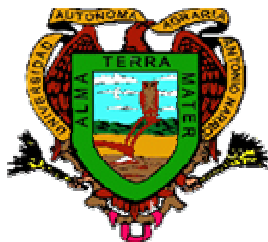


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DPTO. DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**INDUCCIÓN A LA LACTANCIA EN VACAS HOLSTEIN UTILIZANDO
UN PROTOCOLO HORMONAL PROLONGADO**

POR:

MARÍA ELENA RUÍZ URÍBE

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

INDUCCIÓN A LA LACTANCIA EN VACAS HOLSTEIN UTILIZANDO
UN PROTOCOLO HORMONAL PROLONGADO

Por:
MARÍA ELENA RUÍZ URIBE

T E S I S

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

Dr. Miguel Mellado Bosque
Presidente Del Jurado

Dr. J. Eduardo García Martínez
Sinodal

Dr. Roberto García Elizondo
Sinodal

M.C. Luis Pérez Romero
Suplente

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Ramón Florencio García Castillo

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2006.

AGRADECIMIENTOS:

A **DIOS** por haberme dado la vida y permitirme llegar a ser lo que hoy soy, por darme fuerza en los momentos más difíciles de mi carrera, por todas las bendiciones que me ha dado.

A mi “**ALMA, TERRA, MATER**”, por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios profesionales, de igual manera al **DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL** por los valiosos aspectos técnicos de esta profesión que a través de los profesores aprendí.

Al **Dr. Miguel Mellado Bosque** por el tiempo, el apoyo y la guía para la realización de este trabajo.

Al **Dr. J. Eduardo García Martínez** por su tiempo y dedicación para la realización de este trabajo.

Al **Dr. Roberto García Elizondo** por su valiosa aportación y tiempo para este trabajo.

Al **Sr. Martín Prieto Lamadrid**, propietario del Rancho “Las Coronelas” así como al **Sr. Porfirio**, Técnico del mismo, por haberme dado la oportunidad de realizar esta investigación en el rancho y por sus conocimientos transmitidos.

A mi **Tío ING. MARIO URIBE GARCIA**, por el apoyo que siempre me diste, por que sin el me hubiera resultado mas difícil llegar hasta donde hoy estoy, y aunque en algún momento te hayas sentido defraudado hoy puedes ver que tu ayuda nunca fue en vano, por que logre mi meta. Siempre te estaré agradecida.

A la familia **HINOJOS ALDACO**, a **MA. DE LOS ÁNGELES** por haberme brindado tu amistad, tu cariño y tu apoyo; a la **SRA. ANTONIA ALDACO JUÁREZ** por tantos consejos y cuidados que me dio, a **FRANCO**, al **Sr. RAMIRO HINOJOS**, todos por haberme abierto las puertas de su hogar, de su corazón, por que gracias a ustedes

la estancia lejos de mi hogar no fue tan difícil. Mil gracias, nunca me voy a olvidar de ustedes.

A mis amigas **LILIANA PÉREZ URIBE, TERESITA DE JESÚS ESCUTIA ORTEGA, MA. ISABEL MENDOZA PERRUSQUIA, ELOISA BARRÓN CAMARENA**, por que a pesar de la distancia sabia que ustedes estaban apoyándome, por haberme alentado en los momentos en que quería abandonar mis estudios, por tantas cosas que hemos compartido. De igual manera a **MAGDALENA RAMÍREZ OLVERA** por tu amistad, tu apoyo y los momentos agradables que compartimos. Al **LIC. ADRIÁN CERVANTES**, por tu amistad y tus consejos, por la motivación que muchas veces me diste.

A mis compañeros de la **CII GENERACION DE ZOOTECNIA** por esos momentos que a través de estos años compartimos juntos

DEDICATORIA:

Desde lo más profundo de mi corazón a mi luz, mi alegría y mi razón de ser, a mi hijo: **LUÍS ANTONIO GUEVARA RUIZ**. Por que eres mi mayor motivación, este trabajo es para ti y es uno de los regalos más valiosos que te puedo dar hijo, espero lo sepas valorar y confié en que todo lo que algún día logres sea superior a esto.

A mi mama con todo el amor del mundo: **SRA. ELVIA URIBE GARCÍA**. Por que al estar lejos de ti me di cuenta lo valiosa que eres para mi, mil gracias, por que se que siempre haz confiado en lo que puedo lograr.

A mi abuelita: **SRA. MA GUADALUPE GARCIA GONZÁLEZ +** Por que desde donde estas siempre me haz acompañado, por que me hubiera hecho tan feliz compartir estos momentos contigo.

A **LUÍS ANTONIO GUEVARA HERNÁNDEZ**, con mucho cariño por la ayuda para la realización de este trabajo y por los buenos momentos que hemos compartido juntos. Y esperando te sirva de motivación.

Con mucho cariño a mis hermanos: **SANDRA, ORLANDO, CESAR**, y en especial a **OZIEL, ANTONIO** y a mi sobrina **DANIELA**, espero que a través de esta meta se puedan dar cuenta de lo que uno puede lograr sin importar las circunstancias, y les sirva de motivación para seguirse superando y nunca conformarse.

INDICE GENERAL

	Pág.
Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	v
Índice general.....	vi
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	vii
INTRODUCCION.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Fisiología de la glándula mamaria.....	3
Anatomía de la ubre.....	6
Sistema circulatorio.....	8
Sistema linfático.....	9
Sistema nervioso.....	9
Lactogenesis.....	10
Lactopoyesis.....	12
Factores que influyen en la producción de leche.....	14
Fisiopatología.....	19
Control Hormonal de la lactación.....	20
¿Por qué la preñez evita la lactancia?.....	21
Efectos hormonales sobre la glándula mamaria.....	22
Antecedentes de la inducción a la lactancia.....	22
MATERIALES Y METODOS.....	28
Descripción del área de estudio.....	28
Animales y su manejo.....	28
Tratamiento Hormonal.....	29
Análisis estadístico.....	31
RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
CONCLUSIONES.....	36
RESUMEN.....	37
LITERATURA CITADA.....	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Pág.
1	Protocolo para la inducción de la lactancia en vacas con dificultades para quedar gestantes.....	30
2	Producción de leche y duración de la lactancia de vacas cuya lactancia derivó de parto o ésta fue inducida hormonalmente.....	32
3	Características de la producción de leche de vacas inducidas hormonalmente a la lactancias, pero que suspendieron su lactancia prematuramente.....	33
4	Comportamiento reproductivo de vacas Holstein pluríparas cuya lactancia se indujo hormonalmente o derivó de un parto normal.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Pág.
1	Curvas de lactancia de vacas inducidas a la lactancia con un tratamiento hormonal prolongado y de vacas cuyas lactancia derivaron de parto.....	34

INTRODUCCIÓN

En el ganado lechero, la principal causa de desecho no voluntario de vacas, es la infertilidad. En México, la mayoría de las vacas son eliminadas del hato por causas reproductivas (58.8% del total de desechos, ó 20% del hato) o quizá más alta en los establos de varias cuencas lecheras del país, los principales problemas reproductivos son: vacas repetidoras (>4 servicios) presencia de quistes ováricos, infecciones uterinas y abortos, aunque en algunos aspectos los problemas podrían acentuarse; tal es el caso de la elevada tasa de abortos registrada en algunas cuencas lecheras del país que llega a superar el 20 %. (Vaughn, 1998.)

El origen de la gran presión que la infertilidad ejerce sobre los ganaderos y sus asesores técnicos, es que el elevado índice de vacas de desecho no puede disminuirse, a pesar de la aplicación de las tecnologías más avanzadas de manejo, alimentación y salud. En cuanto a las vaquillas eliminadas por infertilidad, el ingreso derivado de su venta, no cubre los gastos ocasionados durante el desarrollo.

Por lo anterior, es conveniente generar herramientas alternas que, si bien no resuelven el problema de origen, puedan permitir la reducción de pérdidas derivadas de las fallas reproductivas de las vacas y vaquillas. Una posibilidad es la inducción hormonal de la lactancia, en vacas que permanecen sin gestar al llegar el momento del secado, y en vaquillas que no resulten preñadas después de haber recibido los servicios máximos establecidos en cada establo, se haya fijado en cada establo. El propósito de inducir lactancias en las vacas con problemas reproductivos, es hacerlas producir una lactancia más; o por lo menos una lactancia en el caso de las vaquillas, antes de que dichos animales sean eliminados del hato y vendidos al rastro a muy bajo precio.

Muchos de los productores de leche desechan a sus animales por problemas reproductivos. Una alternativa para las vacas que no quedan preñadas; y estén destinadas a eliminarse del hato, es la aplicación de hormonas para inducir la lactancia de estos animales y obtener una tasa de retorno mas significativa.

Justificación

- La práctica de lacto inducción, es justificable desde el punto de vista económico y de producción, ya que pueden recuperarse una gran parte de animales con problemas reproductivos.
- Por tal razón se justifica este tratamiento hormonal, ya que pueden representar una alternativa para los productores en el sentido de evitar pérdidas y obtener ganancias; ya que son animales improductivos que solo demandan gastos al productor.

Objetivos

- Evaluar el efecto de inducción de la lactancia con la aplicación de estrógenos, progesterona y hormona del crecimiento en vacas pluríparas con problemas reproductivos, sobre la producción de leche de estos animales
- Determinar el efecto de la inducción de la lactancia sobre el comportamiento reproductivo de estos animales
- Contribuir al mejoramiento de la productividad de explotaciones lecheras vía la retención de vacas en el hato por un mayor tiempo.

Hipótesis

- La inducción hormonal mejora los parámetros reproductivos de las vacas.
- El uso de un protocolo más completo, donde se incluye la hormona del crecimiento, provoca una mejor respuesta de las vacas en términos de la inducción de la lactancia.

