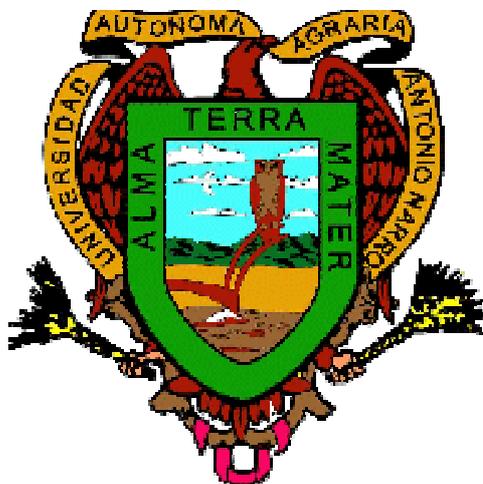


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**CURVAS DE LACTANCIA DE VACAS INDUCIDAS HORMONALMENTE
A LA LACTANCIA Y TRATADAS CON BST**

Por:

MARÍA DE LOURDES MORENO DÍAZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2005.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**CURVAS DE LACTANCIA DE VACAS INDUCIDAS HORMONALMENTE
A LA LACTANCIA Y TRATADAS CON bST**

**Por:
MARÍA DE LOURDES MORENO DÍAZ**

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**

**M.C. J. Eduardo García Martínez
Sinodal**

**M.C. Roberto García Elizondo
Sinodal**

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Ramón Florencio García Castillo

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE DE 2005

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** padre que me ha dado la vida, y me permitió llegar a esta meta con sus iluminaciones en los momentos más difíciles de este trayecto de la carrera.

A mis padres:

Francisco Moreno Montelongo

Victoria Díaz Peña †

Porque me apoyaron moral y económicamente durante el tiempo utilizado en la educación para mi formación profesional.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** que me ha proporcionado las herramientas adecuadas por medio de su docencia para formarme como profesionalista.

Al **Dr. Miguel Mellado Bosque** por darme su confianza, dedicación, apoyo, y por guiarme para realizar este trabajo.

Al **M.C. José Eduardo García Martínez** por haberme apoyado en la revisión de este trabajo, por hacerme las correcciones necesarias y por aceptar ser mi sinodal.

Al **M.C. Roberto García Elizondo** por aceptar ser mi sinodal y por darme las sugerencias necesarias para corregir la redacción.

A mis hermanos **Israel, Ventura** y **Moisés** que me han comprendido y me han ayudado económicamente para terminar mis estudios.

A mis cuñados **Benjamín y Candelario** que me apoyaron con el transporte necesario durante todo el tiempo para terminar la carrera; y a **Ivan** que me apoyó con una de las herramientas más importantes para realizar la captura de este trabajo.

A mi amiga **Guadalupe Bacarrillo** porque siempre me dio consejos y comprendió las situaciones difíciles por las que pasé.

DEDICATORIA

A **Dios** porque sin él no podría haber terminado mi profesión, ya que donde quiera que esté él se encuentra conmigo y me guía para realizar las actividades planteadas.

A mis padres queridos **Francisco y Victoria** que dieron la vida, lo mejor de ellos para educarme, cuidarme y hacerme una persona respetable para llegar hasta esta gran meta que me propuse.

A mi esposo **José Alonso Vilchis Espinosa** que siempre me apoyó, me dio su confianza y sobretodo su amor.

A mi hijo **Edwin Alonso Vilchis Moreno** que me hizo fuerte en todos los aspectos para poder lograr mi meta como profesionista.

A mis **hermanos** Eva, Adan, Leandra, Martha, Irma, Dolores y Noe que son parte de mi sangre y me desean todo el éxito para salir adelante en mis estudios.

A todos mis **compañeros** de la generación que contribuyeron con una pequeña parte en ayuda mutua durante la carrera.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		pag.
1.	Protocolo para la inducción de la lactancia en vacas pluríparas con dificultades para quedar gestantes.....	13
2.	Producción de leche y duración de la lactancia de vacas cuya lactancia derivó de parto, o ésta fue Inducida hormonalmente.....	16
3.	Curvas de lactancia de vacas que derivaron de inducción a la lactancia y vacas que derivaron de parto normal.....	16

INTRODUCCIÓN

En los establos lecheros manejados intensivamente de las zonas áridas de México se presentan problemas reproductivos y productivos debido al estrés calórico del ganado provocado por las altas temperaturas. Las vacas son sensibles a las variaciones climáticas severas que se presentan en la región de la Comarca Lagunera, donde se produce el mayor porcentaje de leche a nivel nacional.

