 mg de dexametasona en el día 14, y una dosis oral de 30 mg de prednisolone en el día 14 y 20 después de principiado el tratamiento. Sólo dos de las cabras comenzaron la lactación en respuesta a este tratamiento.

Por último, Almlid (1982) inyectó intramuscularmente, a seis cabras no preñadas, 25 mg de dietiletilbestrol más 70 mg de progesterona diariamente por 7 días, seguida por una sola inyección de 10 mg de dexametasona más 30 mg de prednisolona en los siguientes 7 días. Posteriormente al tratamiento, la secreción de leche de las seis cabras se incrementó rápidamente. En base a estos estudios se concluyó que el suministro de las hormonas por vía parenteral es más efectivo que el tratamiento oral para inducir la lactación en

cabras.

Por otra parte, Montigny et al. (1983) indujeron la lactación en 349 cabras multiparas (Alpinas y Sannen) con inyecciones subcutáneas de 17β estradiol y progesterona a 0.5 y 1.25 mg/kg de peso vivo dos veces al día, y además con 25 mg de cortisol dos veces por día por 5 días después del día 17, ó una inyección diaria con estradiol y progesterona por 7 días y una sola inyección de 10 mg de dexametasona en lugar de cortisol. Akers (1985) reportó que los esteroides ováricos por si solos, son inefectivos para inducir la lactancia. Mientras que empleando un tratamiento con solamente 0.1 mg de 17β -estradiol y 0.25 mg de progesterona por kg de peso vivo diario por 7 días. Sinha et al. (1983) indujeron a lactancia a cinco cabras infértiles (3 Black Bengal y 2 Barbary), de una edad aproximada de dos años, ellos reportan que sobre el cuarto día después de la última inyección, todas las cabras secretaron leche. Una cabra secretó un promedio de 16 ml por día en la primera semana de lactación, otra cabra secretó un promedio de 49.8 ml diarios por dos semanas y otras tres secretaron 129.7, 202.5 y 319.8 ml diarios sobre las cinco semanas.

En un estudio más profundo, Hart y Morant (1980) indujeron a la lactancia a 10 cabras vírgenes por medio de la aplicación de benzoato de estradiol y progesterona. Estos investigadores encontraron que una inyección diaria de 250 mg

de benzoato de estradiol y 60 mg de progesterona, provocó un significativo incremento acumulativo de los niveles de prolactina en la circulación después de 15 y 65 días, y esto fue acompañado por el crecimiento de la ubre. Al incrementarse la dosis diaria de 2.5 mg de benzoato de estradiol, se originó un pequeño incremento en la prolactina del plasma y en el tamaño de la ubre, y además se estimuló el inicio de la secreción abundante de leche. Cuando la prolactina fue mantenida artificialmente próxima a concentraciones mínimas desde el inicio, el tratamiento con esteroides inhibió totalmente la secreción de leche. No hubo cambios marcados en hormona de crecimiento, insulina o tiroxina en la circulación hasta el inicio de la lactancia. Por lo anterior, Hart y Morant (1980) concluyeron que la presencia de cantidades incrementadas de prolactina en la sangre fueron esenciales para la inducción de crecimiento mamario y lactación con benzoato de estradiol y progesterona en cabras vírgenes.

Inducción de la lactancia en borregas

En un estudio encaminado a dar seguimiento al proceso de mamogénesis, Mohi et al. (1982) indujeron la lactancia en 6 ovejas Awassi mediante la administración de estradiol y progesterona durante 7 días, con inyecciones de dexametasona los días 18-20. Ellos tomaron biopsias del tejido mamario los días 17 y 23 después del comienzo del tratamiento en las

ovejas no grávidas, y 2-4 días después del parto en los animales del grupo testigo. El día 17 del ensayo se hallaba la ubre relativamente inmadura en comparación con la ubre de hembras de 2-4 días antes del parto. El día 23 de la lactancia se hallaba más desarrollado el tejido mamario, más no tanto como en los animales testigo dos días después del parto. No se observó ninguna clase de anomalía histopatológica. El rendimiento lácteo fue relativamente escaso en las primeras semanas y los animales tratados con hormonas precisaron de más tiempo hasta alcanzar la lactación máxima. La glándula mamaria inducida a la lactación a base de hormonas no se desarrolló completamente, y fue preciso el estímulo aditivo de ordeño para lograr el desarrollo ulterior. En otro estudio Mohi y Rahman (1980) encontraron que en todos los animales del ensayo se inició, al final del tratamiento hormonal y en los primeros días de lactación, un celo intenso con enrojecimiento y tumefacción de la vulva.

Head et al. (1982) indujeron el crecimiento de las glándulas mamarias y lactogénesis en ovejas no preñadas, con un corto tratamiento con 17β estradiol y progesterona. Ellos observaron que cuando incluían a este tratamiento inyecciones de hidrocortisona y hormona del crecimiento, la producción de leche aumentaba. Además, con estos tratamientos encontraron que se incrementaban los niveles de prolactina.

Al respecto, Fulkerson y McDowell (1975) lograron

desarrollar la glándula mamaria de 30 ovejas no preñadas mediante inyecciones de estrógenos más progesterona, a intervalos de 3 días (de 0-27 días). Dos días más tarde (día 29) sólo 15 ovejas fueron inyectadas con 18 mg de ergocriptina para inhibir específicamente la secreción de prolactina. Después dos grupos que contenían 5 ovejas tratadas con ergocriptina y cinco ovejas no tratadas, fueron inyectadas (del día 30 a 34) con 4 inyecciones intravenosas de 1 U.I. de sintosinon por día, una inyección subcutánea diaria de 10 mg de trimelacetato de dexametasona o 2 inyecciones subcutaneas diarias de 2.5 mg de benzoato de estradiol más 6.25 mg de progesterona. Todas las ovejas fueron ordeñadas manualmente por un espacio de tiempo de 30 a 50 días. Transcurridas 24 h sin inyectar ergocriptina, los niveles de prolactina en el suero sanguíneo se redujeron a valores menores de 2 mg/ml. La comparación de resultados en ovejas que no recibieron ergocriptina mostraron que el ordeño es igual de efectivo para iniciar la secreción de leche, logrando la producción de .23 a .27 kg diarios. Por otro lado, las ovejas tratadas con ergocriptina antes del sintosinon o la dexametasona produjeron .12 a .13 kg diarios, y las ovejas tratadas con ergocriptina antes del benzoato de estradiol más progesterona, produjeron considerables sumas de secreción láctea (producción no especificada).

Por último, Fulkerson y McDowell (1975) concluyeron que el sintosinon y la dexametasona son en cualquiera de los

dos tratamientos lactogénicos per se o que afectan la liberación de hormonas del complejo lactogénico, vía la influencia de los estrógenos en la secreción de prolactina.

Mediante la inyección de 1 mg/h/10 hs de prolactina a ovejas pretratadas durante 30 días con benzoato de estradiol y progesterona, no fue posible iniciar la lactogénesis en ovejas (Hooley, 1978). Similarmente, las ovejas tratadas con inyecciones de prolactina (10 mg/día/5 días), estrógenos, y progesterona secretaron leche. Fulkerson et al. (1975) encontraron que la prolactina es importante en la respuesta lactogénica por estrógenos y oxitocina, pero no tan importante en la respuesta obtenida por glucocorticoides. También, Fulkerson y Mc Dowell (1974) observaron un incremento alto pero pasajero en los niveles de prolactina y hormona de crecimiento en plasma cuando aplicaron PF2-alfa a ovejas pretratadas con estrógenos y progesterona.

Alifakiotis et al. (1980) probaron la inducción hormonal de la lactación en 40 ovejas lecheras no preñadas, por medio de una inyección subcutánea de 25 mg de 17 β estradiol y 70 mg de progesterona por 7 días consecutivos. Después de un intervalo de 7 días, aplicaron los siguientes tratamientos a cuatro grupos de 10 ovejas cada uno: 1) nada, 2) 10 mg de dexametasona y 30 mg de prednisolona, 3) 10 mg de dexametasona, 30 mg de prednisolona y 400 U.I. de insulina, 4) 10 mg de dexametasona, 30 mg de prednisolona, 400 U.I. de insulina y 400 mg de PF2-alfa. Se inició el ordeño el día 16,

y las ovejas fueron ordeñadas dos veces por día durante 60 días. Los resultados obtenidos muestran que la producción de leche en las ovejas del grupo al que se le aplicaron 10 mg de dexametasona y 30 mg de prednisolona fue la más alta. La inyección de corticoides en el tratamiento de inducción de la lactancia con estrógenos y progesterona dió la respuesta lactogénica y de producción de leche más alta. La inyección de insulina ó insulina-PF2-alfa disminuyó éstas respuestas.

Fulkerson y Mc Dowell (1974) reportaron que con una sola inyección subcutánea de PF2-alfa dió inicio la secreción de cantidades sustanciales de leche, cuando se aplicó a ovejas no preñadas con glándulas mamarias desarrolladas por un tratamiento previo con esteroides ováricos. Además, estos autores observaron un incremento alto pero pasajero en los niveles de prolactina y hormona del crecimiento en plasma. Las ovejas inyectadas con ergocriptina 24 h antes de la inyección de PF2-alfa produjeron rendimientos de leche bajos, sin embargo los niveles de prolactina en plasma fueron reducidos a valores menores, y no hubo efecto en los niveles de hormona del crecimiento. En cuanto a las ovejas que no fueron inyectadas con PF2-alfa, éstas secretaron solamente volúmenes insignificantes de leche, con niveles bajos de prolactina y hormona del crecimiento en plasma.

Head et al. (1980) encontraron en un experimento similar que el menor número de ovejas inducidas a lactancia

y la más baja producción de leche, fue cuando solamente aplicaron estrógenos y progesterona, cifras que aumentaron cuando se incluyó en el tratamiento la aplicación de hidrocortisona. La aplicación de la progesterona aumentó la efectividad del tratamiento.

Fulkerson y McDowell (1974) lograron inducir a lactancia a ovejas no preñadas mediante la inyección de 60 mg de progesterona más 240 mg de benzoato de estradiol cada tercer día por 60 días. Ellos observaron que se incrementó el tamaño de la ubre. La inyección diaria subsecuente de 10 mg de trimetilacetato de dexametasona ó 5 mg de benzoato de estradiol, más 12.5 mg de progesterona por 6 días, indujo a un desarrollo insignificante de la ubre. Ambos tratamientos fueron igualmente efectivos en producir la secreción de la leche, y la subsecuente producción de leche (aproximadamente 0.50 kg/día) la cual fue similar a la de ovejas lactando después de preñez normal (0.59 kg/día).

Referente a la calidad de la leche, Mohi et al. (1980) analizaron la leche de ovejas Awassi, las cuales se habían inducido a lactación mediante el tratamiento con una mezcla de estradiol-progesterona y dexametasona, y encontraron que las concentraciones de grasa y lactosa eran mayores, mientras que las de proteína y caseína eran menores que en la leche de animales con lactancia normal. Con respecto a la materia seca total, materia seca libre de grasa y la calidad de la leche,

no encontraron niveles anormales.

Gow et al. (1981) encontraron que existe una pérdida irreversible de glucosa por minuto de 2-8 días antes (6.4 y 5.6 mg/kg de peso metabólico) y dos días siguientes al inicio de la lactación (9.1 y 5.5 mg/min/kg de peso metabólico), estas pérdidas fueron más significantes en ovejas lactantes de preñez normal, que en ovejas inducidas a lactancia. Después del octavo día, esta pérdida por minuto (7.4 y 6.4 mg/kg de peso metabólico) no fue significativamente diferente. Las ovejas con partos normales produjeron grandes cantidades de leche (800-900 g/día) en su primer día y su producción permaneció constante hasta 8 días posteriores al parto. La producción de leche de ovejas inducidas, fue baja en el primer día (30 g/día) pero se incrementó progresivamente hasta los ocho días (540 g/día). Los niveles de glucosa son limitantes para la producción de leche, varios días después de la iniciación de la lactación en ovejas no inducidas a lactancia.

Dimorfismo Sexual de la Glándula Mamaria

Cardy (1991) hace referencia a que el desarrollo de la glándula mamaria comienza en el útero, esto es debido a pequeñas diferencias morfológicas entre machos y hembras al nacimiento. Lo anterior coincide con lo expuesto por Knight y Peaker (1982) quienes publicaron que el dimorfismo sexual

de la glándula mamaria aparece en el desarrollo fetal, generalmente como una inhibición del crecimiento de esta glándula en el macho.

En un estudio para comprobar el dimorfismo sexual de la glándula mamaria de ratas, Cardy (1991) empleó 40 machos y 40 ratas hembras F344 de 19 semanas de edad, las cuales fueron examinadas retrospectivamente para documentar diferencias histológicas de su glándula mamaria.

A las 19 semanas de edad las diferencias resultaron ser muy notables. La glándula mamaria de las hembras, constaba de ductos tubulares dispersos y estructuras alveolares que tenían distinta línea de lúmina, usualmente con una sola capa de epitelio cuboidal, caracterizado como tubuloalveolar. En los machos jóvenes, el tejido mamario se observó generalmente más disperso que en hembras de la misma edad. Estando dispersos dentro de la larga hipodermis, más grupos de células lobulares contiguas son distintas de ellos. También se observó la falta de un ducto tubular u orientación ductal. Las células colocadas dentro de los alvéolos fueron generalmente caracterizadas como abundantes. El citoplasma eosinófilo espumoso contenía vacuolas de distinto y variable tamaño. El lumen alveolar era indistinto pero había evidencia de actividad secretora.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó acabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, a siete km de la ciudad de Saltillo, Coahuila por la carretera a Zacatecas (25° 23' latitud norte, 101° 00' longitud oeste). Parte del estudio se llevó a cabo en el Rancho "Los Angeles", propiedad de la misma Universidad, el cual se localiza a 25° 11' latitud norte, 101° 04' longitud oeste y 2050 msnm.