REVISIÓN DE LITERATURA

Fisiología de la Glándula Mamaria

El desarrollo de la mama tiene en la hembra cinco fases: prenatal, prepuberal, post-puberal, durante la gestación y comienzo de la lactación. (Schmidt, 1974).

Período embrionario fetal (prenatal)

En el embrión el tejido glandular mamario consta de una sola capa de células cúbicas que se forman a partir del ectodermo. La capa superficial de células aplanadas forma la banda mamaria en la región inguinal.

La formación de las líneas mamarias comienza hacia la cuarta o quinta semana de desarrollo fetal, cuando el embrión tiene de 1.4 a 1.7 cm de longitud. Están formadas por varias capas de células desarrolladas a partir de la capa germinal o malpighiana, la capa inferior del ectodermo. Estas líneas son transitorias y dan lugar a las yemas mamarias.

Entre la formación de la línea mamaria y la de las yemas hay dos estadios intermedios, la cresta y las prominencias mamarias. En cada línea mamaria se forman dos yemas, origen de los cuartos anteriores y posteriores de cada mitad de la ubre.

Las yemas mamarias aparecen cuando el feto tiene 2.1 cm de longitud al comienzo del segundo mes de vida fetal, cuyo número y posición dependen de la especie (Schmidt, 1974). Inicialmente estas yemas son de forma lenticular, después esféricas y posteriormente cónicas (Hafez, 1986).

La yema mamaria puede hundirse por completo en el mesénquima, excepto una pequeña apertura en el polo externo, que produce una depresión u hoyuelo: la fosa mamaria. Hasta este momento el desarrollo es semejante en los embriones macho y hembra. La formación de la teta se inicia durante el segundo mes de vida embrionaria, cuando el feto ha alcanzado una longitud de 8 a 9 cm (Schmidt, 1974)

En el bovino ocurre una pausa distintiva de un mes, después de la cual la terminación profunda de la yema o ápice del cono se alarga para formar una yema similar a un cordón o yema primario (Hafez, 1986). Cuando el feto mide 19 cm se presenta un agregado de células en forma de cono (Rodríguez, 1970).

El cordón primario se canaliza y la luz formada en su punta en crecimiento se dilata para formar una cisterna de la glándula en miniatura, cuando el feto tiene de cuatro a cinco meses de edad; también en este momento se canaliza la base del cordón primario que forma la cisterna de la teta rudimentaria.

Cuando el feto alcanza el quinto mes se presenta un rudimento de pezón (Rodríguez, 1970). La canalización de la teta se produce por la separación de las células del centro del botón primario en su extremo proximal y avanza hacia el extremo distal (Grignani, 1970).

Los cordones secundarios crecen para formar la cisterna de la glándula representando los conductos futuros, posteriormente pueden aparecer los cordones terciarios (Hafez, 1986).

Período desde el nacimiento hasta la pubertad (pre-puberal)

Casi todo el desarrollo de la mama, desde el nacimiento hasta la pubertad es consecuencia del incremento del tejido conjuntivo y del depósito de grasa en la glándula mamaria; sin embargo, también se desarrolla el tejido secretor.

Al nacimiento los conductos aún se limitan a una zona relativamente pequeña alrededor de la cisterna de la glándula. El estroma de la ubre está entonces bien desarrollado; a pesar de la temprana edad, desde las 13 semanas el tejido estromal asume la forma característica de la ubre (Hafez, 1986).

Entre el nacimiento y la pubertad, las glándulas mamarias continúan creciendo al mismo ritmo que el resto del organismo, en las terneras continúa el desarrollo de los conductos galactóforos, que asumen la misma forma que adoptan en la ubre madura. Los cuartos continúan aumentando de tamaño, en parte por depósito de tejido adiposo, hasta que los cuartos anteriores y posteriores se aproximan y finalmente se unen por su base.

Desde el nacimiento hasta la pubertad, las ubres de la ternera no sólo aumentan de peso, sino también de capacidad (Schmidt, 1974).

Cualquier aumento aparente del tamaño en ésta época se debe al aumento en grasa y en tejido conectivo. La única hormona que interviene en este período es la somatotrópica (hormona del crecimiento). En la pubertad, con la presentación de los ciclos astrales, su crecimiento es tres veces el del cuerpo; es un crecimiento rítmico y lento, los cambios máximos se aprecian a los dos años de edad (Rodríguez, 1970).

Periodo después de la pubertad (post-puberal)

Después de la pubertad se sigue desarrollando la mama en cada ciclo bajo el influjo hormonal del ovario (estrógenos y progesterona) y la adenohipofisis (HG y LTH).

Las yemas mamarias continúan creciendo hasta formar los alvéolos, antes y durante el estro, crece el sistema de conductos aunque después sufre regresión, pero, esta no es total. Así el desarrollo se da durante la fase estrogénica del ciclo estral. También durante el estro, el lumen alveolar es grande y está lleno de secreción.

Se describen cambios cíclicos en el sistema de conductos durante los ciclos estrales. Durante el estro, hay una secreción presente en la luz de los conductos más pequeños, y su epitelio es columnar. Estos cambios sugieren que ocurre alguna proliferación celular y exudación de líquido en los conductos en el estro, pero posteriormente, durante el ciclo, ocurre algo de regresión.

Período durante la gestación

La mayor parte del desarrollo de la glándula mamaria tiene lugar durante la gestación. El grado en que se desarrollan los conductos galactóforos durante las primeras etapas de la preñez, es primordialmente dependiente del alcanzado al comienzo de la misma (Brotherstone *et al.*, 2004).

Primera fase, en los dos primeros tercios o mitad de la gestación hay una hiperplasia de los canalículos y los alvéolos (Rodríguez, 1970). La cisterna glandular

es pequeña durante los primeros meses de la gestación; durante el quinto y sexto mes aumenta considerablemente de tamaño.

La cantidad de tejido secretor de la ubre aumenta poco durante los primeros meses de la preñez. Durante el cuarto mes crece ligeramente la proporción de tejido secretor y la mayor parte de éste se encuentra en la vecindad de los grandes conductos que penetra en la cisterna glandular. Los tejidos de la ubre adquieren al desarrollarse, las características que muestran durante la lactación (Schmidt, 1974).

La segunda fase se llama también fase secretora y hay un aumento de volumen de las células y de los alvéolos (Rodríguez, 1970). Durante el quinto mes comienza a ser prominente el tejido secretor que se desarrolla por neoramificación de los conductos y formación de yemas terminales. El tejido secretor sustituye al adiposo, para formar lobulillos definidos (Schmidt, 1974).

Una secreción que contiene glóbulos grasos se presenta dentro de los alvéolos durante el quinto mes. El sexto mes, la mayor parte del estroma está ocupado por lóbulos que han aumentado en talla y que ahora se separan por bandas gruesas de tejido estromal. Durante los dos últimos meses de gestación los alvéolos se distinguen aún más, con una secreción rica en glóbulos grasos, y el estroma esta presente solo como delgadas hojas de tejido conectivo que divide el parénquima en lóbulos y lobulillos (Hafez, 1986).

Desarrollo durante la lactación:

Existe un desarrollo adicional de la glándula al inicio de la lactación, habiendo poca proliferación celular después de este.

Aparentemente las células que se destruyen y eliminan en la leche durante la lactación no son reemplazadas por mitosis durante la ultima fase de ella.

Anatomía De La Ubre

La ubre de la vaca está formada por cuatro glándulas mamarias, independientes cada una. La mitad derecha e izquierda están separadas por una

pared de tejido fibroso elástico que sirve de sostén al tejido glandular (Grignani, 1970).

El tabique de tejido conectivo que separa las dos mitades derecha e izquierda es llamado ligamento suspensorio medio (Henderson y Reaves, 1969). De esta forma la ubre queda suspendida de la pared inferior del abdomen mediante éste sostén y los ligamentos suspensorios laterales (Grignani, 1970).

Vista de lado, la ubre debe tener una forma redondeada, de saco, con suspensiones que se extienden hacia delante por la parte craneal y hacia arriba por la parte caudal (Henderson y Reaves, 1969). Los cuatro cuartos secretan la leche por separado. Los cuartos delanteros producen un 40% de la leche y los traseros un 60%.

El tejido de la ubre es esponjoso debido a la gran cantidad de tejido secretores de leche. Dentro de cada glándula o cuarto se encuentran millones de alvéolos que secretan leche, la cual se vierte a un sistema de conductos que van a desembocar en la cisterna de la ubre y la teta, Rodeando cada alvéolo, hay grupos de fibras musculares que se contraen y estiran bajo ciertos estímulos para expulsar la leche en el momento del ordeño (We y Bruckmaier, 2005).

La comunicación de la ubre con el exterior se establece por medio de un canal de 6-10 mm de longitud, que se mantiene cerrado por un esfínter circular, situado cerca de su extremo externo. Este músculo hace que la leche permanezca en la ubre resistiendo la presión del líquido, entre los ordeños o amamantamientos, e impide que penetren en la ubre bacterias y cuerpos extraños.

El canal de la teta llega hasta la cisterna de la teta, que es la cavidad de la teta, que es la cavidad de la teta donde la leche se recoge naturalmente y de donde se saca durante el ordeño. La cisterna de la teta comunica con la cisterna de la glándula; las dos cavidades están separadas parcialmente por un pliegue circular que se extiende en la cavidad superior.

La cisterna de la glándula, el cual actúa como un depósito de la leche, varía en forma y tamaño de una vaca a otra, y aún en los cuartos de la misma ubre. Su capacidad media es de 470 ml, pero puede variar de 120 a 940 ml. Numerosos conductos atraviesan las paredes laterales y la pared superior de la cisterna. El

número de estos conductos varía entre 12 y 50 en cada cuarto y se ramifican muy irregularmente.