Es evidente que la producción de leche de vaca, en México, está basada en términos monetarios. La alimentación es adecuada, pero representa el rubro de más erogaciones, por lo que se están buscando otros métodos para eficientizar la producción de leche en los sistemas intensivos e incrementar su rentabilidad.

En los establos lecheros un gran número de vacas no logran preñarse luego de reiteradas inseminaciones, lo que conduce a la eliminación de éstos animales, ocasionando una disminución en la tasa de reemplazos y de producción láctea. Una consecuencia adicional de la eliminación de las vacas “repetidoras” es que el precio de éstos animales se reduce marcadamente, pues estos son vendidos para el abasto y no como animales para la producción de leche.

Muchos de los productores de leche desechan a sus animales por problemas reproductivos.

Una alternativa para las vacas que no quedan preñadas; y sean eliminadas del hato, es la aplicación de productos químicos para inducir el estro y la lactancia de estos animales, y así se podría tener una tasa de retorno más significativa. Sin embargo, el problema de las fallas reproductivas, a veces no es de la vaca, si no el inseminador, el estrés calórico o de una deficiente detección del celo de las vacas. Por eso, la inducción artificial de la lactancia de estas vacas pudiera mejorar sustancialmente los ingresos de los productores de leche de sistemas intensivos.

Con base a lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivos

Comparar las curvas de lactancia, de vacas pluríparas inducidas a la lactancia tratadas con somatotropina, y de las vacas con parto normal.

Caracterizar la producción de leche que se logra al agregar a los protocolos hormonales tradicionales, la hormona del crecimiento durante la inducción y a través de la lactancia.

Justificación

Una alternativa para aumentar la producción de leche en un establo, es la inducción hormonal de la lactancia, en aquellas vacas con fallas en su reproducción, con el cual se obtendrían ingresos adicionales al poner a producir estos animales, que de otra forma estarían destinadas al sacrificio.

Para que se produzca un efecto mamogénico, lactogénico y lactopoyético, se requieren ciertos niveles hormonales de prolactina, estrógenos, progesterona, insulina y corticoides. El uso de estas hormonas para la inducción a la lactancia en vacas no gestantes ha sido estudiado con detalles en épocas pasadas, con resultados poco alentadores. Con la disponibilidad ahora de la hormona del crecimiento, la inducción de la lactancia pudiera convertirse en una opción viable, pues esta hormona aplicada en conjunción con las hormonas antes mencionadas, pudiera promover lactancias más copiosas y de mayor duración. Por lo anterior el propósito de éste estudio es explorar un protocolo más sofisticado a los ya conocidos, que permita lograr producciones de leche comparables a las obtenidas en las vacas con lactancias derivadas de partos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Dohoo *et al.* (2003), realizaron una revisión de los efectos de la somatotropina para bovino (rBST) sobre la producción de leche, la composición de ésta, el consumo de materia seca, y la condición corporal de las vacas.

Una serie de meta-análisis fueron usados por estos autores para combinar datos de diversos estudios sobre la producción y la nutrición de las vacas lecheras. Los parámetros utilizados fueron extraídos de todas las pruebas aleatorias clínicas, que habían sido publicadas en revistas científicas con arbitraje. Se encontró que el uso de la somatotropina en vacas lecheras aumentó la producción de leche en 11.3 % en vacas primerizas, y en 15.6 % en vacas pluríparas, aunque hubo variaciones

considerables entre estudios. La somatotropina afectó estadísticamente la composición de la leche (% grasa, proteína, y lactosa), aunque estos efectos fueron muy pequeños. El tratamiento aumentó el consumo de materia seca en un promedio de 1.5 kg/día, y durante el período de tratamiento permaneció elevado en los primeros 60 días de la lactancia subsiguiente. A pesar del aumento del consumo de materia seca, los animales tuvieron una condición corporal baja al final del período del tratamiento.