Experimento I

El trabajo se inició en marzo de 1992 con un grupo de 20 cabras prepuberales contemporáneas, 10 de éllas fueron inducidas a la lactancia por métodos hormonales y las 10 cabras restantes se utilizaron como testigo. Las hembras del primer grupo fueron trasladadas a la UAAAN para recibir tratamiento hormonal y fueron retornadas al agostadero una vez concluido éste. El método hormonal para inducir a la lactancia a los animales consistió en la aplicación de cipionato de estradiol en dosis de 0.3 mg por kg de peso del animal por día, durante siete días. La mitad de la dosis de la hormona se aplicaba por la mañana y la otra mitad por la

tarde. Durante estos mismos siete días se suministró, separadamente, progesterona a razón de 1.25 mg por kg de peso del animal por día, en dos aplicaciones. Ambas hormonas se aplicaron subcutáneamente en el cuello del animal.

Una vez concluida esta parte del tratamiento se dejó un período de 10 días sin aplicar ningún producto, después de esto, se suministraron 0.5 mg por kg de peso vivo del animal por día de dexametasona, vía intramuscular, en la pierna, en dos aplicaciones diarias durante tres días. Todos los días desde el inicio del tratamiento hormonal, se estimularon manualmente las tetas de los animales.

Las cabras del experimento se alimentaron en el agostadero y fueron manejadas igual que al resto del hato, bajo un sistema de pastoreo extensivo. Las cabras fueron empadradas en el mes de julio de 1992, y como resultado de este apareamiento 11 cabras resultaron preñadas y 9 vacías. Al considerar las cabras que parieron después de una lactancia inducida se agruparon en los siguientes tratamientos: (1) cabras con dos lactancias, la primera inducida, antes de alcanzar la pubertad, (2) cabras en etapa avanzada de la lactancia inducida, (3) cabras en su primera lactancia no inducida, (4) cabras en su primera lactancia no inducida y preñez temprana. Para las características de producción de grasa, caseína y proteína se formaron tres tratamientos; estos tratamientos fueron: (1) cabras con dos

lactancias, la primera inducida, antes de alcanzar la pubertad, (3) cabras en su primera lactancia no inducida, (4) cabras en su primera lactancia no inducida y preñez temprana, (Cuadro 3.1.). Se determinó la producción de leche durante 465 días en dos cabras inducidas a la lactancia y mantenidas sin gestación que por razones metodológicas se nombrarán cabra 1 y cabra 2 . En el presente estudio se trabajó con estos animales a partir de enero de 1993.

La medición de la producción y la colección de muestras de leche para su análisis en el laboratorio, se efectuó a intervalos de 20 días, en los animales del primer experimento, y a las muestras de leche se les determinó el porcentaje de grasa (método de Gerber), el porcentaje de caseína y el porcentaje de proteína (método de Walker).

Se empleó un diseño estadístico completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento (Cochran y Cox, 1980). A las medias que resultaron diferentes estadísticamente se les practicó una prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Las variables de respuesta fueron: producción de leche, altura a la cruz, longitud corporal tomada de la cruz a la base de la cola, diámetro torácico, peso final e incremento de peso. Estos valores se tomaron al finalizar la prueba.

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos y número de repeticiones de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, mantenidas en agostadero (experimento I).

TRATAMIENTOS	REPETI CIONES *	REPETI CIONES **
Cabras con 1º lact.ind. + 2º lact.part (1)	3	3
Cabras 1º lact.ind. avanzada (2)	2	+
Cabras 1º lact.no inducida (3)	3	3
Cabras 1º lact.no ind+preñez temprana (4)	3	3

- * Para los parámetros de producción de leche, altura a la cruz, longitud corporal, diámetro torácico, peso inicial, peso final e incremento de peso .
- ** Para las características de producción de grasa, caseína y proteína.
- + Celda vacía por que la muestra de leche fue insuficiente para su análisis.

Experimento II

En este experimento se emplearon cinco cabras prepuberes y tres machos cabríos castrados. A los ocho animales se les indujo la lactancia por el método hormonal antes descrito. Este grupo de animales se alojó en un corral de la "Unidad Ovina" de la U.A.A.A.N., recibiendo paja de avena a libre acceso y 400 g de un concentrado comercial con

14 por ciento de proteína por animal por día, hasta el final de la prueba. El inicio del tratamiento hormonal fue el día 9 de diciembre de 1992, concluyéndose éste el 28 de diciembre del mismo año.

Se midió la producción de leche diaria y se tomaron las muestras de ésta para su análisis en el laboratorio cada 20 días. A estas muestras se les determinó el porcentaje de grasa, caseína y proteína, con los métodos antes mencionados.

Una vez concluido el seguimiento de la lactancia de los animales tratados hormonalmente, se tomaron cuatro animales al azar, dos machos castrados y dos hembras, a los cuales se les practicaron biopsias del parenquima mamario. Las biopsias se tomaron de la base de la teta, a 1.5 y a 3.0 cm de la misma. Primeramente las muestras de tejido se trataron con alcohol etílico a (70, 80, 95 y 100 por ciento), alcohol isopropílico (100 por ciento) y xilol (100 por ciento). Se colocaron luego en parafina a 60°C, y posteriormente se procedió a cortarlas con el microtomo, con un espesor de entre 10 y 15 micras. Las muestras se montaron en porta objetos con el adhesivo de Haupt y formol al 1 por ciento. Por último la tinción de los tejidos se hizo con eosina-azul de metileno y hematoxilina ¹. Una vez concluidas

¹La técnica de embebido fue proporcionada por el personal del Hospital Universitario de la ciudad de Saltillo, Coahuila, y el montaje, tinción y fotografía de los tejidos por el personal del Laboratorio de Citogenética de la U.A.A.A.N.

las etapas anteriores se procedió a su observación y medición bajo el microscopio a 400X.

En este experimento se incluyeron dos tratamientos: (1) hembras prepuberales inducidas a la lactancia por métodos hormonales y (2) machos castrados inducidos a la lactancia por métodos hormonales. Se empleó el mismo análisis estadístico que en el experimento I.

RESULTADOS

Experimento I

Producción de Leche

En el Cuadro 4.1. se presenta la Producción promedio y error estándar de leche, grasa, proteína y caseína, en 170 días de lactancia de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancia derivada de parto, mantenidas en agostadero.

Las cabras que produjeron la mayor cantidad de leche fueron las del tratamiento 2 ($P < 0.05$), seguido por las cabras del tratamiento 3. Las cabras con el menor promedio de producción de leche fueron las de los tratamientos 4 y 1. Al realizar la prueba DMS se encontró que los tratamientos de mayor producción de leche fueron iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a los de menor producción ($P < 0.05$).

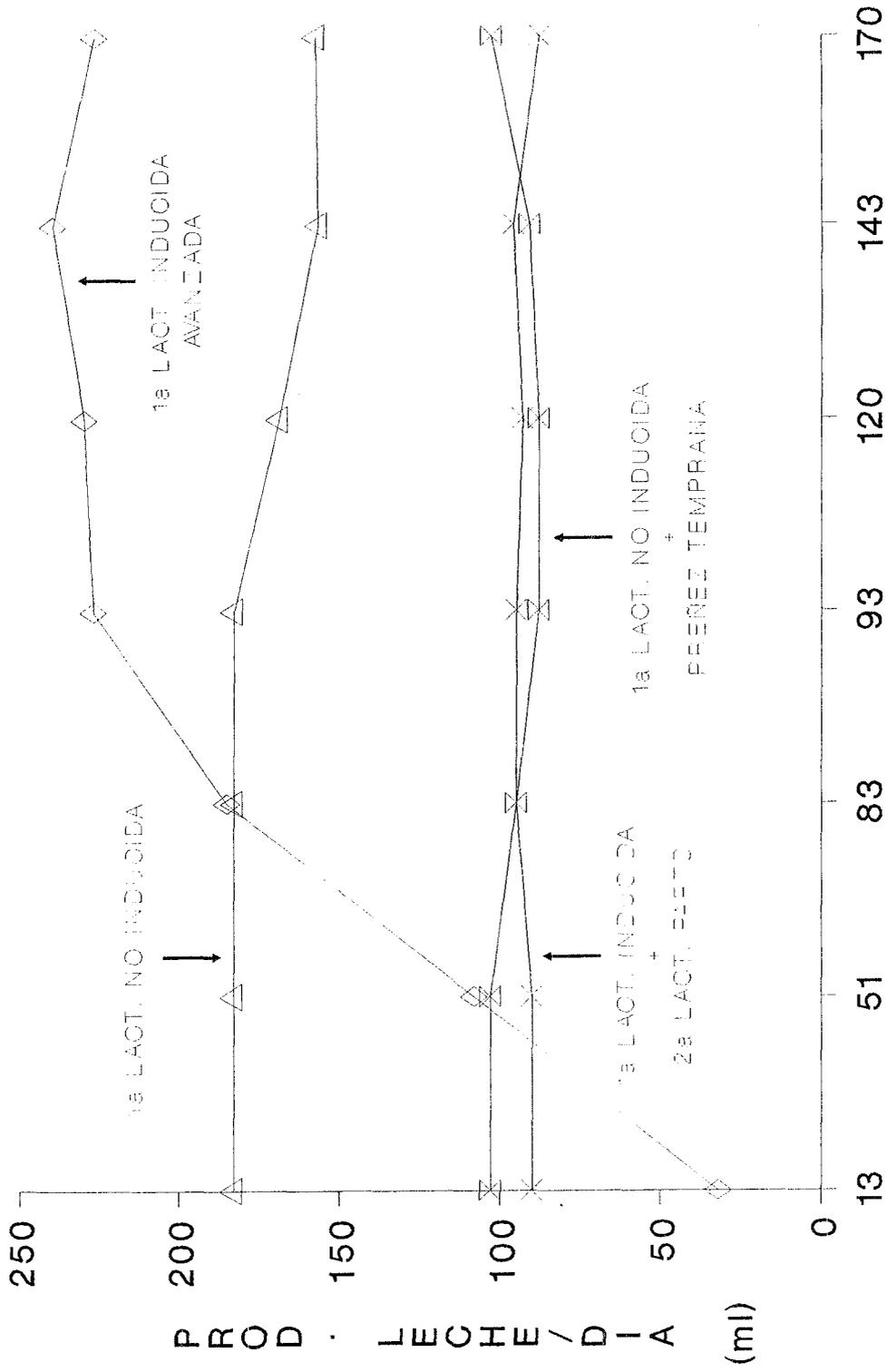
Las cabras del tratamiento 3 y 4 alcanzaron su pico de lactancia el día 13 del inicio de la lactación, con una producción promedio de 183 y de 103 ml/animal/día,

respectivamente (Cuadro 4.1.), seguidas por las cabras del tratamiento 1 y 2 el día 143 de la lactancia con una producción promedio de 96 y 240 ml/animal/día, respectivamente. En la Figura 4.1. se observa como las cabras de los tratamientos 1 y 2 (inducidas a la lactancia), alcanzaron su pico de producción días después de las cabras no inducida a la lactancia, mientras que las hembras que no recibieron tratamiento presentaron valores de producción altos al inicio de su lactancia, y descendieron posteriormente.

Cuadro 4.1. Producción de leche (promedio \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero.

TRATAMIENTOS.	Cabras 1º lact. inducida 2º lact. parto. (1)	Cabras 1º lact. inducida avanzada. (2)	Cabras 1º lact. no inducida. (3)	Cabras 1º lact. no inducida + preñez temprana. (4)
No. ANIM.	3	2	3	3
DIAS LACT.	170	170	170	170
PROD. LECHE (l/anim/lact)	15.7 \pm 3.6 b	30.8 \pm 6.23 a	29.5 \pm 3.46 a	16.5 \pm 2.54 b
DIAS A PICO DE LACTANCIA	143	143	13	13
P. PICO LACT. (ml/anim/día)	96	240	183	103

* Tratamientos con letras diferentes dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).



DÍAS DE LACTANCIA
FIGURA 4.1. PRODUCCION DE LECHE DE CABRAS EN SU PRIMERA LACTANCIA
NATURAL, CON Y SIN LACTANCIA INDUCIDA ANTERIOR.

Producción de Grasa

Referente a la producción de grasa en la leche, se encontró que las cabras con la mayor producción por lactancia de este componente de la leche fueron las del tratamiento 3 que alcanzaron una producción por lactancia de 1314 g, difiriendo significativamente de las cabras en los tratamientos 1 y 4 ($P < 0.05$), las cuales alcanzaron valores que corresponden al 49.7 y 52.1 por ciento respectivamente, con relación a las cabras del tratamiento 3. (Cuadro 4.2.).

Las cabras de los tratamientos 1 y 3 alcanzaron el pico de producción de grasa en la leche el día 93 de su lactancia con una producción promedio de 4.1 y 8.6 g/animal/día, las cabras del tratamiento 4 alcanzaron su pico de producción el día 170 con un promedio de 4.62 g/animal/día (Cuadro 4.2.).

En la Figura 4.2. se observa como en las cabras del tratamiento 1 se incrementa la producción de grasa en la leche durante el segundo tercio de la lactación, en el tratamiento 3 hay un incremento en el mismo período de la lactación que en el tratamiento 1 y en el tratamiento 4 la producción desciende durante el segundo tercio de la lactación, para después incrementarse progresivamente hasta alcanzar su producción máxima en el último tercio.

Cuadro 4.2. Producción de grasa (promedio \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero.

TRATAMIENTOS.	Cabras 1° lact. inducida 2° lact. parto. (1)	Cabras 1° lact. inducida avanzada. (2)	Cabras 1° lact. no inducida. (3)	Cabras 1° lact. no inducida + preñez temprana. (4)
No. ANIM.	3	2	3	3
DIAS LACT.	170	170	170	170
PROD. GRASA (g/anim/lact)	653 \pm 196 b		1314 \pm 168 a	685 \pm 126 b
DIAS A PICO PROD. GRASA	93		93	170
P. PICO GRASA (g/anim/día)	4.1		8.59	4.62
GRASA (%)	3.9 \pm 0.36 a		4.4 \pm 0.24 a	4.2 \pm 0.49 a

* Tratamientos con letras diferentes dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

Producción de Proteína

Referente a la producción de proteína, las cabras con el mayor promedio de producción fueron las del tratamiento 3 seguido por las cabras del tratamiento 1. Las cabras con el menor promedio de producción fueron las del tratamiento 4 (Cuadro 4.3.). No se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$), con respecto a esta variable.