En unas vacas cada conducto principal se divide en dos de igual tamaño y en otras emite muchas ramas pequeñas. La ramificación prosigue hasta la formación de numerosos conductillos galactóforos, cada uno de los cuales termina en un ensanchamiento llamado alvéolo. El alvéolo tiene forma casi esférica y está revestido interiormente por una capa sencilla de células epiteliales. Estas células están conectadas por una capa sencilla de células epiteliales. Estas células están conectadas en su base con los capilares sanguíneos, los vasos linfáticos y los nervios.

La leche pasa de la célula al lumen del alvéolo y después al sistema de conductos galactóforos. Un gran número de alvéolos que vierten en su conducto común forman un lobulillo. Un grupo de lobulillos forma un lóbulo. Debe preferirse una ubre dotada en menos tejido conectivo y más secretor (ICA 1974).

Sistema Circulatorio

Arterial

Casi toda la irrigación sanguínea de la ubre procede de las dos arterias pudendas externas, cada una de ellas irriga la mitad de la mama. Los perineales proceden de las ilíacas internas e irrigan una porción muy pequeña de la parte dorsal posterior de los cuartos traseros.

Las arterias mamarias son prolongación de las pudendas externas una vez que estas han penetrado en la glándula mamaria. La arteria mamaria de cada lado envía una pequeña rama al nódulo linfático supramamario y a la parte superior de los cuartos posteriores. La arteria mamaria se bifurca en dos grandes ramas, la arteria mamaria anterior o craneal y la posterior o caudal. Ramificaciones de estas se extienden lateral y centralmente, irrigando cada alvéolo y también el tejido conjuntivo y los pezones. (Schmidt, 1974).

Venoso

La sangre de cada una de las dos mitades de la ubre sale por dos venas, la pudenda externa y la subcutánea abdominal. Hacia la zona dorsal posterior de cada mitad de la ubre se localiza una pequeña vena perineal que drena la porción irrigada por la arteria perineal.

Ramas de las venas mamarias craneal y caudal, derecha e izquierda, acaban formando un círculo venoso en la base de la ubre. Ramificaciones de las mamarias caudales se anastomosan en la base posterior de la misma y otras de la subcutánea abdominal lo hacen unos cuantos centímetros por delante de la base. En la vaca, la sangre puede salir de la ubre por las venas subcutáneas abdominales o por las pudendas externas. (Schmidt, 1974).

Sistema Linfático

El sistema linfático de la ubre consta de vasos y ganglios. La ubre suele poseer un ganglio linfático grande cada una de sus dos mitades, es el supramamario. La linfa después de atravesar el ganglio supramamario abandona la ubre por uno o dos vasos linfáticos que atraviesan el canal inguinal para unirse a otros vasos linfáticos. Cabe mencionar que las tetas están bien provistos de vasos linfáticos. (Schmidt, 1974).

Sistema Nervioso

La ubre posee dos tipos de nervios: Las fibras aferentes o sensoriales y las eferentes o simpáticas. Los nervios del segundo par lumbar inervan las partes anteriores de la ubre. Ramas de los nervios inguinales se encuentran en el tejido glandular en el sistema recolector de la leche en los pezones y en la piel de la ubre. Una rama pequeña de cada nervio inguinal posterior inerva el área glandular linfática supramamaria. Los nervios perineales envían fibras a la porción posterior de la ubre (Schmidt, 1974).

Lactogénesis

Un alvéolo consta de una sola capa de células epiteliales que absorbe de la sangre los precursores de la leche, que dan origen a los componentes de ésta y los liberan en el lumen alveolar (ICA, 1974).

La secreción de la leche es un proceso continuo, tan pronto se van formando gotitas de leche en dichas células éstas van cayendo a la cavidad del alvéolo hasta que éste se llena (ICA, 1974). Del lumen, la leche pasa a través de un pequeño conducto a otro de mayor tamaño. Las células epiteliales yacen sobre una membrana basal y sobre las células epiteliales se encuentran las células mioepiteliales.

Las células mioepiteliales, de forma alargada, tienen como función principal contraerse o acortarse por un estímulo nervioso para permitir la salida de la leche del alvéolo; además este está envuelto por una fina red de arteriolas y vénulas que llevan sangre a las células epiteliales del alvéolo y evacúan la no usada para la síntesis de la leche. También está rodeado por ramificaciones nerviosas que lo comunican con el sistema nervioso central.

Los materiales precursores que se encuentran en la sangre y que sirven para producir la leche, salen de los capilares y son tomados por las células junto con el agua que necesitan para elaborar la leche: Con estas materias las células producen grasas, azúcar (lactosa) y proteínas (Bouman *et al.*, 2006).

Para producir una libra de leche, deben pasar por estos capilares de 300 a 400 libras de sangre, esto da una idea de la capacidad de trabajo de los alvéolos.

Es natural que deba existir una vía para que la leche salga de las células donde se produce y pase a otras cavidades más amplias con el fin de poder sacarla.

Esto se realiza mediante un complicado sistema de conductos, que conectan los alvéolos con otros conductos de drenaje más amplios de la leche, espacio que tiene una capacidad aproximada de medio litro; esta cisterna a su vez se comunica con la cisterna y el canal de la teta.

La teta es un cuerpo muscular, cilíndrico, atravesado por un canal que lo pone en comunicación con el exterior. Por la parte superior, el canal de la teta comunica con la cisterna, pero entre ambos existe también un músculo sobre el cual la vaca tiene una ligera influencia (ICA, 1974).

En su extremidad inferior está el meato de la teta o esfínter el cual es un músculo circular que se mantiene cerrado bajo tensión constante provocada por impulsos nerviosos, o por fibras elásticas (Bouman *et al.*, 2006). El esfínter impide la salida de la leche y sirve de barrera para la entrada de microbios (ICA, 1974).

En la unión de los conductos y en sus ramificaciones existen numerosas constricciones musculares, íntimamente relacionada con el sistema nervioso de la vaca, la cual puede abrirlos o cerrarlos a voluntad y escondiendo la leche. Estas constricciones sirven además para evitar que la leche salga por gravedad, cuando el animal camina.

De toda la leche que se encuentra en la ubre, antes del ordeño, solo una parte relativamente pequeña se encuentra en el canal de la teta y cisternas, otra pequeña parte se encuentra en los conductos, pero la mayor cantidad se encuentra retenida en los millones de alvéolos de la ubre.

Las electrosonografías han demostrado como tiene lugar una liberación de las gotitas de grasa y proteína expulsadas de la célula. Los gránulos de proteína quedan encapsulados en vesículas lisas. Estas vesículas o vacuolas cerradas emigran hacia la porción apical de la célula y se abren sobre la superficie celular, liberando las gotitas del lumen, sin que se rompa la membrana plasmática.

Las partículas de lípido se juntan para formar gotitas más grandes a medida que van emigrando desde la región basal de la zona apical de la célula. Durante la liberación de la gota al lumen del alvéolo, la membrana plasmática se estrangula por debajo de la gotita de grasa y se fusiona antes de que las gotas se expulsan al lumen (Schmidt, 1974). La secreción de la leche tiene lugar en el intervalo entre dos ordeños y se detiene cuando la presión en la mama alcanza un determinado valor que en la vaca es del orden de los 40 mm de Hg. La secreción puede producirse a velocidad constante durante unas 16 horas.

Lactopoyesis

La leche se forma en la ubre durante el intervalo entre los ordeños y permanece almacenada en el tejido glandular hasta el momento del ordeño, aumentando así la presión de la ubre (ICA, 1974)

Las células de los alvéolos están continuamente segregando leche y el producto que elaboran se acumula en los conductos excretores y en el seno galactóforo. La mayor parte de la leche está en los conductos excretores, ya que en las vacas de gran producción lechera el tejido mamario es muy elástico y cada cuarto podría almacenar unos 10 litros de leche. El seno galactófono tiene una capacidad máxima de 500 ml.

La eyección de la leche es un fenómeno complejo en el que intervienen factores nerviosos y hormonales. El ordeño a mano y a máquina es un proceso que requiere la colaboración de la vaca (Sporni y Stunzi, 1977).

La cooperación del animal se obtiene mediante diversos estímulos como son la succión del ternero, el lavado de la ubre, los masajes y en general el buen trato que se dé a los animales (ICA,1974). También los ruidos que acompañan habitualmente la succión o el ordeño: mujidos del becerro, ruido de las tinas.

La puesta en marcha y el mantenimiento de la lactación depende en una buena parte de la presencia de receptores en la mama, sobre todo de los que localizan en la teta. La excitación mecánica de la mama desencadena por vía nerviosa la secreción de prolactina en la adenohipófisis, hormona esencial para el mantenimiento de la lactación y expulsión de la leche de la ubre.

Las excitaciones captadas por los receptores sensitivos de la teta llegan a la médula espinal y luego al bulbo, donde hacen contacto con una segunda neurona que termina en el tálamo. Finalmente, el hipotálamo provoca la liberación de oxitocina por el lóbulo posterior de la hipófisis (Akers, 2006).

La oxitocina es la hormona de la “bajada” de la leche, la cual es importantísima en el momento del ordeño, pues sin su presencia es imposible obtener la leche retenida en los alvéolos (We y Bruckmaier, 2005).

La corteza cerebral es la que desencadena la secreción de oxitocina en relación con ciertas excitaciones sensoriales. Así mismo es el punto de partida de ciertas influencias inhibitoras de la excreción de la leche, como es el caso en que se importune el animal (Bouman *et al.*, 2006).