Un estudio realizado por Rose *et al.* (2005) tuvo como objetivo correlacionar la respuesta individual en la variación de producción de leche de vacas Holstein productoras de leche con administración de somatotropina de bovino, midiendo cambios del plasma en la leche y actividades plasminogénicas, así como con niveles hormonales en el plasma sanguíneo y niveles de metabolitos. Treinta y dos vacas Holstein pluríparas (90 ± 3.8 días post parto) recibieron diariamente las inyecciones subcutáneas de solución salina durante 1 semana, seguida por inyecciones subcutáneas de 20 mg/día de somatotropina durante 2 semanas. Las muestras de sangre fueron tomadas a intervalos de 4 durante 24 horas, al final de la aplicación de la solución salina y la somatotropina. Muestras de leche también fueron tomadas al final de la aplicación de solución salina y somatotropina. La diferencia en la producción de leche entre los animales inyectados con solución salina y somatotropina, después de la segunda semana del tratamiento), varió enormemente entre animales (de -0.2 a + 8.6 kg/día, en relación con la semana de tratamiento con solución salina). Las vacas con una baja producción de leche antes del tratamiento con somatotropina presentaron una alta respuesta al tratamiento hormonal en cuanto a la producción de leche. El factor de crecimiento parecido a la Insulina-1 en plasma se asoció positivamente con la respuesta a la producción de leche. Además, una alta respuesta a la producción de leche se asoció con un inferior nivel de plasminógeno en la sangre.

Annen *et al.* (2004) indican que los períodos secos de 40 a 60 días en las vacas lecheras han sido un estándar de la industria, porque los períodos secos < de 40 días han causado reducciones (10 a 30 % menos) en la producción de leche en la lactancia subsiguiente.

Estos autores estudiaron los efectos de producción de leche en vacas con períodos secos acortados u omitidos para vacas con producciones > 12,000 kg de leche y tratadas además con somatotropina para bovinos. El estudio usó 2 establos comerciales y uno de la Universidad. Se incluyeron 4 tratamientos. Cinco vacas pluríparas y 5 vacas primíparas de cada establo fueron asignados a cada tratamiento: 1) período seco de 60 días, más somatotropina (60DD); 2) período seco de 30 días, más somatotropina (30DD); 3) el ordeño continuo, sin somatotropina (CMLST); y 4) ordeño continuo con somatotropina (CMCST). La aplicación de la somatotropina inició de 57 a 70 días de lactancia y terminó 14 días antes del periodo seco (60DD y 30DD) o fecha esperada para terminar (CMLST). En vacas primerizas se redujo la producción de leche durante las 17 primeras semanas de lactancia para vacas en los tratamientos 30DD, CMLST, y CMCST, en comparación con el tratamiento 60DD (38.3, 35.1, y 37.5 contra 44.1 ± 1.3 kg/día, respectivamente). Para vacas pluríparas, las producciones de leche respectivas no fueron diferentes (46.6, 43.4, 46.5, y 47.7 ± 2.1 kg/día). Los períodos cortos o la omisión de los periodos secos pueden impedir el crecimiento mamario en vacas primerizas, reduciendo la producción de leche

subsiguiente. Al contrario, un período seco corto o la omisión de éste no cambió la producción en vacas múltiparas.

Rose *et al.* (2004) llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo fue relacionar la respuesta de producción de leche a corto plazo con la aplicación de somatotropina para bovino, con los cambios en las concentraciones de metabolitos y hormonas en el plasma sanguíneo. 24 vacas Holstein (52 ± 4.1 días post-parto) recibieron inyecciones diarias de somatotropina durante 2 semanas. La respuesta en la variación individual en la leche de las 5 vacas sirvió para separar a las vacas con alta o baja respuesta a la somatotropina. La somatotropina para bovino se aplicó (33 mg/día) subcutáneamente todos los días (experimento 1). Diez vacas fueron después usadas en 3 pruebas posteriores con el mismo diseño, conducidos a los 122, 181, y 237 ± 7.6 días post-parto, respectivamente. Las muestras de sangre fueron tomadas 2 horas después de la administración de la somatotropina los días 1, 3, 5, 15, 17, y 19 de cada prueba. El grupo de alta respuesta (AR) tuvo consistentemente mayor producción de leche que el grupo de baja respuesta (BR) al tratamiento hormonal. El grupo BR tuvo una concentración de somatotropina más alta, mientras que la insulina y el factor-I de crecimiento parecido a la insulina (IGF-I) fueron mayores en las vacas AR. El grupo AR tuvo niveles inferiores de β hydroxi-butyrate y ácidos grasos no esterificados antes del tratamiento con somatotropina. La reducida respuesta de corto plazo en las vacas de BR se asoció con concentraciones de hormonas y metabolitos en plasma que indica un balance de energía negativo, aunque otros factores puedan estar implicados.