Las cabras del tratamiento 4 alcanzaron el pico de producción de proteína en la leche el día 51 de su lactancia con un promedio de 3.78 g/animal/día, mientras que las cabras del tratamiento 3 lo alcanzaron el día 93 de su lactancia,

con una producción promedio de 7.37 g/animal/día, y por último, las cabras del tratamiento 1 alcanzaron el pico de producción de proteína el día 143 con un promedio de 4.08 g/animal/día (Cuadro 4.3.).

En la Figura 4.3. se observa como en las cabras del tratamiento 1 se incrementó la producción de proteína en la leche durante el segundo tercio de la lactación, al igual que en las cabras del tratamiento 3 durante el mismo período de la lactación, y en las cabras del tratamiento 4 se observa fluctuante a lo largo de toda la lactación hasta que logran alcanzar su pico de producción en el último tercio.

Producción de Caseína

No existió diferencia significativa en cuanto a la producción de caseína entre las cabras de los diferentes tratamientos ($P > 0.05$), y el valor más alto encontrado fue el correspondiente a las cabras de primera lactancia no inducida, seguido de las cabras con primera lactancia inducida y segunda lactancia de parto y por último las cabras de una lactancia no inducida y preñez (Cuadro 4.3.).

Las cabras del tratamiento 4 alcanzaron el pico de producción de caseína en la leche el día 13 de su lactancia con 2.92 g/animal/día, mientras que las cabras del tratamiento 3 lo alcanzaron el día 93 de su lactancia, con

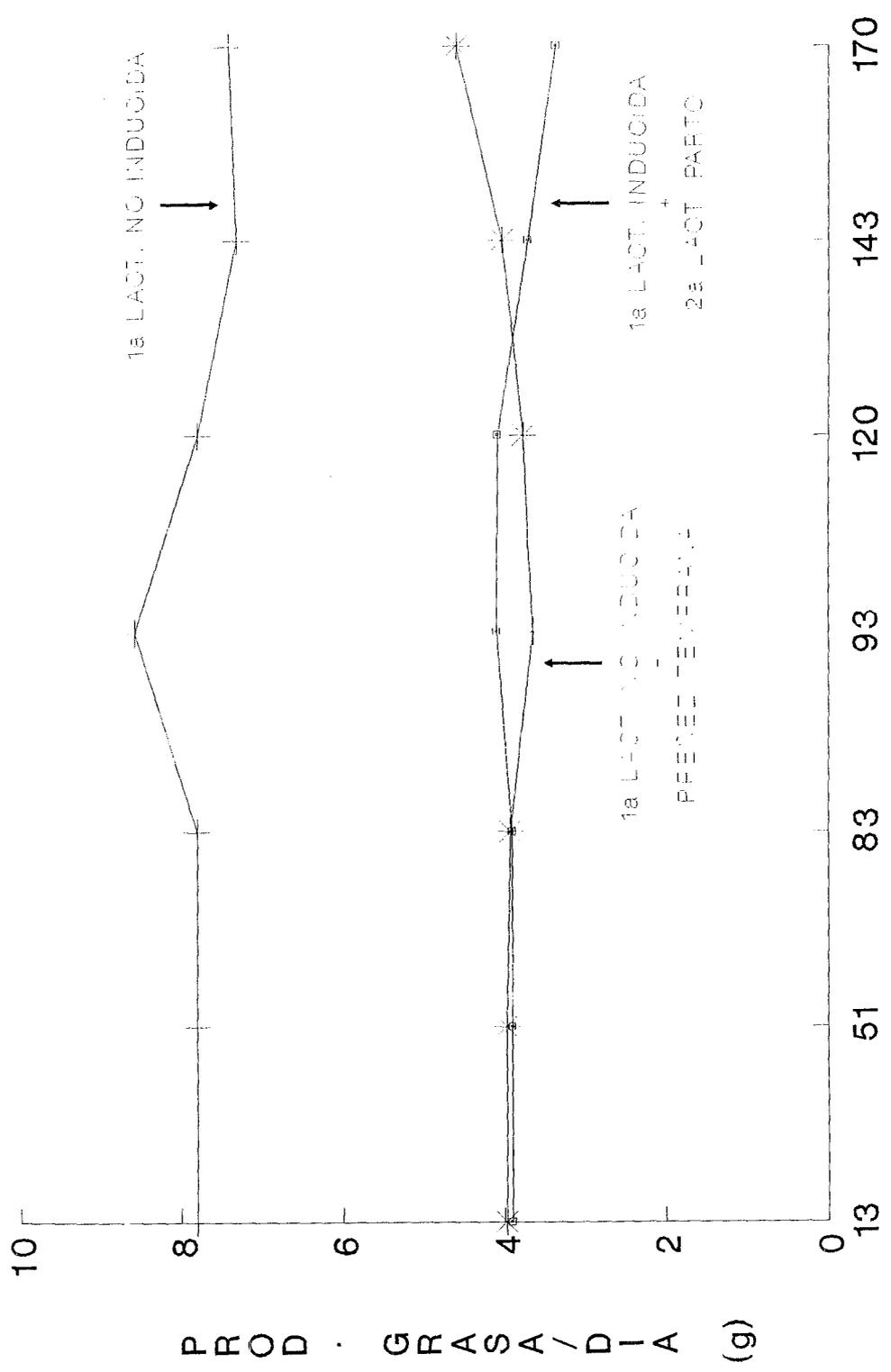
una producción promedio de 5.69 g/animal/día, y las cabras del tratamiento 1 lo alcanzaron el día 143 con una producción promedio de 3.13 g/animal/día (Cuadro 4.3.).

En general en el tratamiento 1 se observó un incremento constante de la producción de caseína desde el inicio de la lactancia hasta alcanzar su nivel máximo el día 143 de la misma, y posteriormente se observó un ligero descenso. La curva de caseína en la leche fue más elevada al principio de la lactancia y fluctuante a lo largo de la prueba en el tratamiento 4, mientras que en el tratamiento 3 comenzó a incrementarse después del inicio de la lactancia hasta alcanzar su pico y descender gradualmente (Figura 4.4.)

Cuadro 4.3. Producción de proteína y caseína (promedio \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero.

TRATAMIENTOS.	Cabras 1°lact. inducida 2°lact. parto. (1)	Cabras 1°lact. inducida avanzada. (2)	Cabras 1°lact.no inducida. (3)	Cabras 1°lact.no inducida + preñez temprana. (4)
No. ANIM.	3	2	3	3
DIAS LACT.	170	170	170	170
PROD. PROTEINA (g/anim/lact)	613 \pm 143 a		1077 \pm 229 a	582 \pm 132 a
DIAS PICO PROD. PROTEINA	143		93	51
P.PICO PROTEINA (g/anim/día)	4.08		7.37	3.78
PROTEINA (%)	3.5 \pm 0.33 a		3.5 \pm 0.4 a	3.5 \pm 0.46 a
PROD. CASEINA (g/anim/lact)	473 \pm 111 a		833 \pm 174 a	451 \pm 100 a
DIAS PICO PROD CASEINA	143		93	13
P.PICO CASEINA (g/anim/día)	3.13		5.69	2.92
CASEINA (%)	2.7 \pm 0.23 a		2.7 \pm 0.3 a	2.7 \pm 0.35 a

* Tratamientos con letras diferentes dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).



DIAS DE LACTANCIA
 FIGURA 4.2. PRODUCCION DE GRASA EN LA LECHE DE CABRAS EN SU PRIMERA LACTANCIA NATURAL, CON Y SIN LACTANCIA INDUCIDA ANTERIOR.

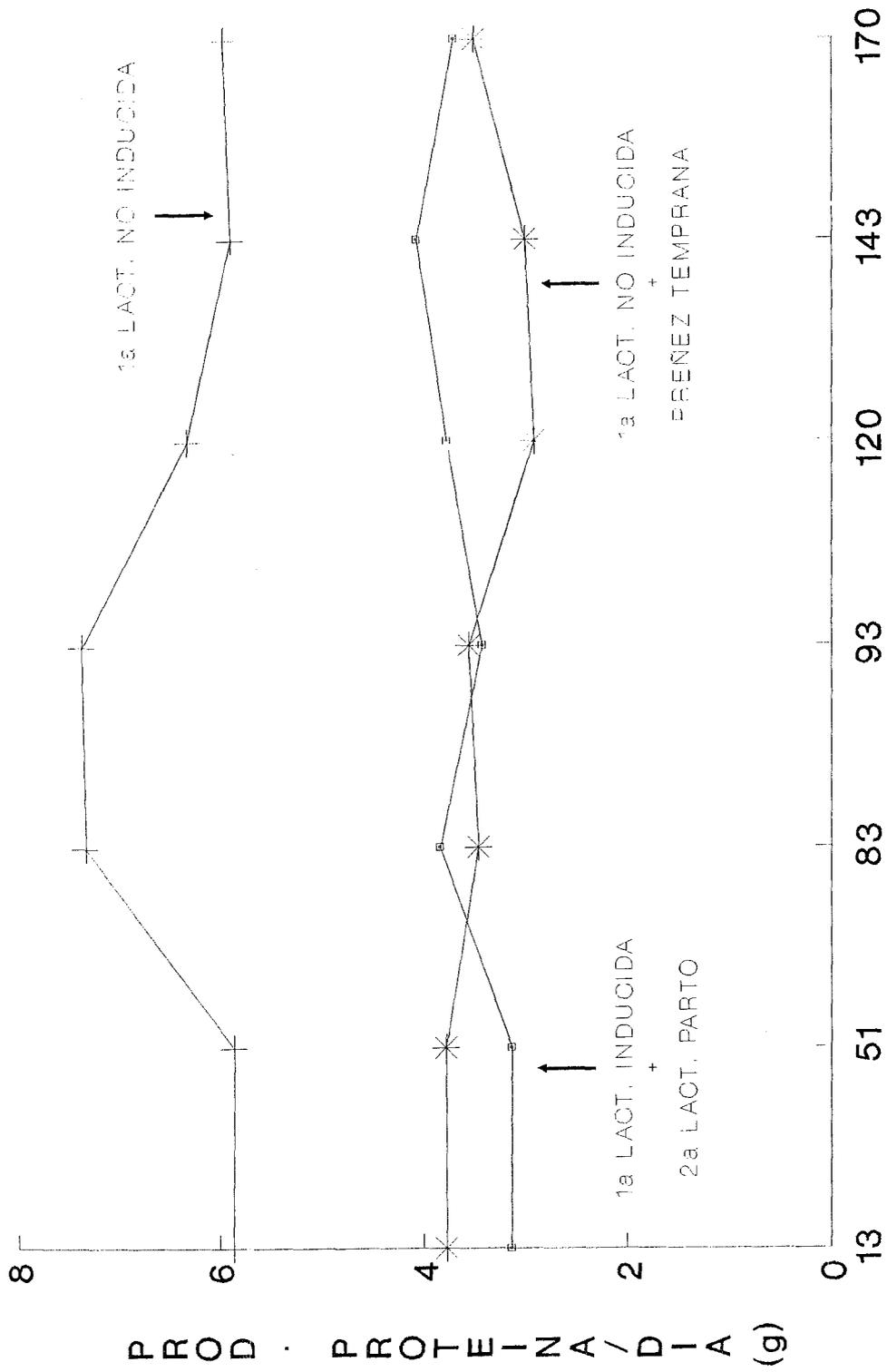


FIGURA 4.3. PRODUCCION DE PROTEINA EN LA LECHE EN SU PRIMERA LACTANCIA NATURAL, CON Y SIN LACTANCIA INDUCIDA ANTERIOR.