La oxitocina llevada por las arterías, motiva la contracción de las células mioepiteliales que bordean a los alvéolos y de los elementos contráctiles de los conductos excretores, provocando la expulsión de la leche hasta la cisterna y la teta, de donde es más fácil extraerla, a la vez que aumenta la presión del seno galactóforo hasta unos 15-25 mm Hg, y se relajan los esfínteres de la teta (Akers, 2006).

Esta acción llega a su máxima intensidad un minuto después del estímulo y va decreciendo gradualmente hasta hacerse muy débil a los 6 o 10 minutos, mientras la hormona se encuentra en la sangre (We y Bruckmaier, 2005).

Cuando la acción de la hormona termina, las células musculares del alvéolo se relajan, la contracción de los mismos desaparece y la leche que no haya sido sacada en este lapso de tiempo queda retenida hasta el próximo ordeño por eso es tan importante iniciar el ordeño de cada vaca en un período máximo de un minuto, después de que la vaca ha sido estimulada y hacerlo lo más rápidamente posible y sin interrupciones.

En un ordeño completo es imposible obtener la cantidad total de leche contenida en la ubre; a la leche que queda normalmente en la ubre después de un buen ordeño, se le llama leche residual o complementaria y su cantidad varía entre distintas vacas, razas y métodos de manejo (We y Bruckmaier, 2005).

Esta leche residual se puede obtener, masajeando y presionando la ubre hacia arriba y estirando suavemente la teta o la máquina hacia abajo por medio minuto (ICA, 1974).

Mediante la aplicación de oxitocina puede provocarse una nueva contracción de las fibras musculares lisas del parénquima mamario con la consiguiente eliminación de la leche residual de los conductos excretores. El intervalo entre la inyección del excitante y la excreción de leche es de unos sesenta segundos aproximadamente en la vaca (Bouman *et al.*, 2006).

En algunas razas lecheras (Holstein) se han obtenido porcentajes de leche residual que varían entre un 5% y un 20%. Sin embargo, en la ubre pueden quedar retenidos mayores porcentajes debido a las malas prácticas de ordeño, por un estímulo insuficiente.

Existe otra clase de estímulos que dan lugar a la formación de otra hormona y ocasionar resultados inversos. Cuando se golpea a las vacas, cuando se permite que los perros ladren y las asusten, cuando se ponen nerviosas o cuando se les causa dolor por un ordeño mal hecho, se estimula el sistema nervioso simpático para que libere adrenalina, la cual pasa al torrente sanguíneo y va a los receptores - adrenérgicos de las células mioepiteliales a ocasionar constricción de los capilares de la ubre, con lo cual se impide la llegada de la hormona del apoyo (oxitocina) hasta los alvéolos y por consiguiente la leche no puede ser sacada (ICA,1974).

Factores Que Influyen En Producción De Leche

Los principales factores que influyen en la producción de leche son de orden fisiológico, ambiental, nutricional y genético.

Factores Fisiológicos

Estado de la lactancia

La leche al principio de la lactancia (calostro) es más rica en sólidos, minerales (calcio, fósforo, magnesio y cloro) y tiene un alto contenido de vitamina A y D. A partir del quinto día, estos componentes disminuyen hasta alcanzar los niveles normales. A los 15 ó 30 días después del parto, la leche aumenta hasta llegar a la máxima producción entre los 35 y 45 días, luego permanece más o menos constante para disminuir poco a poco al final de la lactancia (Broucek *et al.*, 2006).

El mantenimiento de la producción de leche se llama persistencia de producción y es característica muy importante para seleccionar el ganado lechero. Esta característica depende de la clase de animal, de la raza, de la frecuencia del ordeño, del estado de nutrición del animal, del estado de preñez y del manejo general (Stockdale, 2006). Las vacas alimentadas con forraje de mala calidad y sin suplementación de concentrados, agotan sus reservas corporales y disminuyen

rápidamente la producción de leche. Las vacas en gestación disminuyen gradualmente la producción de leche en un tres por ciento hasta el quinto mes de preñez, a partir de este período de disminución es más notable y puede llegar al 20% (Broucek *et al.*, 2006).

Edad

Según la raza, la producción de leche, tiende a aumentar hasta los ocho años de edad de las vacas. El aumento a partir del primer parto hasta los cinco o seis años es rápido, pero a partir de esta edad es insignificante. A partir del octavo año comienza a disminuir la producción lentamente. El aumento de la producción depende del estado de la vaca durante la primera y segunda lactancia, del estado general de la vaca durante la lactancia, de la salud de la ubre, de la alimentación y principalmente del desarrollo de la ubre durante las primeras lactancias. Es muy importante saber cuál será la producción de leche de la vaca cuando llegue a su estado adulto, la cual se calcula en tablas con factores para estimar la producción futura.

Tamaño

Las vacas grandes generalmente producen más leche que las vacas pequeñas, pero la producción no aumenta en proporción directa al aumento del tamaño corporal.

Tipo

Muchos investigadores están de acuerdo en que no hay una relación entre la forma del animal y la producción de la leche. En general la buena capacidad de la ubre, el buen tamaño corporal y la capacidad abdominal son una medida de la habilidad para producir leche y de la capacidad de consumo de alimento. Pero la eficiencia que tienen los animales de transformar el alimento en leche, depende de la individualidad o mecanismo anatómo-fisiológico de cada animal. De ahí que algunas vacas de excelente conformación no producen gran cantidad de leche y vacas de regular conformación producen más leche que otras vacas de mejor tipo (Broucek *et al.*, 2006).

Raza

La producción de leche y su composición (especialmente grasa) varía según la raza. La Holstein es la más productora de leche, pero con menor porcentaje de grasa. La raza Jersey produce menos leche con más alto porcentaje de grasa.

Celo

Durante el período de celo existe una ligera disminución en la producción de leche.

Enfermedades

En general, toda enfermedad especialmente las que van acompañadas de fiebre, provocan disminución o cesación de la producción de leche. La mastitis es una de las causas más frecuentes de la disminución de la producción de leche.

Factores Ambientales Y De Manejo

Periodo seco

El período seco de la vaca antes del parto influye en la producción de leche durante la lactancia siguiente. El período seco debe durar 55 días, tiempo suficiente para que la vaca reponga las reservas de nutrientes en su cuerpo, regenere el tejido secretor de leche y gane nuevo estímulo hormonal para la lactancia siguiente.

Hay varios sistemas para secar las vacas, uno de ellos es el ordeño intermitente uno solo al día durante dos o tres días; otro sistema es el ordeño incompleto; pero el más adecuado es el cese repentino del ordeño pues la leche almacenada inhibe la secreción de más leche y la ubre produce una enzima (lizozyma) que impide el crecimiento bacterial, finalmente la leche acumulada se absorbe sin ninguna complicación.

Intervalo entre partos

El período entre dos partos influye en la producción de leche diaria y total. Esto se debe al efecto de los últimos períodos de gestación sobre la producción de leche; por eso algunos ganaderos sirven las vacas más tarde, especialmente las de más alta producción, con el objeto de tener una producción más alta y prolongada; pero esto es erróneo porque su promedio diario y producción total de por vida resulta menor que la de las vacas con períodos más cortos entre los partos.

Estado de nutrición antes del parto

El estado de nutrición de la vaca en el momento del parto afecta la producción de leche durante la lactancia siguiente. Las vacas en buen estado de carnes sin estar cebadas, tienen buena reserva de nutrientes para estimular y mantener la producción de leche durante las primeras semanas siguientes al parto, llegando a ser más productivas que las vacas en estado deficiente de nutrición. Por ello se aconseja dejar descansar las vacas por 55 días antes del parto y suministrarles buen forraje y grano suplementario (Jenkins y McGuire, 2006).

Intervalo entre ordeños y número de ordeño

El intervalo entre ordeños y el número de ordeños diarios influyen también sobre la producción de leche (Hickson *et al.*, 2006). La frecuencia para ordeñar las vacas depende de la capacidad de la ubre, del estado de la lactación, del nivel de producción y nutricional. Las vacas ordeñadas una sola vez al día producen la mitad de leche que cuando se ordeñan dos veces. De acuerdo con la capacidad de la ubre, la leche elaborada entre dos ordeños ejerce presión sobre los tejidos secretores inhibiendo la secreción de más leche. La secreción de leche se reinicia tan pronto la leche es extraída por el ordeñador. Entre más pronto se ordeñe, más pronto se inicia una nueva secreción.

Los intervalos entre dos ordeños diarios deben ser iguales dejando doce horas entre el ordeño de la mañana y de la tarde. Siempre se debe iniciar el ordeño a la misma hora.

Ordeño completo

Cuando se hace un ordeño incompleto por falta de estímulo para la “bajada” de la leche, cuando se ordeña lentamente o hay interrupciones y pasa el tiempo del estímulo hormonal, o cuando el animal es intranquilizado, hay disminución o cese de la bajada de leche quedando una porción de leche retenida en la ubre que puede llegar a un 20% (Rekik y BenGara, 2004).

Estaciones

Las estaciones influyen directa o indirectamente sobre los animales y sobre el forraje de las praderas por efecto de la temperatura, humedad y radiación solar imperante.

Temperatura

El ganado lechero produce calor en su cuerpo debido a los procesos de digestión, metabolismo, producción y a la actividad física, además del calor recibido por radiación solar, por eso, cuando los animales están sometidos a altas temperaturas deben regular su temperatura corporal disminuyendo el consumo de alimento, la actividad física y el metabolismo, lo cual contribuye a disminuir la temperatura corporal y la disminución de leche. La temperatura más confortable para el ganado lechero es la de 16 grados centígrados; a temperaturas superiores a los 20°C comienza a disminuir la producción de leche en las vacas de raza Holstein y a 24°C en la raza Jersey (Collier *et al.* 2006). Por eso es muy importante proporcionar una temperatura más confortable en los climas cálidos, usando sombras y suministrando forraje adicional en los sitios de descanso durante las horas más calurosas del día.

Ejercicio

El ejercicio ayuda a la digestión de los alimentos y contribuye a mantener el buen estado del animal. Cuando las praderas tienen poco forraje, cuando quedan alejadas del sitio de ordeño, se obliga al animal a caminar largas distancia haciendo

un ejercicio excesivo que provoca la disminución de producción de leche, especialmente en climas cálidos.

Factores Alimenticios

Las vacas necesitan ciertas cantidades de proteína digestible y elementos nutritivos digestibles (END) para su mantenimiento, producción de leche, crecimiento y gestación. Cuando las vacas no reciben suficiente proteína para sus necesidades, la usa para su mantenimiento resultando una baja en la producción de leche (Waghorn y Clark, 2004).

La cantidad de alimento concentrado influye en la producción de leche. Las vacas que tienen una mayor capacidad de producción responden mejor a una abundante alimentación con concentrados. El ganado aprovecha mejor el concentrado en forma de píldoras y aumenta la eficiencia de transformación de los alimentos en leche. La grasa que se suministra en cantidades moderadas influye más sobre la textura de la mantequilla que sobre la cantidad de grasa de la leche (Jenkins y McGuire, 2006).

Fisiopatología

Un problema ya discutido anteriormente es el ordeño lento que provoca retención de parte de la leche secretada, con la consecuente predisposición a la mastitis, ya sea por estrés o por mal manejo. Otro inconveniente es en el ordeño mecánico prolongado que hace subir demasiado las pezoneras, lesionando la ubre y predisponiendo a mastitis, al igual que utilizar un vacío demasiado intenso.

También existe el ordeño difícil por lesiones anatómicas congénitas o heredadas a nivel del canal de la teta que disminuyen la velocidad máxima de flujo, o por excrecencias epiteliales, verrugas, cicatrices, hipertrofias de los pliegues mucosos, curso regular o evaginación de la teta, causados por ordeños manuales o mecánicos inadecuados.

La galactorrea, que es secreción láctea imprevista y se presenta en vacas sin parir, va asociada a quistes ováricos.

Los edemas mamarios patológicos se presentan antes o luego del parto afectando el rendimiento lechero. Se predisponen más los animales estabulados, la

posición ventral de la ubre, escasa movilidad, intensa producción de linfa. Se pueden producir hemorragias por una permeabilidad anormal de los capilares.

En la mastitis la composición de la leche se altera aumentando niveles de inmunoglobulinas y seroalbúminas sanguíneas, disminuye la concentración de caseína, extracto seco no graso y se aumenta el pH (Sporni y Stunzi, 1977).

Control Hormonal De La Lactación

Algunas de las hormonas responsables del desarrollo mamario participan también en la reproducción. De especial importancia en esta doble función son las hormonas ováricas. El desarrollo de la glándula mamaria es consecuencia de la reproducción.

Durante o cerca del momento del parto, la glándula mamaria cambia de ser tejido en crecimiento activo, el cual de acuerdo con la especie no está secretando o secreta sólo una pequeña cantidad de calostro, a uno que ha cesado casi completamente de crecer pero que secreta grandes volúmenes de leche.

El estímulo más probable para que estos cambios se efectúen son los cambios en las concentraciones sanguíneas de hormonas asociadas al parto.

Mediante la acción los niveles elevados de progesterona, estradiol, esteroides adrenales y somatotropina coriónica aparecen, mientras que los niveles de prolactina son variables pero no del todo bajos. Después del parto los niveles de estas hormonas cambian. Las concentraciones de estradiol y progesterona son bajas, los niveles de estrógenos adrenales disminuyen algo, y el lactógeno placentario esta ausente, pero la prolactina esta presente en concentraciones elevadas.

También durante la gestación la globulina ligadora de corticoides está presente en el plasma en grandes cantidades y puede ser responsable de la "inactivación" de los elevados niveles de los esteroides adrenales. Después del parto esta proteína ligadora de corticoides desaparece de la circulación, por lo tanto "libera" a los esteroides adrenales para que los utilice la glándula mamaria y otros tejidos (Hafez, 1986).

La prolactina juega un papel fundamental en el control hormonal del crecimiento de la glándula mamaria en la lactogénesis y en el mantenimiento de la secreción láctea.

El crecimiento de los conductos y la formación de alvéolos continúa hasta la mitad aproximadamente de la gestación. Momento en que se completa casi en total su desarrollo. Las células de los alvéolos empiezan a segregar un líquido semejante al calostro de la leche, que es la primera secreción de la vaca después del parto. Esta secreción de leche está determinada por la prolactina.

Durante la segunda mitad de la gestación crece poco la ubre. El aumento de tamaño se debe principalmente a que se acumula la secreción en los alvéolos y conductos, secreción que sale en forma de calostro después del parto.

No se conoce bien el mecanismo que determina la secreción de leche durante la segunda mitad de la gestación y que impide una secreción intensa de leche hasta el momento en que se verifica el parto. Se supone que actúa alguna sustancia inhibidora que después del parto desaparece y permite la plena acción de la hormona lactogénica.

Después del parto, aumenta la producción de leche durante algunas semanas y después decrece gradualmente hasta que se seca la vaca (Henderson y Reaves, 1969).

¿Porque La Preñez Evita La Lactancia?

Durante la preñez, los niveles de prolactina y glucocorticoides adrenales son insuficientes para iniciar la lactancia. El estrógeno y la progesterona que están en alta concentración durante la preñez, antagonizan o hacen a la glándula resistente a la acción de las hormonas lactógenas (de hecho su producción es inhibida por estrógenos y progesterona). Aproximadamente al momento del parto, los niveles de prolactina en la sangre se elevan, aumentan la concentración a la actividad de glucocorticoides y los niveles, primero de progesterona y luego de estrógenos, descienden.

Efectos Hormonales Sobre La Glándula Mamaria

Estrógenos

Provocan en la glándula mamaria depósitos de grasa, desarrollo del estroma y crecimiento de un amplio sistema de conductos. Los lobulillos y los alvéolos de la glándula mamaria se desarrollan en grado ligero, pero son la progesterona y prolactina, las que estimulan el crecimiento y función de estas estructuras. (Mc Donald, 1981)

Progesterona

Estimula el desarrollo final de los lobulillos y alvéolos de la glándula mamaria, haciendo que las células alveolares proliferen, aumenten de volumen y adopten un carácter secretor; sin embargo, ésta no provoca en realidad la secreción de la leche por los alvéolos, pues ésta sólo ocurre después que la glándula mamaria preparada es estimulada secundariamente por la prolactina. (Mc Donald, 1981)

Corticoides

Son importantes para la lactogénesis, en vacas la concentración de corticoides y la de prolactina en la gestación son insuficientes para inducir el comienzo de la lactancia, adicionando la alta concentración de progesterona que además de ser antagónica disminuye el estímulo de la secreción de prolactina por los estrógenos. (Mc Donald, 1981)

La hormona adrenocorticotrópica o los corticoides deprimen la lactancia en la vaca intacta, a pesar de numerosos intentos de estimular la producción de leche mediante su uso. Con la baja de volumen aumenta el porcentaje de grasa, proteína y lactosa. (Mc Donald, 1981)

Antecedentes De La Inducción A La Lactancia

Jordan *et al.* (1981), realizaron un estudio con vacas testigo (lactancia natural, n=12) y vacas inducidas a la lactancia (n=12). La inducción de la lactancia se llevó a

cabo con 25 mg de progesterona, estradiol en dosis de 0.05 ó 0.10 mg, esto por 7 días. Estradiol se siguió suministrando (un tercio de la dosis inicial) hasta que las ubres aumentaban de tamaño. Se aplicaron 12 inyecciones de hormona liberadora de tiroxina, a intervalos de 8 horas (200 ug por dosis), o bien solución salina. Se aplicó hormona liberadora de las gonadotropinas durante la lactación. La producción de leche no fue afectada por los niveles de estradiol y los porcentajes de preñez fueron de 80 y 83% para las vacas inducidas y no inducidas, respectivamente. Se presentaron grandes diferencias en niveles de prolactina (más baja en vacas inducidas), hormona del crecimiento e insulina. Los niveles de insulina se asociaron negativamente con los niveles de producción de leche al inicio de la lactancia. Estos autores concluyeron que niveles altos de insulina y bajos de prolactina se asocian a la menor producción de leche observada en las vacas inducidas a la lactancia.

En un estudio de Sawyer et al. (1982) se utilizaron 30 becerras puberales a las cuales se les aplicaron 11 inyecciones de 5 mg de benzoato de estradiol y 200 mg de progesterona cada tres días, para desarrollar la glándula mamaria. Tres días más tardes se formaron grupos de animales que se trataron con 2 inyecciones de dexametasona, tres inyecciones de cloprostenol de 500 ug, una combinación de dexametasona y cloprostenol, 4 unidades de oxitocina en seis ocasiones, o ningún tratamiento adicional.. Dos grupos adicionales de becerras se trataron en forma similar a los grupos 1 y 3, con la excepción de que la dosis fue de 10 mg durante 3 días. Seis vacas de primer parto de lactancia natural constituyeron el grupo testigo. La producción de leche de las vacas inducidas a la lactancia varió de 293 a 4998. Estos investigadores concluyeron que el incremento en la administración de estrógenos mejoró la producción de leche, aunque se incrementaron los problemas colaterales.