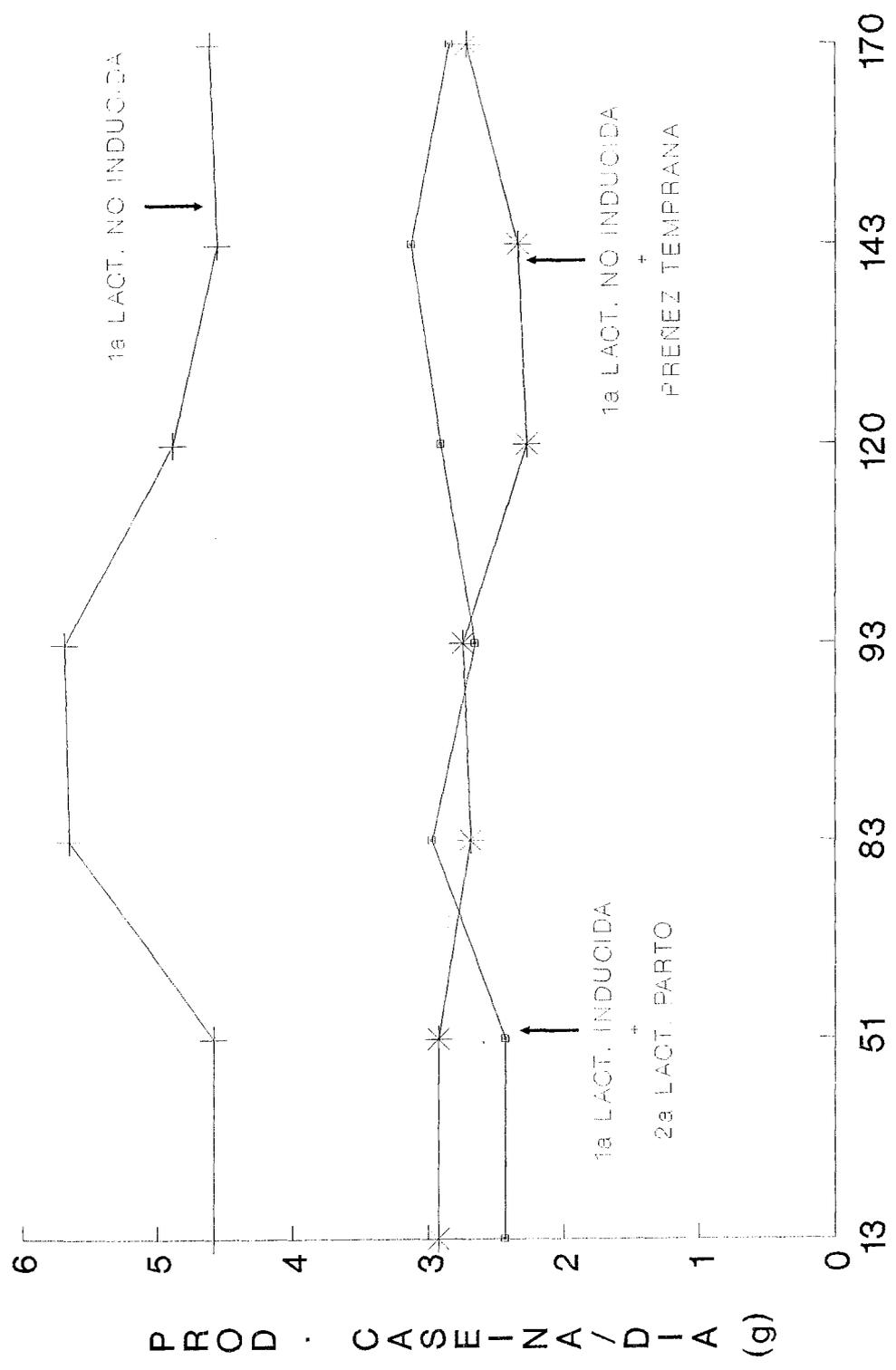


FIGURA 4.4. PRODUCCION DE CASEINA EN LA LECHE DE CABRAS EN SU PRIMERA LACTANCIA NATURAL, CON Y SIN LACTANCIA INDUCIDA ANTERIOR.

Altura a la Cruz

En el caso de la altura a la cruz de los animales, no existió diferencia entre las cabras de los diferentes tratamientos ($P > 0.05$). El valor para esta variable osciló entre 62.3 y 65.7 cm (Cuadro 4.4.).

Longitud Corporal

Con respecto a la longitud del cuerpo al final de la prueba, se encontraron valores muy similares entre los animales de los diferentes tratamientos. No existió diferencia entre los grupos ($P > 0.05$). Los valores medios encontrados están entre 42.3 cm de las cabras del tratamiento 1 y 44.3 cm de las cabras del tratamiento 4 (Cuadro 4.4.).

Diámetro torácico

Los valores medios para diámetro torácico no difirieron estadísticamente ($P > 0.05$) entre las cabras de los diferentes tratamientos. El rango de esta medición fue de 80 cm para el tratamiento 4 y 73.6 cm para el tratamiento 1 (Cuadro 4.4.).

Cuadro 4.4. Medidas corporales en cm (promedio \pm error estándar) de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancia derivada de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero.

TRATAM.	Cabras con 1°lact.ind. + 2°lact.par. (1)	Cabras 1°lact.ind. avanzada. (2)	Cabras 1°lact.no inducida. (3)	Cabras 1°lact.no inducida y preñez temprana. (4)
No. ANIM.	3	2	3	3
ALT.CRUZ	63.1 \pm 1.48 a	64.5 \pm 1.5 a	65.7 \pm 2.28 a	62.3 \pm 0.33 a
LONG.CORP.	42.3 \pm 0.33 a	42.5 \pm 0.5 a	43.6 \pm 1.2 a	44.3 \pm 1.45 a
DIAM.TORA.	73.6 \pm 2.02 a	76.0 \pm 4.0 a	77.6 \pm 2.33 a	80.0 \pm 1.0 a

* Tratamientos con letras diferentes dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

Peso

En los valores de peso inicial, peso final e incremento de peso no se encontró diferencia significativa entre las cabras de los diferentes tratamientos ($P > 0.05$). El peso inicial de los animales osciló entre 27.2 y 35.9 kg y los pesos finales entre 32 y 35 kg. En cuanto al incremento de peso se observó que las cabras en el tratamiento 4 no tuvieron aumento de peso y algunas de las cabras del tratamiento 3, incluso, bajaron de peso; no así las cabras del tratamiento 2 que fueron los animales con los incrementos de peso más altos, seguidas por las cabras del tratamiento 1 (Cuadro 4.5.).

Cuadro 4.5. Peso inicial, peso final e incremento de peso en kg (media \pm error estándar) en 170 días de lactancia, de cabras criollas inducidas a la lactancia y cabras con lactancias derivadas de parto, de la misma edad, mantenidas en agostadero.

TRATAM.	Cabras con 1°lact.ind. + 2°lact.par. (1)	Cabras 1°lact.ind avanzada. (2)	Cabras 1°lact.no inducida. (3)	Cabras 1°lact.no ind+preñez temprana (4)
No. ANIM	3	2	3	3
P. INICIAL	30.5 \pm 1.25 a	27.2 \pm 1.8 a	35.9 \pm 3.78 a	34.6 \pm 3.65 a
P. FINAL	32.0 \pm 1.52 a	33.5 \pm 1.5 a	35.0 \pm 1.73 a	34.6 \pm 1.45 a
INCREMENTO	1.5 \pm 0.28 a	6.3 \pm 0.3 a	-0.9 \pm 3.72 a	0.0 \pm 2.29 a

* Tratamientos con letras diferentes dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

La producción de leche de las dos cabras inducidas a la lactancia y mantenidas sin gestación en 465 días, fue de 142.57 l de la cabra 1 y de 91.55 l de la cabra 2. En la Figura 4.5. se observa como las dos cabras tuvieron un comportamiento productivo similar con la tendencia de incrementar su producción paulatinamente hasta alcanzar su pico de lactancia poco tiempo después de que concluyó la temporada de lluvias, y durante los meses fríos del año como se puede observar en la Figura 4.6. con una producción de 500 y 320 ml/animal/día de las cabras 1 y 2, respectivamente el día 346, y a partir de ese punto la curva desciende conforme se incrementa el tiempo de la lactancia.

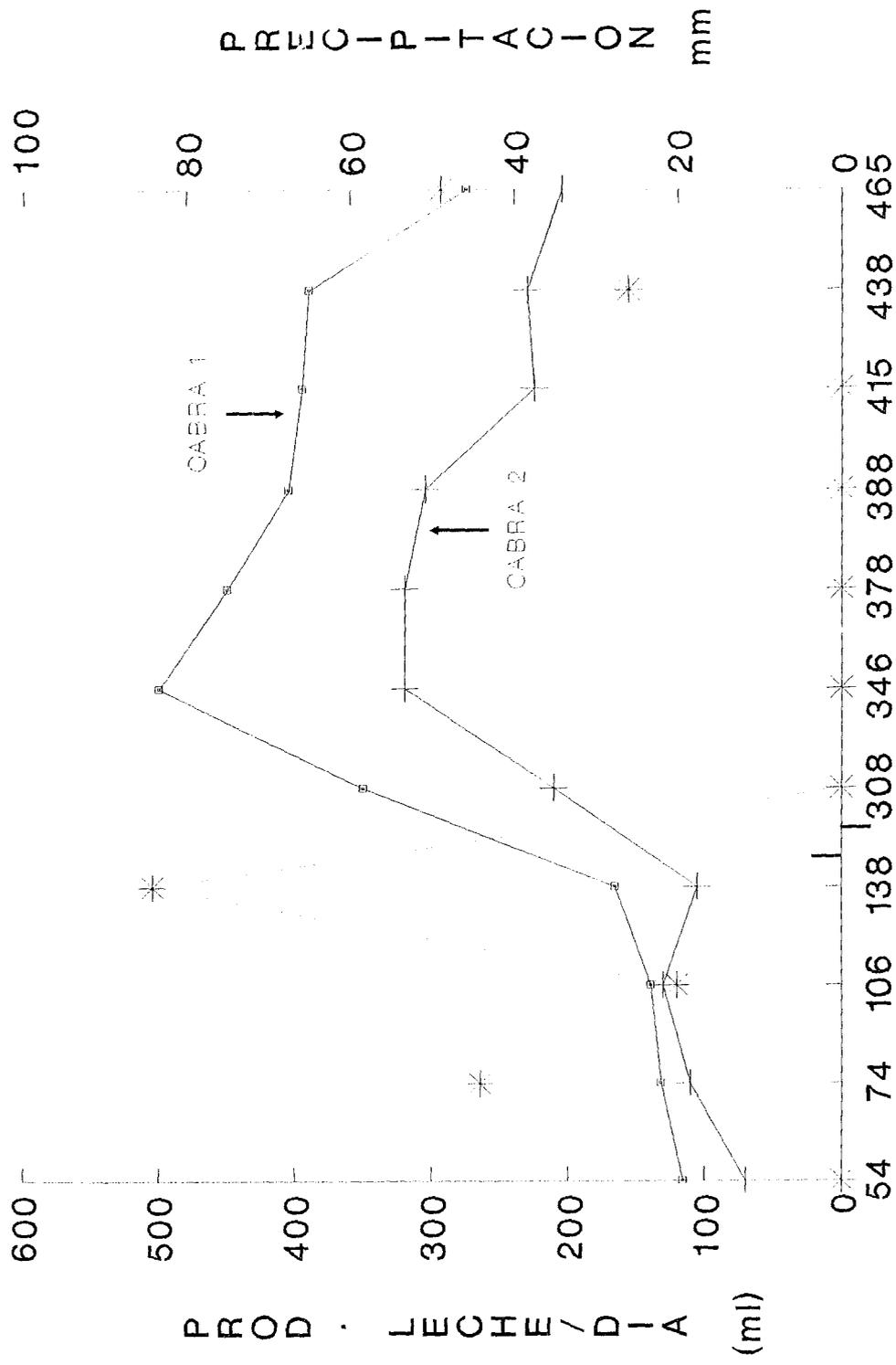


FIGURA 4.5. PRODUCCION DE LECHE DURANTE 465 DIAS DE CABRAS PREPUBERALES INDUCIDAS A LA LACTANCIA POR METODOS HORMONALES.

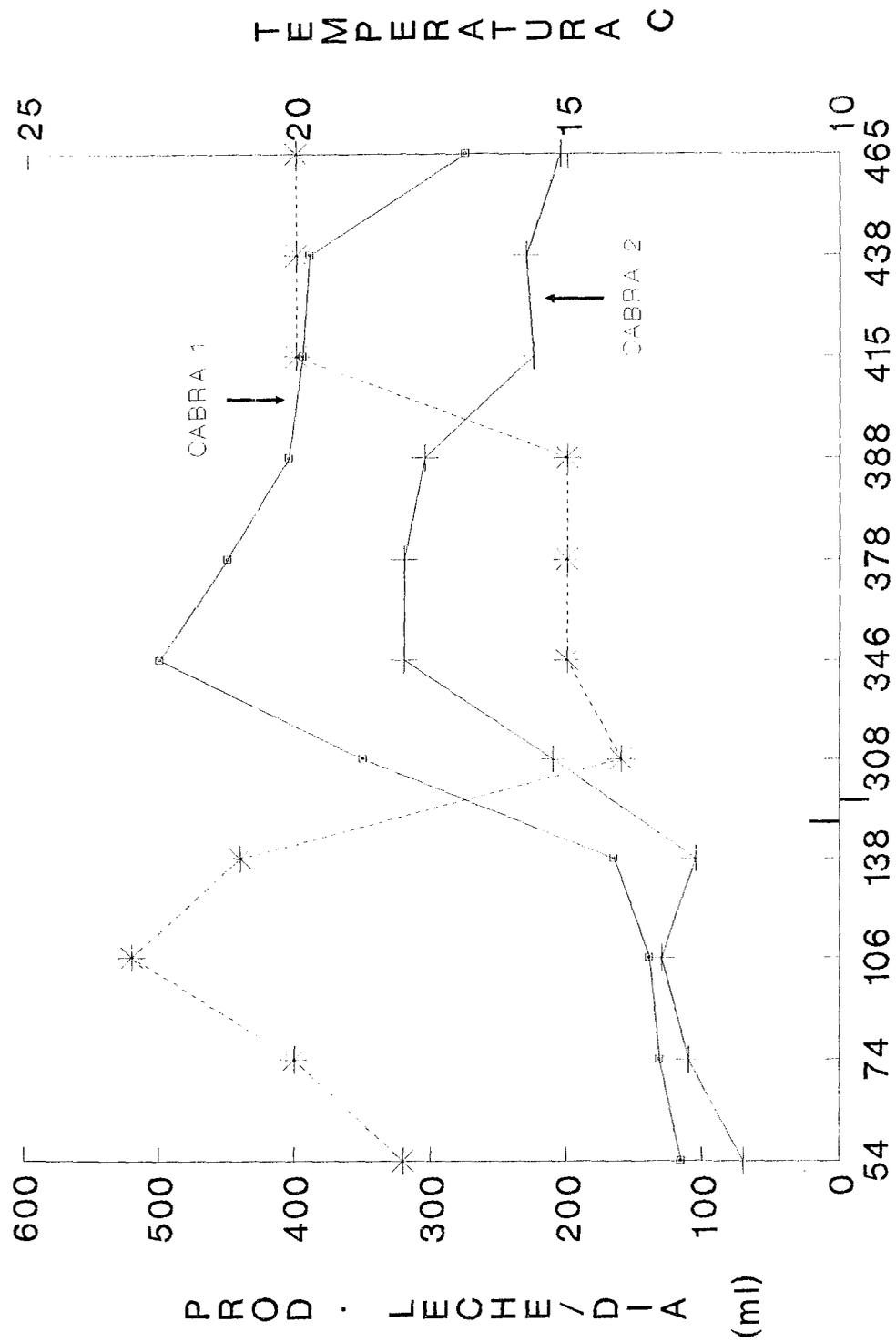


FIGURA 4.6. PRODUCCION DE LECHE DURANTE 465 DIAS DE CABRAS PREPUBERALES INDUCIDAS A LA LACTANCIA POR METODOS HORMONALES.