En un estudio de Collier et al. (1975) 11 vacas y cinco novillonas fueron inducidas a la lactancia con la administración de estradiol 17- β y progesterona por siete días, seguido de la aplicación de dexametazona los días dieciocho y veinte. La producción de leche subsiguiente varió de más de 30 kg por día (producción similar a la lactancia anterior), hasta producciones de menos de 1 kg por día. De los animales tratados el 69 % produjo más de 9 kg de leche por día en el pico de lactancia. Aunque el pico de lactancia se alcanzó a la 8.8 semanas, el pico de producción y la producción por día de leche se asociaron cercanamente a la

producción en 305 días. Los ovarios de todos los animales presentaron una regresión de sus estructuras, ocurriendo el primer estro a los 43 días después de la última inyección de esteroides. Nueve de las vacas fueron inseminadas y cinco concibieron.

En un estudio de Chakriyarat *et al.* (1978) se estudió la producción de leche, las respuestas fisiológicas y niveles hormonales de 24 vacas inducidas a la lactancia. Las vacas recibieron inyecciones subcutáneas de estradiol 17- β y progesterona (0.10 y 0.25 mg/kg de peso) durante siete días consecutivos. Se aplicó también dexametazona (0.028 mg/kg de peso /día) los días 18 y 20. La lactancia se inició el día 21. Todas las vacas mostraron actividad de proestro a los dos días de iniciado el tratamiento de esteroides. En 14 de las 24 vacas tratadas, la producción diaria de leche fue de más de 5 Kg. La producción de leche a los 305 días, ya sea real o proyectada, varió entre 1859 y 5354 Kg. Sin embargo, la producción de leche de siete vacas inducidas fue en promedio de solamente el 73% (32-136%) de sus lactancias previas.

Con vacas de la India, Dadas *et al.* (1990) indujeron la lactancia de estos animales inyectando valerato de estradiol (0.1 mg/kg) e hidroxiprogesterona caproato (0.2 mg/kg de peso corporal) diariamente por tres días. Se aplicó además dos mg de reserpina dos veces por día los días 7 al 10, y 16 mg de dexametazona intramuscular diariamente los días 18,19 y 20. El promedio de producción de leche por lactancia fue de 3230 Kg en 401 días, con una máxima producción diaria de 13 kg.

Usando una esponja intravaginal impregnada con 500 mg y 1000 mg de 17- β estradiol y progesterona, Davis *et al.* (1983) indujeron la lactancia en vacas Holstein, Jersey y vacas híbridas no preñadas. Este tratamiento por diez días, produjo respuesta lactogénica en el 25% de las vacas, comparado con el 89% cuando a las vacas, además de la esponja, se les aplicó una inyección de dexametazona en dosis de 20 mg, intramuscular al sexto día, o una respuesta del 96% cuando se aplicó una inyección de reserpina en dosis de 2.5 mg intramuscular los días 6, 8 y 10 de colocada la esponja. La producción de leche empezó doce días luego de colocada la esponja vaginal. El pico de lactancia no fue afectado por las inyecciones de corticosteroides, pero fue más alto en primavera (11.5 kg por día) que en las vacas

tratadas en el otoño (de 3 a 6 kg por mes). La producción de leche en el pico de lactancia de las vacas inducidas a la lactancia constituyó el 58% de la leche producida por las mismas vacas en su lactancia anterior (derivada de parto).

Narendran *et al.* (1979) indujeron la lactancia de vacas y novillonas Holstein con la aplicación de estradiol 17- β y progesterona durante 7 días. Los niveles de estrógenos y progesterona en las vacas inducidas a la lactancia difirieron de las concentraciones de estas hormonas en vacas de lactancias no inducidas. En la lactancia temprana los niveles de estrógeno fueron mayores en la leche de vacas no inducidas a la lactancia (521 pg/ml en el día 1) que las vacas inducidas (36 pg/ml en el día 1), pero después del día 7 esta tendencia se revirtió (192 y 233 pg/ml en el día 7). La progesterona permaneció elevada en las vacas inducidas a la lactancia durante los primeros 21 días, en comparación con las vacas cuya lactancia derivó de un parto. Los autores concluyeron que los niveles de esteroides en la leche de vacas inducidas a la lactancia no son críticos para la salud de los humanos.

Skrzeczowski *et al.* (1979) aplicaron inyecciones de estradiol 17- β y progesterona en una proporción de 1: 2.5 durante 7 días, con lo cual iniciaron exitosamente la lactancia en 10 vacas Holstein tratadas. El promedio de producción de leche durante lactaciones de 200 días fue de 2271 kg por vaca, lo cual representó el 73% de la producción de leche registrada en estas mismas vacas en su lactancia anterior derivada de parto. La producción de grasa y proteínas fue 83 y 80% de la producción alcanzada en la lactancia anterior. Dos de las diez vacas tratadas se preñaron.

Deshmukh *et al.* (1992) llevaron a cabo un estudio con seis vacas híbridas infértiles (3 pluríparas y tres nulíparas). Estas vacas fueron tratadas con 0.1 mg de estradiol y 0.25 mg de progesterona por kg de peso, subcutáneamente, diariamente por 7 días. Posteriormente se aplicó una sola inyección intramuscular de 20 mg de dexametazona los días 18, 19 y 20. Todos los animales recibieron también una inyección intramuscular de reserpina (5 mg) los días 8,10,12 y 14. La inducción fue exitosa en todos los animales, teniéndose una producción de leche que varió de 2.2 a 5.9 kg en un periodo de 15 días. Durante este periodo el contenido de lactosa se incrementó de 4.67 a 5.19%, la proteína mostró una disminución de 5.85 a 3.45%,

el contenido de grasa varió de 3.5 a 5.9% y el contenido de minerales de 0.56 a 0.91%.

Smith y Schanbacher (1974) aplicaron inyecciones subcutáneas de estradiol 17- β (60 mg/600 kg de peso por día) y progesterona (150 mg/600 kg de peso corporal) durante 7 días. El tratamiento anterior indujo la lactancia en novillonas Holstein. La lactación se inició con proporciones de estradiol- progesterona de 1:2.5, 1:2.2 y 1:1 con un nivel constante de estradiol 17- β (60 mg/6000kg de peso corporal por día). Al variar la dosis de estradiol 17- β (20, 40, 60 mg/600 kg de peso corporal y al mantener una proporción constante de estradiol–progesterona (1:2.5) también condujo a la iniciación de la lactancia con todos los niveles de estradiol 17- β .

El número de días en que se aplicaron las inyecciones (7-10), y por lo tanto la cantidad total de hormonas inyectadas tuvo poco efecto sobre el éxito de iniciar la lactancia. Se fracasó en la inducción de la lactancia cuando las inyecciones se aplicaron intramuscularmente, o cuando estrona, en lugar de estradiol, se inyectó subcutáneamente. Las curvas de lactancia se caracterizaron por un rápido incremento de producción diaria de leche los primeros 10 a 20 días, alcanzándose el pico de lactancia (25.4 kg) entre los 30 y 50 días.

Tervit *et al.* (1980) indujeron exitosamente la lactancia en 14 de 15 vacas no preñadas, las cuales fueron tratadas durante 7 días con dos inyecciones subcutáneas de 15 mg de estradiol y 37.5 mg de progesterona. Las vacas fueron ordeñadas a partir del día 8 pos tratamiento, y aunque lactaron el mismo tiempo que el grupo testigo, su producción de leche (2042 vs 2531 kg), grasa (110 vs 133 kg) y lactosa (91 vs 108) fue significativamente menor que el grupo testigo. La inclusión en el protocolo de inducción de la lactancia de opticortenol u hormona liberadora de la tiotropina no incrementó la producción de leche. Diez de las 15 vacas tratadas mostraron actividad de estro frecuentemente y 4 presentaron cojera. La tasa de preñes después de un periodo de inseminación de 8 semanas fue de 69 y 93 % para las vacas tratadas y las vacas del grupo testigo.

Magliaro *et al.* (2004) utilizaron 28 vacas Holstein las cuales fueron inducidas a la lactancia con estradiol-17-beta (0.075 mg/kg de peso vivo por día) y progesterona (0.25 mg/kg de peso vivo por día) por 7 días. La lactancia empezó el

día 18. Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a un grupo testigo (sin somatotropina) y otro grupo con somatotropina el día 37 de lactancia. Pasados los 70 días de lactancia todas las vacas recibieron somatotropina. Las vacas que recibieron la somatotropina produjeron más leche (28.4 kg/d) que las vacas testigo (24.1 kg/d).

Peel *et al.* (1978) indujeron la lactancia en 15 de 18 vacas no preñadas tratadas con 17- β estradiol (0.1 mg/kg de peso) y progesterona (0.25 mg/kg de peso) los días 1 a 7 (el día uno era el inicio del tratamiento). En otro grupo de vacas, 23 de 26 animales fueron inducidas a la lactancia con estradiol (40 mg/día) y progesterona (100 mg/día). Tratamientos adicionales como 2 ordeñas por día durante 10 días, sostenidos niveles altos o bajos de prolactina, vía la aplicación de bromocriptina o reserpina, o la continua aplicación de estradiol en los días 8 a 11, no cambiaron los niveles de producción de leche de las vacas. Niveles de prolactina en el plasma sanguíneo menores a 20 ng/ml fueron suficientes para el desarrollo mamario. La producción de leche de 24 vacas gemelas monocigóticas inducidas a la lactancia fue de entre un 20 y un 87% con respecto a la producción de leche de su gemela cuya lactancia derivó de un parto. El 90% de las vacas inducidas a la lactancia parieron.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción Del Área De Estudio

El presente trabajo se realizó en el “rancho las coronelas” en el municipio de Pedro Escobedo Querétaro. Está ubicado entre las coordenadas siguientes: al norte 20° 35´, al sur 20° 21´ de latitud norte; al este 100° 04´, al oeste 100° 18´ de longitud oeste. A una altura de 1900 msnm.