Experimento II

Inducción de la lactancia

En general, se observó que todos los animales presentaron un desarrollo mamario, en respuesta al tratamiento hormonal al que fueron sometidos. Sin embargo, en los machos el crecimiento del tejido mamario se limitó al área adyacente a la teta, a diferencia de las hembras las cuales desarrollaron su ubre notoriamente.

En relación al total de los animales inducidos a la lactancia, se encontró que el 80 por ciento de las cabras prepuberales (grupo testigo) lograron secretarar leche en una forma constante. Dicho de otra forma, en cuatro de las cinco cabras se estableció la lactancia. La cabra que no respondió a la aplicación de hormonas se desechó poco después de haberse concluido el tratamiento hormonal. En el caso de los machos cabríos castrados inducidos a la lactancia, se encontró que el 66.6 por ciento de los animales respondieron satisfactoriamente al tratamiento hormonal; de tres animales machos que entraron al experimento uno se desechó ya que no respondió al tratamiento.

Producción de leche

En el Cuadro 4.6. se observa que la producción de leche de las cabras fue notablemente mayor que el de los machos cabríos ($P < 0.05$), esta diferencia fue 93.7 por ciento mayor en cabras que en machos castrados. Ambos grupos alcanzaron su pico de lactancia el día 59 con 81.25 ml/animal/día de las hembras prepuberales y 4.75 ml/animal/día de los machos castrados (Cuadro 4.6.).

Cuadro 4.6. Producción de leche (promedio \pm error estándar) en 83 días de lactancia, de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales.

TRATAMIENTOS.	CABRAS (1)	MACHOS CABRIOS (2)
No. ANIMALES	4	2
DIAS LACTANCIA	83	83
PROD. LECHE (ml/animal/lact)	5289 \pm 1257 a	329 \pm 23 b
DIAS PICO LACT.	59	59
P. PICO LACTANCIA (ml/animal/día)	81.25	4.75

* Dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

En la Figura 4.7. se observa como la producción de leche de los animales de ambos tratamientos se incrementó a lo largo de la lactancia, de su nivel más bajo hasta alcanzar su pico de producción a los 59 días y descender luego en el día 83 de su lactancia.

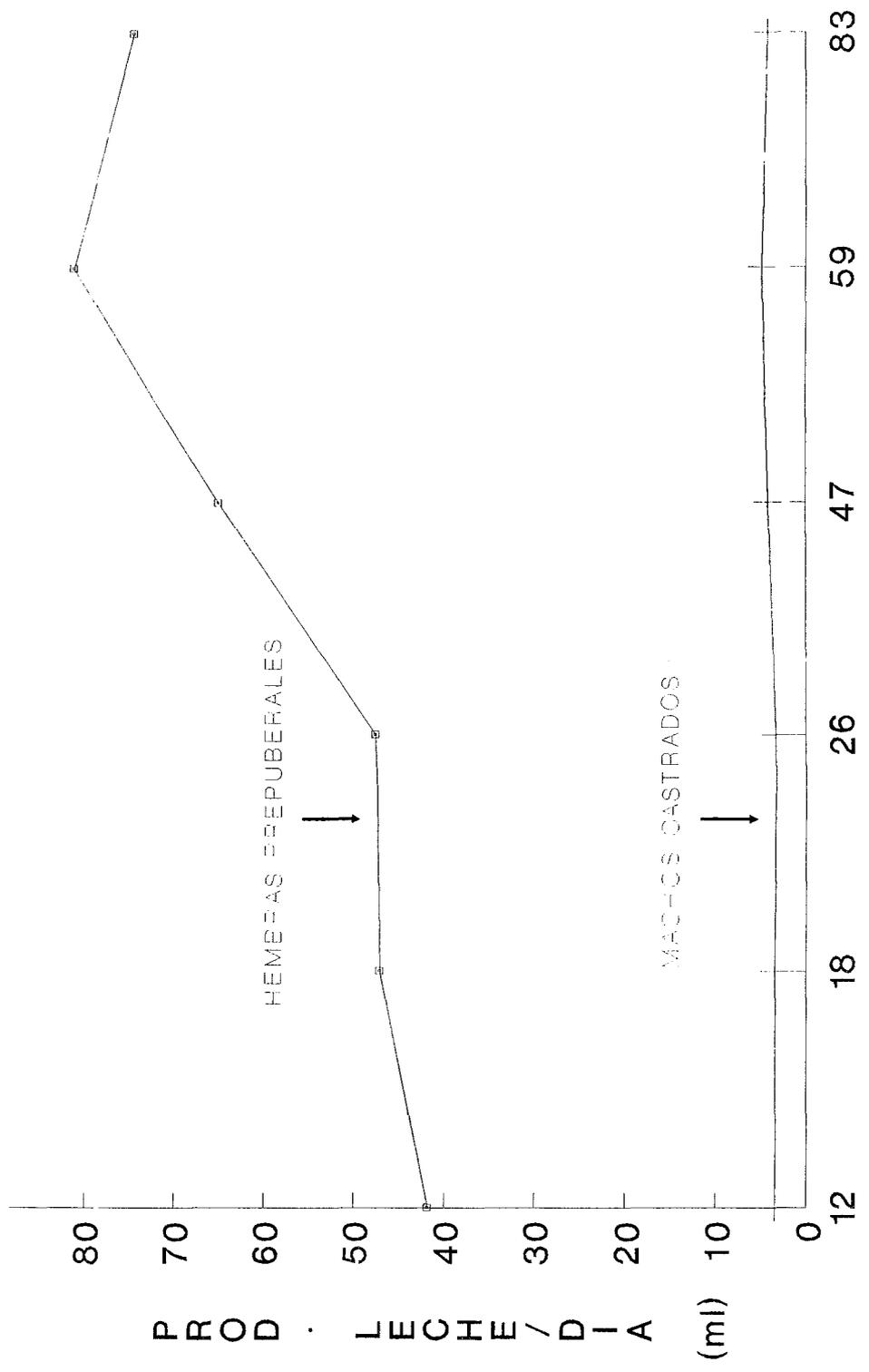
Producción de grasa

La producción de grasa de la leche fue 93.8 por ciento mayor en las cabras prepuberales que en los machos cabríos castrados (Cuadro 4.7.). En base al ANVA realizado, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$). En el caso de la producción de grasa el grupo de hembras prepuberales alcanzó su pico de producción el día 59 de la lactancia con 2.8 g/animal/día y los machos castrados lo alcanzaron el día 83 de la lactancia con 0.16 g/animal/día.

Cuadro 4.7. Producción de grasa (promedio \pm error estándar) en 83 días de lactancia, de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales.

TRATAMIENTOS.	CABRAS (1)	MACHOS CABRIOS (2)
No. ANIMALES	4	2
DIAS LACTANCIA	83	83
PROD. GRASA (g/animal/lact)	188 \pm 57 a	12 \pm 0.5 a
DIAS A PICO PROD. GRASA	59	83
P. PICO GRASA (g/animal/día)	2.8	0.16
GRASA (%)	3.5 \pm 0.42 a	3.3 \pm 0.1 a

* Dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).



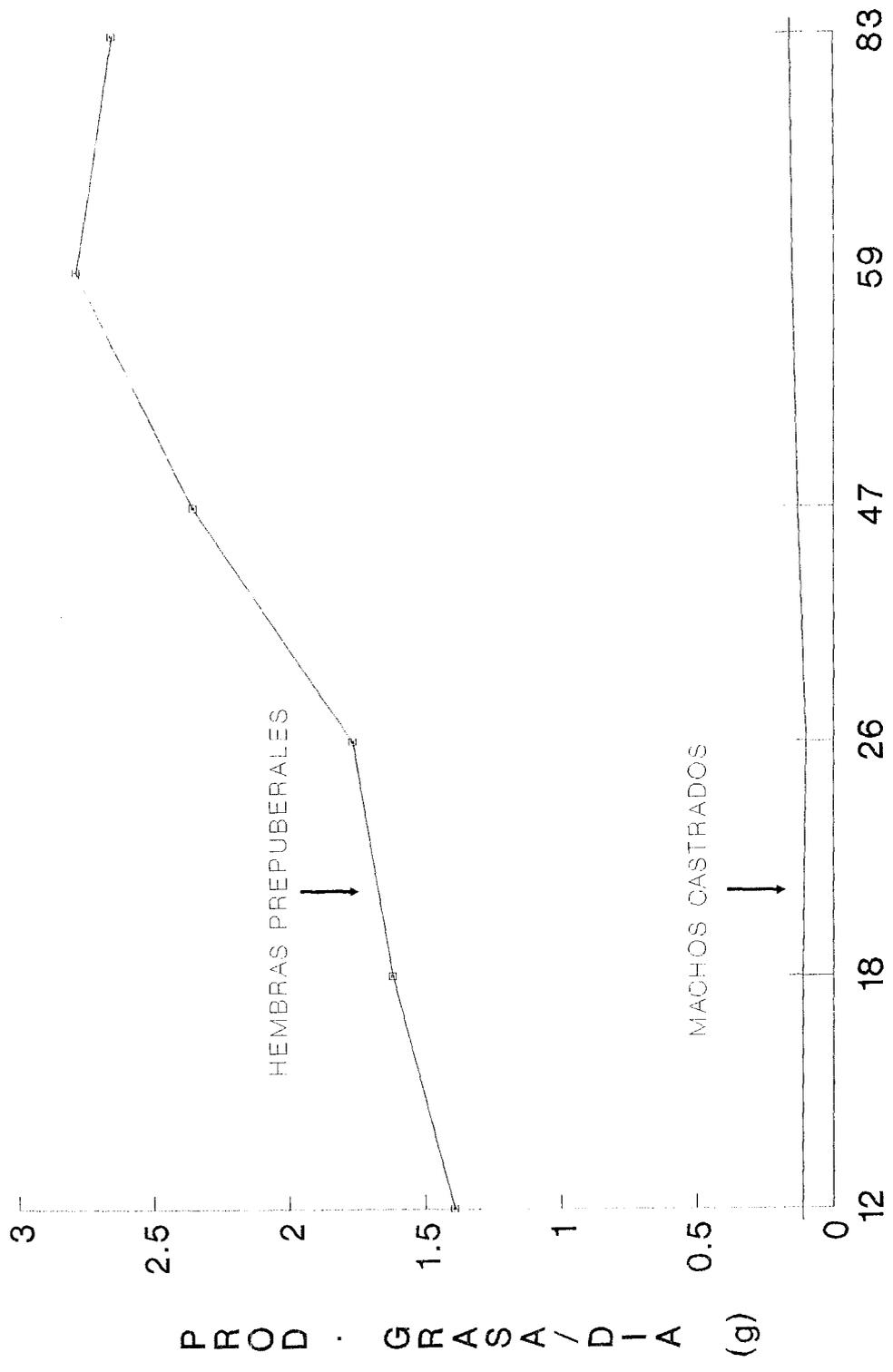
DÍAS DE LACTANCIA
FIGURA 4.7. PRODUCCION DE LECHE DE MACHOS CABRIOS CASTRADOS Y
HEMBRAS PREPUBERALES INDUCIDOS A LA LACTANCIA.

En la Figura 4.8. se observa como, en el caso de las hembras prepuberales, la tendencia de la producción de grasa en la leche, es de incrementarse gradualmente hasta alcanzar su pico de producción y posteriormente descender. Para los machos castrados la tendencia principal fue fluctuar a lo largo de la lactancia con un ligero incremento en la producción al final.

Producción de proteína

En el Cuadro 4.8. se observa que el valor de producción de la proteína de la leche fue 94.2 por ciento mayor en las cabras prepuberales que en los machos cabríos castrados. Se encontró que estos valores no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$). El pico de producción de proteína en la leche de ambos grupos lo alcanzaron el día 59 con una producción promedio de 3.25 y 0.17 g/animal/día de los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

En la Figura 4.9. se observa que la producción de proteína en la leche de los machos castrados fue fluctuante con casi el mismo nivel de producción durante toda la lactancia, mientras que la producción de las hembras prepuberales se incrementó gradualmente desde el inicio de la lactancia, hasta alcanzar su pico de producción, posteriormente descendió ligeramente.



DIAS DE LACTANCIA

FIGURA 4.8. PRODUCCION DE GRASA EN LA LECHE DE MACHOS CABRIOS CASTRADOS Y HEMBRAS PREPUBERALES INDUCIDOS A LA LACTANCIA.