El clima se clasifica como seco o templado, con una temperatura media anual de 18°C, la del mes más frío entre 3°C y 18°C; la temporada de mayor calor se presenta en mayo con temperaturas hasta 33.5°C.

La precipitación pluvial es de 700 milímetros anuales, presentándose el período de lluvias en el verano. (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Querétaro, 2005)

Animales Y Su Manejo

Se utilizaron 44 vacas Holstein multíparas manejadas intensivamente. Las vacas se dividieron en 2 grupos: un grupo testigo (21 animales) en el cual la lactancia derivara de un parto, y un grupo tratado con hormonas (23 animales), en el que la lactancia provendrá del tratamiento hormonal. Las vacas tratadas hormonalmente, se eligieron entre animales que presentaban fallas reproductivas (abortos, incapacidad para quedar gestantes después de varias ocasiones, etc.)

Las vacas destinadas a la inducción fueron manejadas en un corral que se tenía destinado para este manejo. Se aplicaron los tratamientos cada día a la misma hora aproximadamente. Tratando de evitar el estrés en estos animales.

Los animales fueron agrupados y alimentados de acuerdo a su nivel de producción de leche. Las vacas testigo permanecieron todo el tiempo con el resto del ganado.

El tratamiento hormonal tuvo una duración de 21 días, al término de éste, las vacas tratadas tenían un descanso de un día y al día siguiente entraban a ordeña con el resto del hato, siendo ordeñadas dos veces al día. Las vacas se ordeñaron 2 veces al día. Los pesos de leche se tomaron cada semana.

Se tomaron también los datos reproductivos después de la lactación derivada de inducción y de parto.

Tratamiento Hormonal

El protocolo de la inducción se presenta en el Cuadro 1 Como fuente de somatotropina se utilizó el producto comercial lactotropina, aplicando una dosis por animal únicamente el primer día del tratamiento, así como el día 10 y 21 de éste; como fuente de estrógenos se utilizó el cipionato de estradiol en su forma comercial de frasco de 10 ml, aplicando 15 ml del día 2 al día 14. La progesterona (presentación de 10 ml en cada frasco; 7.5 ml por dosis), se aplicó del día 2 al día 8. La fuente de corticoesteroides fue Fluvet en frascos de 50 ml, aplicando 5 ml del 19 al día 21 del tratamiento. Todos los tratamientos fueron aplicados vía intramuscular.

Cuadro 1. Protocolo para la inducción a la lactancia en vacas con dificultades para quedar gestantes

Día	Hormona
1	1 dosis de lactotropina
2	15 cc de ecp + 7.5 cc de progesterona
3	15 cc de ecp + 7.5 cc de progesterona
4	15 cc de ecp + 7.5 cc de progesterona
5	15 cc de ecp + 7.5 cc de progesterona
6	15 cc de ecp + 7.5 cc de progesterona
7	15 cc de ecp + 7.5 cc de progesterona
8	15 cc de ecp + 7.5 cc de progesterona
9	7 cc de ecp (solo)
10	7 cc de ecp + 1 dosis de lactotropina
11	7 cc de ecp (solo)
12	7 cc de ecp (solo)
13	7 cc de ecp (solo)
14	7 cc de ecp (solo)
15	7 cc de ecp (solo)
16	Descanso
17	Descanso
18	Descanso
19	5 cc de fluvet
20	5 cc de fluvet
21	5 cc de fluvet
22	Descanso
23	Ordeña + 1 dosis de lactotropina

Lactotropina: somatotropina

Ecp: estradiol

Fluvet: corticoesteroides

Análisis Estadístico

Los datos relacionados con la producción de leche fueron analizados con el procedimiento de mediciones repetidas de SAS (1996). La proporción de vacas gestantes se evaluó con la prueba de Chi cuadrada. Los servicios por preñez se evaluaron con la prueba bivariada de Wilcoxon rank sum (proc npar1way; SAS, 1996)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción De Leche

En el Cuadro 2 se presenta la producción de leche y duración de la lactancia de las vacas cuya lactancia derivó de parto natural, o fue inducida con el uso de hormonas. La producción de leche ajustada a 305 días de las vacas no inducidas a la lactancia fue 35.6% más alta (Cuadro 2; $P < 0.01$) en comparación con las vacas inducidas a la lactancia. Los niveles de producción de leche de las vacas inducidas a la lactancia son muy superiores a las producciones logradas con los protocolos que no incluyen a la hormona de I crecimiento (Collier *et al.*, 1975).

Cuadro 2. Producción de leche y duración de la lactancia de vacas cuya lactancia derivó de parto o ésta fue inducida hormonalmente. Los valores son medias \pm desviación estándar.

Rubro	Inducidas	No inducidas
Número de vacas	20	21
Días de lactancia	305	305
Producción de leche por lactancia (kg)	6721 \pm 1340	9111 \pm 1809**
Pico lactancia (días)	160 \pm 49	96 \pm 75**
Producción al pico de lactancia (kg)	30.8 \pm 7.0	41.4 \pm 7.0**

** $P < 0.001$

Skrzeczowski *et al.* (1979) reportaron que el promedio de producción de leche durante lactaciones inducidas hormonalmente de 200 días, fue de 2271 kg por vaca, lo cual representó el 73% de la producción de leche registrada en estas mismas vacas en su lactancia anterior derivada de parto. Igualmente, Tervit *et al.* (1980) observaron que las vacas inducidas a la lactancia lactaron el mismo tiempo que el grupo testigo, pero su producción de leche fue de 2042 comparada con 2531 kg de las vacas cuya lactancia se inició con un parto.

Producciones de leche erráticas en vacas inducidas a la lactancia han sido reportadas por Chakriyarat *et al.* (1978) quien observó que la producción de leche de las vacas inducidas a la lactancia varió entre 1859 y 5354 Kg.

En los estudios antes descritos se utilizó el estradiol, progesterona y corticosteroides durante 7 días, como protocolo para la inducción de la lactancia. En el presente estudio el protocolo fue drásticamente cambiado, prolongándose el tratamiento hormonal por 21 días. Además, diferente a todos los estudios previos, se incluyó en el protocolo de inducción de la lactancia la hormona del crecimiento.

Otro punto que vale la pena resaltar del Cuadro 3 es la alta producción de leche alcanzada por las vacas inducidas a la lactancia, lo cual plenamente justifica la inversión en las hormonas (\$ 1,200.00 por vaca). En este cuadro, se presenta la producción de leche de las vacas que no terminaron su lactancia.

Cuadro 3. Características de la producción de leche de vacas inducidas hormonalmente a la lactancias, pero que suspendieron su lactancia prematuramente.

Número de vacas	3
Días de lactancia	188.3 ± 10.9
Producción de leche	2711 ± 382
Pico lactancia (días)	98 ± 24
Producción al pico de lactancia (kg)	18 ± 1.5

En estudios previos (Moreno,2006) alrededor de un tercio de las vacas no responden al tratamiento hormonal. Algo similar pasó en el presente estudio, con la diferencia que las vacas alcanzaron una producción de leche cercana a los 3,000 litros de leche, lo cual justifica la inversión en el tratamiento hormonal. En estudios anteriores, algunas de las vacas inducidas nunca llegan a producir leche.

En la Figura 1. se presenta la curva de lactancia de las vacas en ambos tratamientos. Las vacas cuya lactancia derivó de parto presentaron su pico de lactancia a los 96 días, mientras que las vacas inducidas a la lactancia tardaron 160 días para alcanzar su máxima producción de leche. Al final de la lactancia, la persistencia de las vacas de parto natural fue más acelerada que la de las vacas tratadas hormonalmente, de tal forma que al final de la lactancia, la producción de ambos grupos de animales fue el mismo.

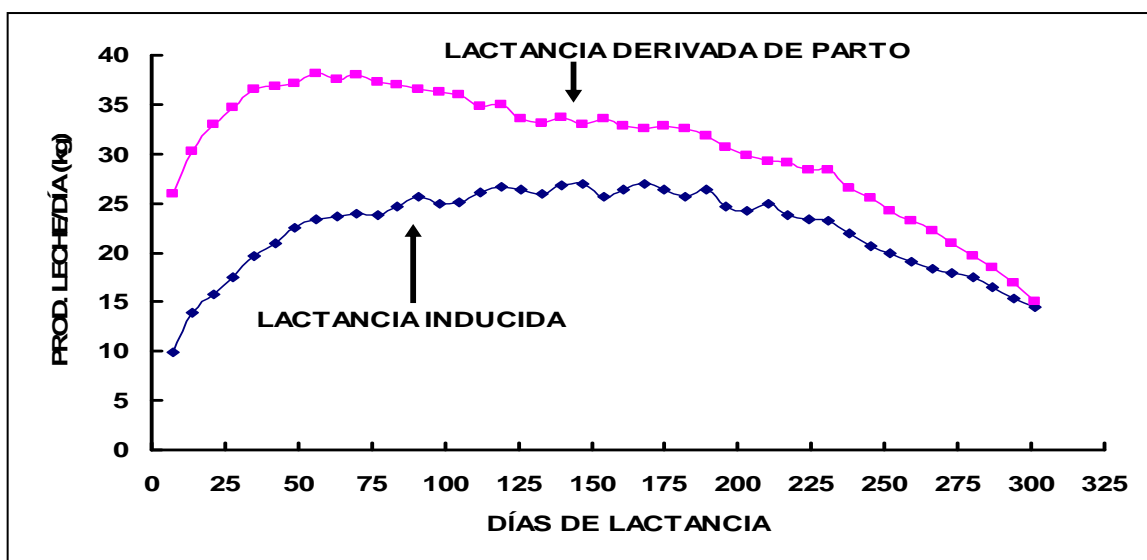


Figura 1. Curvas de lactancia de vacas inducidas a la lactancia con un tratamiento hormonal prolongado y de vacas cuyas lactancia derivaron de parto.