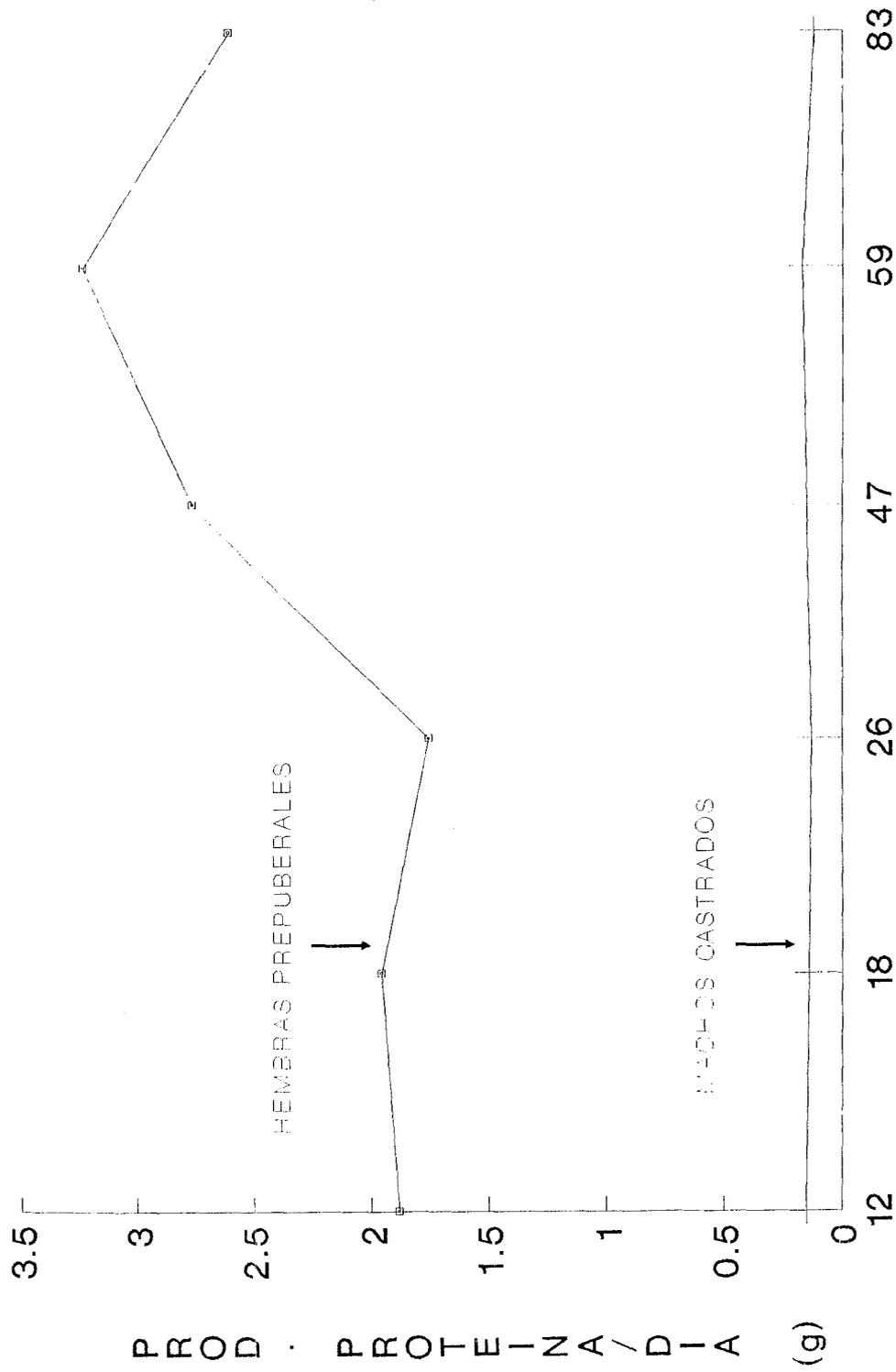


FIGURA 4.9. PRODUCCION DE PROTEINA EN LA LECHE DE MACHOS CABRIOS CASTRADOS Y HEMBRAS PREPUBERALES INDUCIDOS A LA LACTANCIA.

Producción de caseína

En relación a la producción de caseína en la leche podemos observar que las cabras prepuberales presentaron un nivel más elevado de este componente (94.2 por ciento) que los machos cabríos castrados (Cuadro 4.8.), y en base al ANVA realizado esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$). El pico de producción de caseína en la leche de ambos grupos de animales lo alcanzaron el día 59 con una producción promedio de 2.55 y 0.13 g/animal/día de los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

En la Figura 4.10. se observa que la producción de caseína en la leche de los machos castrados se incrementó ligeramente durante toda la lactancia, presentando casi el mismo nivel de producción, mientras que la producción de las hembras prepuberales se incrementó gradualmente desde el inicio de la lactancia hasta alcanzar su pico de producción el día 59 para posteriormente descender ligeramente al final del experimento.

Estructura Alveolar

En base al estudio histomorfológico efectuado a las muestras de parenquima mamario de los animales inducidos a lactancia, se encontró que los alvéolos de las glándulas mamarias de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales a simple vista no

Cuadro 4.8. Producción de proteína y caseína (promedio \pm error estándar) en 83 días de lactancia, de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales.

TRATAMIENTOS.	CABRAS (1)	MACHOS CABRIOS (2)
No. ANIMALES	4	2
DIAS LACTANCIA	83	83
PROD. PROTEINA (g/animal/lact)	209 \pm 51.15 a	12.0 \pm 2.0 a
DIAS A PICO PROD. PROTEINA	59	59
PROD. PICO PROT. (g/animal/día)	3.25	0.17
PROTEINA (%)	3.7 \pm 0.16 a	3.8 \pm 0.8 a
PROD. CASEINA (g/animal/lact)	163.0 \pm 40.14 a	9.5 \pm 1.5 a
DIAS A PICO PROD. CASEINA	59	59
PROD. PICO CAS. (g/anim/día)	2.55	0.13
CASEINA (%)	2.9 \pm 0.12 a	3.0 \pm 0.6 a

* Dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

presentaron diferencias en cuanto a las estructuras observadas. Se encontró que el área promedio de los alvéolos de hembras fue de 5,854 micras cuadradas y el de los machos castrados fue ligeramente mayor con 6,117 micras cuadradas, el área de las células secretoras fue de 101.5 \pm 17.26 micras cuadradas en hembras y de 62.6 \pm 24.27 micras cuadradas en machos (Cuadro 4.9.) y en base al ANVA efectuado con los valores de área alveolar y de área celular, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 4.9. Medidas en micras de alvéolos y células secretoras (media \pm error estándar) de muestras tomadas del parenquima mamario de machos cabríos castrados y cabras criollas prepuberales, de la misma edad, inducidos a la lactancia por métodos hormonales.

CARACTERISTICA	CABRAS	MACHOS CABRIOS
LARGO ALVEOLAR	97.65	102
ANCHO ALVEOLAR	53.9	45
AREA ALVEOLAR	5854 \pm 1312 a	6117 \pm 2814 a
LARGO CELULAR	12.17	9.3
ANCHO CELULAR	8.1	5.5
AREA CELULAR	102 \pm 17.3 a	63 \pm 24.3 a

* Dentro de hileras, medias con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

En la Figura 4.11. A) se observa un alvéolo de cabra prepuberal inducida a la lactancia por métodos hormonales, en la cual podemos notar las células secretoras con sus núcleos visibles, y rodeado por tejido conectivo. En la Micrografía B) se observa un alvéolo de macho cabrío castrado inducido a la lactancia por métodos hormonales, en el que se observa una pequeña porción del lumen alveolar en el centro y células secretoras con núcleos muy visibles.

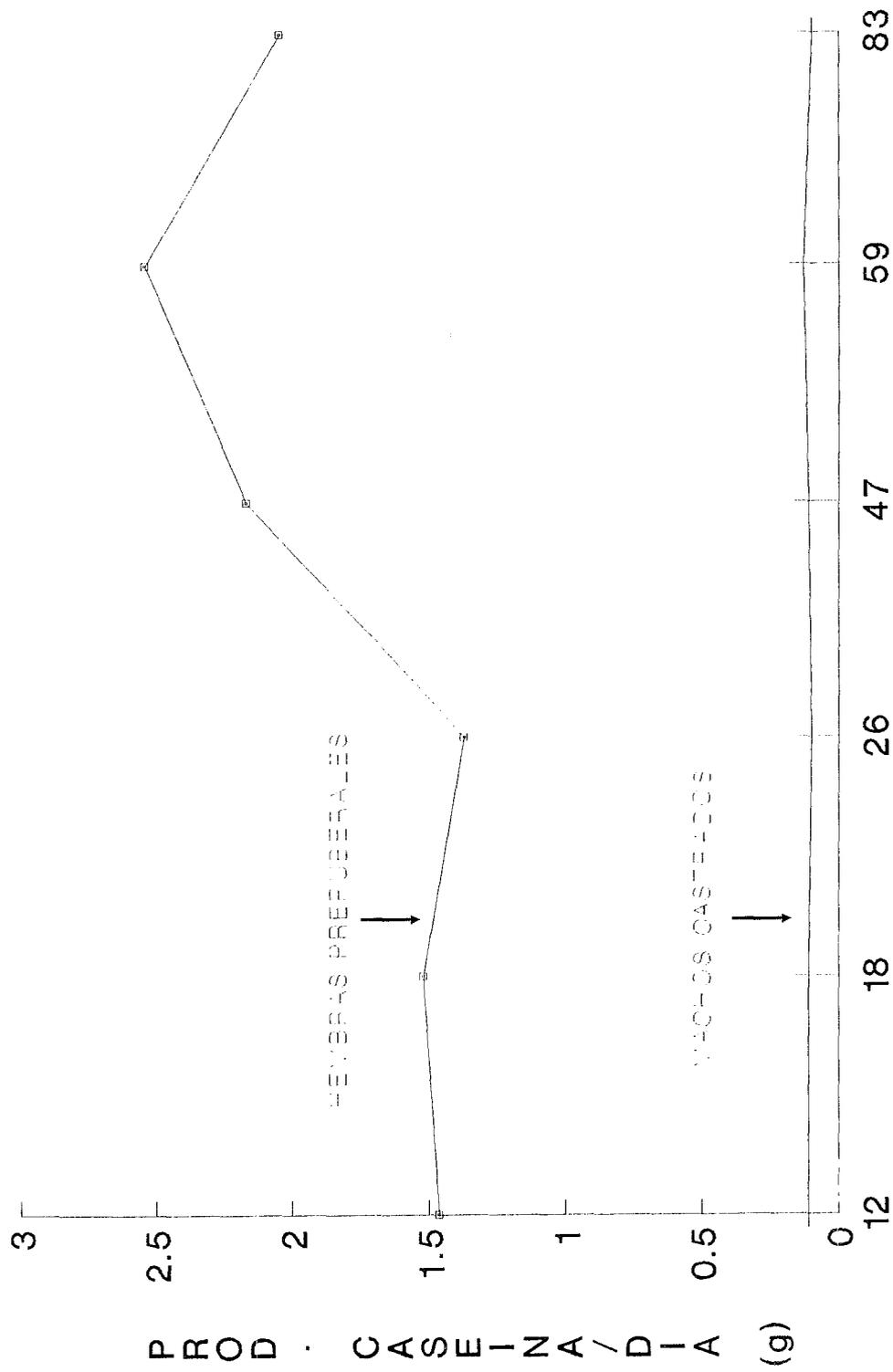


FIGURA 4.10. PRODUCCION DE CASEINA EN LA LECHE DE MACHOS CABRIOS CASTRADOS Y HEMBRAS PREPUBERALES INDUCIDOS A LA LACTANCIA.

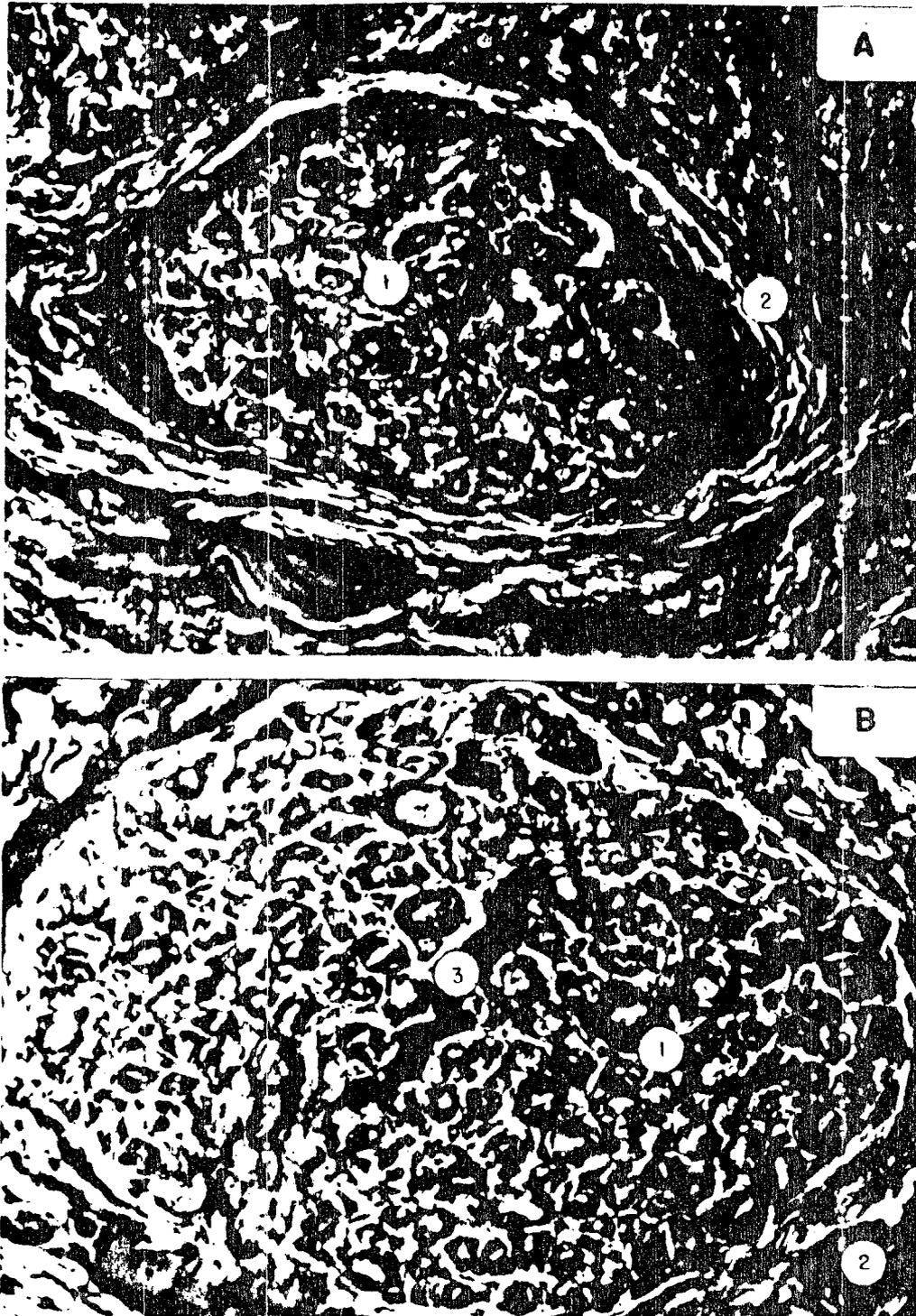


Figura 4.11. Alvéolos de cabra prepuberal (A) y macho cabrío castrado (B) inducidos a la lactancia por métodos hormonales. 1) células secretoras con sus núcleos visibles, 2) tejido conectivo, 3) lumen alveolar. (contraste de fases 400X).

DISCUSION

- La producción de leche de las cabras con su primera lactancia inducida y su segunda lactancia de parto fue 46.84 por ciento menor que la de las cabras en su primera lactancia no inducida, Almlid (1982) refiriéndose a cabras inducidas a lactancia por métodos hormonales reportó que la producción de estas cabras fue 46, 60 y 70 por ciento menor que la producción media anual de los mismos animales en su lactancia inmediata anterior. Eaton et al. (1953) encontró que la correlación entre la producción de la primera lactancia inducida y la producción de la primera lactancia natural fue de $r= 0.6$ de esta manera, una cabra que en la primera lactancia inducida produjo 100 lb de leche, en la primera lactancia natural puede producir 1000 lb de leche, mostrando así, que las cabras inducidas a la lactancia tienen un nivel inferior de producción que las cabras con lactancia normal. Esta menor producción de leche no se debe a una menor actividad secretora de las células alveolares, sino, a una menor proliferación del tejido mamario en las cabras inducidas (Fowler et al., 1991). La cantidad de leche obtenida de las cabras en etapa avanzada de la lactancia inducida y mantenidas en agostadero, fue superior a la leche producida por las cabras en su primera lactancia no inducida

en iguales circunstancias de manejo.

- La producción de leche de las cabras con dos lactancias, la primera inducida antes de alcanzar la pubertad, y la segunda derivada de parto fue inferior a la producción de leche de las cabras en etapa avanzada de la lactancia inducida y las cabras en su primera lactancia no inducida, pero cuando se contabiliza el total de leche producido en 465 días de lactancia de las cabras con dos lactancias, la primera inducida antes de alcanzar la pubertad, y la segunda derivada de parto, estas superan a las cabras de los otros dos tratamientos.

- La inducción de la lactancia prepuberalmente por métodos hormonales no tuvo efectos sobre el desarrollo corporal: altura a la cruz, longitud corporal, diámetro torácico, peso inicial y peso final de las cabras. En el caso del incremento de peso, se observó que las cabras inducidas a lactancia fueron las que mayores incrementos de peso tuvieron mientras que las cabras de los tratamientos con lactancias de parto natural simplemente no incrementaron su peso e incluso lo redujeron, coincidiendo esto con los resultados de Linzell (1973) el cual reportó que en cabras con lactancia natural, el peso corporal no varió durante su lactancia.

- En el presente estudio se logró caracterizar la

producción de leche de cabras vírgenes prepuberales inducidas a lactancia por métodos hormonales y mantenidas en agostadero, por un espacio de 465 días, estos animales representan el 20 por ciento del total de cabras inducidas a lactancia. El promedio de días de lactación reportado por Almlid (1982) obtenido en cabras multiparas fué de 290 días y la lactación reportada por Montigny *et al.* (1983) en cabras multiparas (Alpinas y Sannen) mantenidas en estabulación fué de 219 días, con una producción de leche aceptable, Kayser (1950) reportó lactancias mayores a 310 días, sin embargo Jara *et al.* (1992) reportaron lactancias de 620 días en cabras criollas estabuladas y Linzell (1973) lactancias de entre 730 y 1460 días en cabras alimentadas en semiestabulación. La duración de la lactancia en cabras criollas mantenidas en agostadero fue de 126 días (Zertuche, 1969). Los resultados del presente trabajo al igual que los obtenidos por los autores antes mencionados, muestran que la duración de la lactancia en cabras inducidas a la lactación por métodos hormonales tiene la misma duración que una lactancia originada por parto natural, y esta lactancia puede mantenerse por tiempo prolongado.

- El pico de lactancia de las cabras en su primera lactancia no inducida y las cabras en su primera lactancia no inducida y preñez temprana se presentó al inicio de la lactancia, mientras que el pico de lactancia de las cabras con dos lactancias, la primera inducida, antes

de alcanzar la pubertad y las cabras en etapa avanzada de la lactancia inducida se presentaron a los 143 días de lactancia. Por lo que el pico de lactancia de cabras inducidas a la lactancia se presenta en el segundo tercio de esta, difiriendo de cabras con lactancia de parto normal que presentan su pico de lactancia al inicio de la misma. Este comportamiento coincide con lo expuesto por Carrillo (1992) que encontró que el pico de la lactancia de cabras inducidas a la lactancia fue alcanzado el día 79 de ésta, concluyendo que la lactancia en cabras inducidas tarda más en establecerse, que en cabras con lactancia normal.

- El porcentaje de grasa, proteína y caseína de la leche de cabras y machos cabrios inducidos a la lactancia fue similar al porcentaje de los mismos componentes de la leche de cabras con lactancia de parto normal, esto coincide con lo expuesto por Sinha et al. (1983), ellos reportaron que la composición de la leche de cabras inducidas a lactancia fue similar a la de la leche de cabras no inducidas a lactancia. También reportó que la tasa de crecimiento de ratas alimentadas con esa leche fue similar a la de ratas que consumieron leche de vaca. Por otro lado, Ryot et al. (1990) encontraron que los componentes de la leche de cabras inducidas a la lactancia, fueron más altos en la leche de cabras inducidas en comparación con las no inducidas.

- En el presente estudio se encontró que el

tratamiento con estradiol y progesterona vía subcutánea, más dexametasona vía intramuscular, es efectivo para inducir la lactación en cabras vírgenes prepuberales, coincidiendo con lo publicado por Montigny *et al.* (1983) que indujeron a lactación a 349 cabras multiparas (Alpinas y Sannen) empleando estrógenos y progesterona en períodos de 7 días, y corticoesteroides.

- Se encontró que el mismo tratamiento hormonal probado en cabras y aplicado a machos castrados produjo en ellos el desarrollo de la glándula mamaria, y se desencadenó la secreción de leche. Hadley (1984) enlistó a los estrógenos, progesterona, glucocorticoides, somatotropina, insulina, lactógeno placentario y la prolactina como las hormonas implicadas en el desarrollo mamario y la lactogénesis en varias especies. Bajo el tratamiento hormonal empleado en el presente trabajo el 80 por ciento de cabras vírgenes prepuberales y el 66.6 por ciento de machos cabríos castrados, respondieron al tratamiento hormonal de inducción a la lactancia, estos valores indican que el tratamiento hormonal no es 100 por ciento efectivo al igual que los resultados del 75 por ciento de respuesta al tratamiento obtenido por Carrillo (1992) y 90 por ciento reportado por Mendoza (1993).

- Entre los animales del experimento se encontró que las hembras desarrollaron notoriamente su ubre al término del

tratamiento hormonal con estrógenos y progesterona, mientras que los machos castrados al término de la aplicación del mismo tratamiento sólo desarrollaron la parte correspondiente a la teta. Es comprensible que el macho cabrío, aun castrado para evitar la interferencia de los andrógenos en la inducción a la lactancia, no cuenta con un marco hormonal completo ni las estructuras físicas apropiadas para desarrollar adecuadamente su glándula mamaria e iniciar la secreción de leche, comparablemente con las hembras. Cardy (1991) con respecto al dimorfismo sexual de la glándula mamaria en ratas, reportó que la glándula de las hembras consta de ductos tubulares y estructuras alveolares dispersas. En machos pequeños el tejido mamario es generalmente más ramificado que en hembras de la misma edad. Estos ductos están dispersos dentro de una larga hipodermis con grupos de células lobulares más contiguos que están distintos de ellas por la falta de una orientación tubular o ductal obvia. Las células colocadas dentro del alvéolo de la hembra son generalmente caracterizadas por un citoplasma abundante, espumoso y eosinófilo conteniendo distintas vacuolas de tamaño variable. La lumina alveolar es indistinta pero contiene la evidencia de actividad secretora.

- El diámetro promedio externo de los alvéolos encontrados en el presente estudio fue de 97.6 micras en hembras y de 102 micras en machos castrados no encontrándose diferencia entre ellos. Para el caso de cabras lactando

naturalmente, Parmar y Shrivastava (1989) reportaron medida del diámetro externo de los alvéolos de 30 a 215 micras con una media de 80.7 micras. El diámetro de las células secretoras de leche fue de 12.17 micras en hembras y de 9. micras en machos, valores que no difirieron significativamente ($P > 0.05$). Parmar y Shrivastava (1989) encontraron valores de 8.6 a 12.9 micras con un promedio de 10.9 micras de diámetro. Las dimensiones alveolares celulares encontradas en el presente estudio, muestran que son estructuras cuyas dimensiones y morfología están dentro de lo normal.

CONCLUSIONES

- La producción de leche de las cabras en etapa avanzada de la lactancia inducida y mantenidas en agostadero fue similar a la producción de leche de las cabras en su primera lactancia no inducida en iguales circunstancias de manejo.

- La inducción de la lactancia en cabras prepuberales puede reducir la producción de leche en la lactancia siguiente de parto natural, aunque estos resultados deben reconfirmarse debido al reducido número de animales.

- La inducción de la lactancia en cabras prepuberales no tiene ningún efecto sobre el desarrollo corporal futuro de estas cabras, e incluso el método hormonal puede ser promotor del crecimiento en ellos.

- El número de días de lactación de cabras inducidas a la lactancia puede ser igual o mayor que el número de días de lactancia de cabras con lactancia de parto natural, debido a que en la mayoría de los casos se emplean hembras de desecho que no están condicionadas a entrar a un empadre posterior a su lactancia inducida.

- El pico de lactancia de cabras inducidas a lactancia se presenta a mediados del período de la lactación y en cabras con lactancia de parto natural se presenta al principio del período de la lactación.

- El porcentaje de grasa, proteína y caseína de leche de cabras prepuberales y machos cabríos inducidos a lactación es similar a los valores encontrados en la leche de cabras con lactancia natural.

- El tratamiento hormonal con estrógenos, progesterona y dexametasona produce el mismo efecto de inducción de lactancia en hembras prepuberales que en machos cabríos castrados. El tratamiento hormonal no resultó ser igualmente efectivo en los machos castrados para inducir el proceso de mamogénesis.

- La inducción de la lactancia por métodos hormonales en machos cabríos castrados no es viable ya que su producción de leche es muy escasa.

- Dadas las diferencias morfológicas y endocrinas naturales inherentes al sexo, la inducción de la lactancia por métodos hormonales en machos cabríos castrados puede emplearse en experimentos encaminados a denotar el efecto de cada una de las hormonas involucradas en el proceso de mamogénesis y lactogénesis natural en hembras. Además,

producción de leche de machos cabríos prepuberales enteros inducidos a la lactancia, por medio de métodos hormonales, pudiera estar correlacionada con la producción de leche de sus hijas en el futuro, y de esta manera pudiera ser posible saber el potencial genético para producción de leche de un macho cabrío, sin la necesidad de someterlo a una prueba de progenie. Ambas reflexiones pueden ser tema para futuras investigaciones.

- Los alvéolos y células alveolares desarrollados en la glándula mamaria de hembras prepuberales y machos cabríos castrados, bajo la influencia de un tratamiento hormonal de inducción a la lactancia, y en base a los resultados estadísticos obtenidos, no difieren morfológicamente.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el rancho Los Angeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado en el municipio de Saltillo, al sur del estado de Coahuila.

El trabajo consistió de dos experimentos, en el primero se emplearon 20 cabras prepuberales criollas mantenidas en agostadero. A 10 de ellas se les indujo a la lactancia en marzo de 1992 y las 10 restantes se emplearon como testigo. El método hormonal empleado consistió en la aplicación subcutánea de .3 mg/kg/día por 7 días de cipionato de estradiol, y separadamente 1.25 mg/kg/día por 7 días de progesterona, ambas hormonas en dos aplicaciones diarias. Durante 10 días no se suministró ningún producto, después de este período se les aplicaron .5 mg/kg/día por 3 días en dos aplicaciones de dexametasona, por vía intramuscular. Todas estas cabras se empadraron en Julio de 1992 y en febrero de 1993, y en base a estos empadre se formaron cuatro tratamientos que fueron: (1) cabras con dos lactancias, la primera inducida, antes de alcanzar la pubertad, (2) cabras en etapa avanzada de la lactancia inducida, (3) cabras en su primera lactancia no inducida, (4) cabras en su primera

lactancia no inducida y preñez temprana. La producción de leche y los análisis de esta se realizaron cada 20 días.

La producción de leche en 170 días de las cabras del tratamiento 1 fue de 15.7 ± 4 l, y de 30.8 ± 6 l en las cabras del tratamiento 2. La producción de las cabras de los tratamientos tres y cuatro fueron intermedios a los valores antes anotados. Dos de las cabras inducidas que no quedaron preñadas lactaron por 411 días con una producción de 117 ± 25 l. El porcentaje de grasa de la leche fue de $4.3 \pm .25$ por ciento en cabras no inducidas y de $3.9 \pm .36$ por ciento en cabras inducidas. El porcentaje de proteína de la leche fue de 3.5 por ciento, y el porcentaje de caseína de 2.7 por ciento en todos los tratamientos. La altura a la cruz, longitud corporal y diámetro torácico de las cabras de los diferentes tratamientos no difirieron significativamente ($P > 0.05$), al igual que para el caso del peso corporal inicial, final e incremento de peso.