Comportamiento Reproductivo

El aspecto reproductivo de las vacas tratadas hormonalmente para la inducción de la lactancia y el grupo testigo se presenta en el Cuadro 4. Estos datos muestran claramente que el hato lechero bajo estudio presentaba aceptables parámetros reproductivos. Cabe mencionar que esta comparación está sesgada, pues las vacas inducidas a la lactancia habían fallado reproductivamente en su lactancia anterior. Aún así, los servicios por concepción en las vacas no tratadas hormonalmente fueron muy parecidos a los valores observados en las vacas inducidas a la lactancia. El porcentaje de vacas con abortos no difirió entre grupos de vacas, aunque debe resaltarse el anormalmente alto porcentaje de estas fallas

reproductivas. Dos de las vacas en el grupo testigo fueron sacrificadas por resultar positivamente a la tuberculosis, y dos de ellas abortaron, de tal manera que 16 de ellas (80%) produjeron un becerro. En el caso de las vacas inducidas a la lactancia, cuatro abortaron y tres fueron eliminadas por problemas reproductivos, de tal forma que en este grupo el 70% de las vacas produjo un becerro.

Cuadro 4. Comportamiento reproductivo de vacas Holstein pluríparas cuya lactancia se indujo hormonalmente o derivó de un parto normal.

	Lactancia de partos (n= 20)	Lactancia inducida (n= 23)
Rubro*		
Servicios por preñez	2.2 ± 1.2	1.9 ± 1.4
Abortos (%).	10	17
Días abiertos de vacas gestantes	86 ± 53	94 ± 86
Vacas paridas/vacas inseminadas	90	70

*Para todos los parámetros reproductivos no hubo diferencias significativas.

CONCLUSIONES

Estos datos muestran que el protocolo utilizado en el presente estudio para la inducción de la lactancia es efectivo, lográndose niveles de producción de leche que hacen factible la inversión en hormonas para la producción de leche. Los resultados mostraron también que la aplicación de la hormona del crecimiento en el protocolo para inducir la lactancia permite que todas las vacas inicien su lactancia, aunque un bajo porcentaje de éstas, presentan lactancias de menos de 200 días. Finalmente, el comportamiento reproductivo de las vacas fue aceptable en ambos grupos de vacas, lo que demuestra que con la inducción de la lactancia se pueden rescatar un número importante de vacas que estaban destinadas al sacrificio.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de inducción de la lactancia con un protocolo más elaborado que los utilizados en décadas pasadas, con la combinación de estrógenos, progesterona y hormona del crecimiento en vacas pluríparas con problemas reproductivos, sobre la producción de leche y reproducción de de estos animales. El estudio se llevó a cabo en un establo intensivo en Querétaro. Se utilizaron dos grupos de vacas, uno de los cuales no recibió tratamiento hormonal (testigo n=20), y otro que recibió el tratamiento hormonal (n=23). La somatotropina se aplicó el primer día del tratamiento, así como el día 10 y 21 de éste. El cipionato de estradiol (15 ml) se aplicó del día 2 al día 14. La progesterona (7.5 ml por dosis), se aplicó del día 2 al día 8. Los corticoesteroides (Fluвет; 5 ml) se aplicó del 19 al día 21 del tratamiento. La producción de leche fue significativamente menor ($P < 0.001$) en el grupo inducido a la lactancia (6721 ± 1340 kg), comparado con el grupo testigo (9111 ± 1809). No se detectaron diferencias significativas en los parámetros reproductivos entre grupos de animales. Se concluyó que el protocolo utilizado en el presente estudio para la inducción de la lactancia es efectivo, lográndose niveles de producción de leche que hacen factible la inversión en hormonas para la producción de leche. Además, este protocolo permite rescatar vacas destinadas al sacrificio por improproductivas, permitiéndoles permanecer en el hato por lo menos 2 lactancias adicionales.

LITERATURA CITADA

- Akers, R.M. 2006. Major advances associated with hormone and growth factor regulation of mammary growth and lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:1222-1234.
- Bauman, D.E., Mather, I.H., Wall, R.J., Lock, A.L. 2006. Major advances associated with the biosynthesis of milk. *Dairy Sci.* 89: 1235-1243
- Brotherstone, S., Thompson, R., White, I.M.S. 2004. Effects of pregnancy on daily milk yield of Holstein-Friesian dairy cattle. *Liv. Prod. Sci.* 87:265-269.
- Broucek, J., Arave, C.W., Kisac, P., Mihina, S., Flak, Uhrincat, U., Hanus, A. 2006. Effects of some management factors on milk production in first-calf heifers. *Asian - Australasian J. Anim. Sci.* 19:672-678.
- Chakriyarat, S., Head, H.H., Thatcher, W.W., Neal, F.C., Wilcox, C.J. 1978. Induction of lactation: lactational, physiological, and hormone response in the bovine. *J. Dairy Sci.* 61:1715-1724.
- Centro Nacional De Investigaciones Agropecuarias. 1974. Curso de suelos, pastos, ganadería para el Valle del Cauca, En: Boletín Técnico. Vol.4 Palmira, Valle del Cauca
- Collier, R.J., Bauman, D.E., Hays, R.L. 1975. Milk production and reproductive performance of cows hormonally induced into lactation. *J. Dairy Sci.* 58:1524-1527.
- Collier, R.J., G.E. Dahl, M.J. VanBaale. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J Dairy Sci.* 89:1244-1253
- Dabas, Y.P.S., Atheya, U.K., Lakhchaura, B.D., Sud, S.C. 1990. Induction of lactation in repeat breeding cattle with estradiol valerate and hydroxyprogesterone caproate. *Indian Vet. J.* 67:436-440.
- Davis, S.R., Welch, R.A.S., Pearce, M.G., Peterson, A.J. 1982. Induction of lactation in nonpregnant cows by estradiol-17- β and progesterone from an intravaginal sponge. *J. Dairy Sci.* 66: 450-457.
- Deshmukh, B.T., Joshi, V.G., Patil, M.D., Talvelkar, B.A., Mhatre, A.J. 1992. Induced lactation in dairy cattle for increased milk production: effect on milk constituents. *Indian J. Dairy Sci.* 45:110-113.
- Grignani, V. 1970. Ordeño mecánico. Zaragoza, Acribia.
- Hafez, E.S.E. 1986, Reproducción e inseminación artificial en animales. 4 ed. México: Interamericana.
- Hickson, R.E., N. Lopez Villalobos, N., Dalley, D.E., Clark, D.A., C.W. Holmes, C.W. 2006. Yields and persistency of lactation in Friesian and jersey cows milked once daily. *J. Dairy Sci.* 89:2017-2024

- Jenkins, T.C., MA McGuire, M.A. 2006. Major advances in nutrition Impact on milk composition. *J. Dairy Sci.* 89: 1302-1310.
- Jordan, D.L., Erb, R.E., Malven, P.V., Callahan, C.J., Veenhuizen, E.L. 1981. Artificial induction of lactation in cattle: effect of modified treatments on milk yield, fertility, and hormones in blood plasma and milk. *Theriogenology* 16:315-319.
- Magliaro, A.L., Kensinger, R.S., Ford, S.A., OConnor, M.L., Muller, L.D., Graboski, G. 2004. Induced lactation in nonpregnant cows: Profitability and response to bovine somatotropin. *J.Dairy Sci.* 87:3290-3297
- Mc Donald, L.E. 1981. Reproducción y endocrinología veterinaria. 2 ed. México: Interamericana. p. 97-101, 419-436.
- Narendran, R., Hacker, R.R., Smith, V.G., Lun, A. 1979. Hormonal induction of lactation: estrogen and progesterone in milk. *J. Dairy Sci.* 62:1069-1075.
- Peel, C.J., Taylor, J.W., Robinson, I.B., McGowan, A.A., Hooley, R.D., Findlay, J.K. 1978. The importance of prolactin and the milking stimulus in the artificial induction of lactation in cows.
- Rekik, B., BenGara, A. 2004. Factors affecting the occurrence of atypical lactations for Holstein-Friesian cows. *Livest. Prod. Sci.* 87:245-250
- Rodriguez R. Fabio. 9 al 13 de marzo de 1970. Curso sobre ganado de carne. Villavicencio.
- SAS. 1996. SAS System (Release 6.12). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Sawyer, G.J., Fulkerson, W.J., Martin, G.B., Dow, C. 1986. Artificial induction of lactation in cattle: Initiation of lactation and estrogen and progesterone concentrations in milk. *J. Dairy Sci.* 69:1536-1544.
- Schmidt, G.H. 1974. Biología de la lactación. Zaragoza : Acribia
- Skrzeczkowski, L., Lembowicz, K., Rabek, A., Stupnicka, E., Kaciuba-Uscieko, H. et al. 1979. Hormone induced lactation in cows culled from herd as a reproductive failures. *Prace I Mat. Zootech.* 20:31-39.
- Smith K.L., Schanbacher, F.L. 1974. Hormone-induced lactation in the bovine. II. Response of nulligravida heifers to modified estrogen-progesterone treatment. *J. Dairy Sci.* 57:296-303.
- Sporri, H Y Stunzi, H. 1977 Fisiopatología veterinaria. Zaragoza: Acribia.
- Stockdale, C.R. 2006. Influence of milking frequency on the productivity of dairy cows. *Australian J. Exp. Agr.*46:965-974.
- Vaughn KE, 1998. Reasons why farmers cull cows. *Dairy Newsletter*, Nov, 1998.
- We, D., Bruckmaier, R.M. 2005. Optimization of individual prestimulation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88: 137-147.