En el segundo experimento se emplearon animales criollos mantenidos en estabulación, 3 machos cabríos castrados y 5 cabras prepuberales como testigo. A todos los animales se les indujo a la lactancia por el método antes descrito. En este experimento, se logró inducir a la lactancia al 80 por ciento de las hembras, con una producción de leche de 5289 ± 127 ml y al 66.6 por ciento de los machos con una producción de leche de 329 ± 23 ml en 85

días de lactancia, diferencia que resultó ser estadísticamente significativa ($P < 0.05$). El porcentaje de grasa de la leche obtenido fue de $3.5 \pm .42$ por ciento en hembras y de $3.3 \pm .1$ por ciento en machos, el porcentaje de proteína fue de $3.7 \pm .16$ por ciento en hembras y de $3.8 \pm .8$ por ciento en machos. El porcentaje de caseína de la leche fue de $2.9 \pm .12$ por ciento en hembras y de $3 \pm .6$ por ciento en machos, diferencias no significativas ($P > 0.05$).

Observaciones al tejido mamario mostraron que el área de los alvéolos fue de 5854 ± 1312 micras cuadradas en hembras, y de 6117 ± 2814 micras cuadradas en machos. El área de las células secretoras fue de 102 ± 17.3 micras cuadradas en hembras y de 63 ± 24.3 micras cuadradas en machos, estas diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$).

La composición de la leche de cabras inducidas y cabras no inducidas a la lactancia resultó ser similar, y las medidas corporales y el incremento de peso no se vieron afectados por la inducción a la lactancia. Los estrógenos, progesterona y dexametasona son hormonas efectivas para inducir la lactancia en cabras vírgenes y también en machos cabríos castrados, y los alvéolos y células secretoras de estos animales no presentaron anomalías histomorfológicas.

LITERATURA CITADA

- Akers, R.M. 1985. Lactogenic hormones: binding sites, mammary growth, secretory cell differentiation, and milk biosynthesis in ruminants. *J. Dairy. Sci.* 68:501-519.
- Akers, R.M. and A.M. Lefcourt. 1984. Effect of presence of the calf on milking-induced release of prolactin and oxytocin during early lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67:115.
- Akers, R.M., D.E. Bauman, G.T. Goodman, A.V. Capuco and H.A. Tucker. 1981. Prolactin regulation of citological differentiation of mammary epithelial cells in periparturient cows. *Endocrinol.* 109:31.
- Alifakiotis, T.A., I. Katanos, I. Hatjiminaoglou, N. Zervas and G. Zerfiridis. 1980. Induced lactation in dairy ewes by various brief hormone treatments. *J. Dairy Sci.* 63(5):750-755. Grecia.
- Almlid, T. 1982. Hormonal Induction of Lactation in Goats. Hormonell induksjon hos geit. *Norsk Veterinaertidsskrift.* 94(10):633-639. Norway.
- Bauman, D.E., J.H. Eiseman and W.B. Currie. 1982. Hormonal effects on partitioning of nutrients for tissue growth: role of growth hormone and prolactin. *Fed. Proc.* 41: 2538.
- Bines, J.A. and I.C. Hart. 1982. Metabolic limits to milk production, especially role of growth hormone and insulin. *J. Dairy Sci.* 65:1375.
- Byatt, J.C., W.C. Warren, P.J. Eppard, N.R. Staten, G.G. Krivi and R.J. Collier. 1992. Ruminant placental lactogens: structure and biology. *J. Anim. Sci.* 70:2911- 2923.
- Cardy, R.H. 1991. Sexual dimorphism of the normal rat mammary gland. *Vet. Pathol.* 28:139-145.
- Carrillo, E.E. 1992. Inducción a la lactancia en Cabras Criollas en Agostadero. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México. 61p.

- Cochran, W.G. and G.M. Cox. 1980. Diseños experimentales. Ed. Trillas. México. 661 p.
- Currie, W.B., P.A. Kelly, H.G. Friesen and G.D. Thornburn. 1977. Caprine placental lactogen: Levels of prolactin-like and growth hormone-like activities in the circulation of pregnant goats determined by radioreceptor assays. *J. Endocrinol.* 73:215.
- Eaton, O.N., V.L. Simmons, J.F. Sykes, T.R. Wrenn and S.R.A. Hall. 1953. Study of the effect of stilbestrol induced lactation on dairy goats. *J. Dairy Sci.* 36:1089-1096.
- Field, D.E., C.B. Gow and G.H. MacDowell. 1979. Artificial induction of lactation in ewes: The importance of prolactin and growth hormone for initiation of lactation Induced With Prostaglandina F2-alfa. *N. Z. J. Agric. Res.* 22:233-239.
- Fowler, P.A., C.H. Knight and M.A. Foster. 1991. In vivo magnetic resonance imaging studies of mamogenesis in non-pregnant goats treated with exogenous esters. *J. Dairy Res.* 58:151-157.
- Fulkerson, W.J. and G.H. McDowell. 1974. Artificial induction of lactation in ewes. *J. Endocr.* 63:167-173.
- Fulkerson, W.J. and G.H. McDowell. 1975. Artificial induction of lactation in ewes: The relative importance of oxytocin and the milking stimulus. *Aust. J. Biol. Sci.* 28:525-530.
- Fulkerson, W.J., G.H. McDowell and L.R. Fell. 1975. Artificial induction of lactation in ewes. The role of prolactin. *Aust. J. Biol. Sci.* 28:525-530.
- Fulkerson, W.J., R.D. Hooley, G.H. McDowell and L.R. Fell. 1976. Artificial induction of lactation in ewes: The involvement of progesterone and prolactin in lactogenesis. *Australian J. Biol. Sci.* 29:357-363.
- Gow, C. B., G.H. McDowell and E.F. Annison. 1981. Comparison of glucose biokinetics in parturient ewes and ewes induced to lactate artificially. *Aust. J. Biol. Sci.* 34:463-468.
- Hadley, M.E. 1984. *Endocrinology*. Ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. U.S.A. 547p.
- Hart, I.C., J.A. Bines, S.V. Morant, and J.L. Ridley. 1978. Endocrine control of energy metabolism in the cow: comparison of the levels of hormones (prolactin,

- growth hormone, insulin and thyroxine) and metabolites in the plasma of high- and low-yielding cattle at various stages of lactation. *J. Endocrinol.* 77:333.
- Hart, I.C. and S.V. Morant. 1980. Role of prolactin, growth hormone, insulin and thyroxine in steroid-induced lactation in goats. *J. Endocrinol.* 84:343-351.
- Hayden, T.J., C.R. Thomas and I.A. Forsyth. 1979. Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: role for placental lactogen. *J. Dairy Sci.* 62:53-57.
- Head, H.H., C. Delouis, M. Terqui, G. Kann and J. Djiane. 1980. Effects of various hormone treatments on induction of lactation in the ewe. *J. Anim. Sci.* 50(4):706-712.
- Head, H.H., C. Delouis, J. Fevre, G. Kann, M. Terqui, J. and Djiane. 1982. Hormone levels in plasma of ewes induced into lactation. *Reprod. Nutr. Develop.* 22(4):641-650.
- Hooley, R.D. 1978. The failure of prolactin to initiate lactogenesis in the ewe. *Aust. J. Biol. Sci.* 32:359-361.
- Jara, L., M. Mellado, y J. De Alba. 1992. Producción de leche de cabras criollas en el trópico, mantenidas sin gestación y ordeñadas durante 620 días. VIII Reunión Nacional de Caprinocultura. Ed. A.M.P.C.A.A.C. Oaxaca, Oax., México. p.247-251.
- Josimovich, J.B., and J.A. MacLaren. 1962. Presence in the human placenta and term serum a highly lactogenic substance immunologically related to pituitary growth hormone. *Endocrinol.* 71:209.
- Kayser, G. 1950. Lactation without pregnancy in goats. *Tieraztl. Hochschule, Hanover. (Vet-Coll, Hanguer, Germany). Vet. Med. Diss.* p.43.
- Knight, C.H. 1992. Milk yield responses to sequential treatments with recombinant bovine somatotrophin and frequent milking in lactating goats. *J. Dairy Res.* 59:115-122.
- Knight, C.H. and Peaker. 1982. Development of the mammary gland. *J. Reprod. Fert.* 65:521-536.

- Knight, C.H. and C.J. Wilde. 1993. Mammary cell changes during pregnancy and lactation. *Liv. Prod. Sci.* 35:3-19.
- Knight, C.H., P.A. Fowler and C.J. Wilde. 1990. Galactopoietic and mammogenic effects of long-term treatment with bovine growth hormone and thrice daily milking in goats. *J. Endocrinol.* 127:129-138.
- Kolk van der, J.H. 1991. The bovine pituitary-adrenocortical axis and milk yield. Ed. *The Veterinary Quarterly.* 12(2):15-21.
- Larson, L.B., R.R. Anderson, J.R. Collier, A.J. Guidry, C.W. Heald, R. Jenness and H.A. Tucker. 1985. *Lactation.* Ed. The Iowa State University Press. 276 p. U.S.A.
- Linzell, J.L. 1973. Innate seasonal oscillations in the rate of milk secretion in goats. *J. Physiol.* 230:225-233.
- Machlin, L.J. 1973. Effect of growth hormone on milk production and feed utilization in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 56:575.
- Mendoza, G.R. 1993. Inducción a la lactancia en cabras prepuberales. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México. 41p.
- McFadden, T.B., T.E. Daniel and R.M. Akers. 1990. Effects of plane of nutrition, growth hormone and unsaturated fat on mammary growth in prepubertal lambs. *J. Anim. Sci.* 68:3171-3179.
- Mohi K.A. and S.A. Rahman. 1980. Hormonal induction of lactation in non-pregnant awassi ewes. I. Lactational performance and oestrus behaviour. *Zbl.Vet. Med. (A)*, 27:372-378. Iraq.
- Mohi K.A., S.A. Rahman and S.A.M. Khairul Bashar. 1980. Hormonal induction of lactation in non-pregnant awassi ewes. II. Milk composition. *Zbl.Vet. Med. (A)*, 27:379- 384. Iraq.
- Mohi K.A., M.H.A. Raheem and S.A. Rahman. 1982. Hormonal induction of lactation in non-pregnant awassi ewes. III. Histology of mammary gland and milk production. *Zbl.Vet. Med. (A)*, 28:305-311. Iraq.
- Montigny, G. De., J. Pont, and C. Delouis. 1983. Induction of lactation in goats. A review of 3 years experience under practical conditions. In *la production laitière dans les espèces ovine et caprine. 6èmes journées de la recherche ovine et caprine.* Toulouse,

- 2 et 3 décembre 1981. Paris France; ITOVIC-SPEOC (1981) p. 35-41.
- Narro, J.G. y S. Hernández. 1991. Canales y Márgenes de Comercialización del Cabrito en el Sureste de Coahuila. Memorias. VII Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Ed. A.M.P.C.A.A.C. Monterrey, Nuev León. México. p. 161-163.
- Norstedt, G. 1982. A comparison between the effects of growth hormone on prolactin receptors and estrogen receptors in rat liver. *Endocrinol.* 110:2107.
- Parmar, M.L. and M.A. Shrivastava. 1989. Histomorphological studies on integumentary glands of teat and udder in goat. *Ind. J. Anim. Sci.* 59(6):662-665.
- Peel, C.J., T.J. Fronk, D.E. Bauman and R.C. Gorewit. 1982. Lactational response to exogenous growth hormone and abomasal infusion of a glucose-sodium caseinate mixture in high-yielding dairy cows. *J. Nutr.* 112:1770-1778.
- Prosser, C.G., C. Royle, I.R. Fleet and T.B. Mepham. 1991. The galactopoietic effect of bovine growth hormone in goats is associated with increased concentrations of insulin-like growth factor-I in milk and mammary tissue. *J. Endocrinol.* 128:457-463.
- Ryot, K.D., S.V. Vadnere and P. Prakash. 1990. A note on hormonal induction of lactation in goats. *Indian Vet. J.* 67:769-770.
- Sinha, Y.N. and Tucker, H.A. 1969. Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during the estrous cycle. *J. Dairy Sci.* 52:507-512.
- Sinha, S.K., D.K. Mukherjee, A.K. Ishwar and J.N. Pandey. 1983. Induction of lactation in goats and the effect of induced milk feeding on growth rate of albino rats. *J. Anim. Sci.* 53(8):907-909.
- Skarda, J., E. Urbanova, L.M. Houdebine, C. Delouis and J. Bilek. 1982. Hormonal control of casein synthesis in mammary explants from pregnant goats. *Endocrinol.* 79:301.
- Skrzeczkowski, L., K.Lembowicz, A. Rabek, E. Stupnicka and H. Kaciuba-Uscilko. 1979. Hormone induced lactation in cows culled from herd as a reproductive failures. *Prace i Materialy Zootechniczne* 20:31-37, Poland.

- Suárez, M. E. de J., F. Ruíz Z. y L. Aguirre W. 1990. Caracterización de la producción caprina en comunidades ejidales al sur del Municipio de Saltillo, Coahuila. Memorias. VI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Ed. A.M.P.C.A.A.C. San Luis Potosí, S.L.P. México. p 128- 131.
- Valdés, O. F. J. y C. Ríos Q. 1990. Tipificación de las unidades de producción caprina del Sur de Coahuila. Memorias. VI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Ed. A.M.P.C.A.A.C. San Luis Potosí, S.L.P. México. p. 132- 134.
- Vargas, L. S., R. Vázquez A., M. Mora P. y R. Nava C. 1990. El sistema pastoril caprino en la ganadería familiar en un ejido del Norte de México. Memorias. V Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Ed. A.M.P.C.A.A.C. San Luis Potosí, S.L.P. México.
- Woodward, T.L., W.E. Beal and R.M. Akers. 1993. Cellular interactions in initiation of mammary epithelial proliferation by oestradiol and progesterone in prepubertal heifers. J. Endocrinol. 136:149-157 U.S.A.
- Zertuche R., V.M. 1969. Inducción de la lactancia por medio de hormonas en cabras vírgenes. Tesis. I.T.E.S.M Monterrey, N.L., México. 70p.

BANCO DE TESIS

I I A A A M Y