INDUCCIÓN HORMONAL DE LA LACTANCIA

Usando una esponja intravaginal impregnada con 500 mg y 1000 mg de 17- β estradiol y progesterona, respectivamente, Davis *et al.* (1982) 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 dexametasona 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).

En un estudio de Collier *et al.* (1975) 11 vacas y cinco vaquillas 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.

Chakriyarat *et al.* (1978) estudiaron 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 vivo) 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.

Narendran *et al.* (1979) indujeron la lactancia de vacas y vaquillas 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). Estos animales fueron tratados 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 corticosteroides u hormona liberadora de la tirotropina no incrementó la producción de leche. Diez de las 15 vacas tratadas mostraron actividad de estrógeno 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).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en una explotación comercial (Establo Puerto Chico) de Gómez Palacios, Durango. La temperatura media de la región es de 21.7° C, a una altura de 1120 metros sobre el nivel del mar, y con un promedio de precipitación anual de 227 mm.

Animales y su manejo

Se utilizaron 179 vacas Holstein pluríparas de un alto potencial lechero. Las vacas se manejaron en forma intensiva, ofreciéndoseles heno de alfalfa y concentrado, 10 veces por día, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales en sus diferentes etapas fisiológicas. Las vacas fueron inyectadas subcutáneamente con somatotropina cada 14 días a través de toda la lactancia. Las vacas detectadas en celo después de 50 días de lactancia eran inseminadas artificialmente.

Las vacas se dividieron en dos grupos: un grupo testigo, donde la lactancia de las vacas derivó de un parto, y un grupo tratado hormonalmente, cuya lactancia derivó de un tratamiento hormonal. Las vacas tratadas hormonalmente se escogieron entre animales que presentaban fallas reproductivas (incapacidad para quedar gestantes después de repetidas inseminaciones).

Las vacas eran ordeñadas 3 veces al día y la producción de leche era registrada cada 14 días. Se estimó la producción de leche en 305 días, y se registró la producción de leche durante toda su lactancia. Se registró además los días de lactancia de las vacas, el número de inseminaciones por preñez y el intervalo entre el inicio de la lactancia y la fecundación.

Tratamiento hormonal

El protocolo de la inducción de la lactancia se presenta en el Cuadro 1. Como fuente de estrógenos se utilizó el cipionato de estradiol, que comercialmente se encuentra en una concentración de 10 mg/ml, en frasco de 1 ml, aplicando dosis de 0.30 mg/kg de peso vivo/día, vía subcutánea; Progesterona en presentación comercial de frascos por 10 ml en una concentración de 25 mg/ml aplicado en dosis de 0.28 mg/kg de peso vivo/día, vía subcutánea; Oxitocina en presentación comercial de frasco de 10 ml a una concentración de 10 U.I./ml, aplicada en dosis de 50 U.I. por tres días antes de cada ordeño; Prostaglandina en presentación de 25 ml, con dosis de 5 mg de este fármaco por vaca en forma intramuscular; Y somatotropina en jeringa de 5 ml, una dosis por vaca en forma subcutánea durante la inducción de la lactancia y cada 14 días durante la lactancia.

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

DIA	HORMONA	COSTO
1	BST	56.00
2	ECP + PROGESTERONA	67.46
3	ECP + PROGESTERONA	67.46
4	ECP + PROGESTERONA	67.46
5	ECP + PROGESTERONA	67.46
6	ECP + PROGESTERONA	67.46
7	ECP + PROGESTERONA	67.46
8	ECP +PROGESTERONA +BST	123.46
9	ECP	20.34
10	ECP	20.34
11	ECP	20.34
12	ECP	20.34
13	ECP	20.34
14	ECP	20.34
15	ECP + BST	76.34
16	SINCROCEL	13.80
17		
18		
19	FLUSOL	9.30
20	FLUSOL	9.30
21	FLUSOL + BST + ORDEÑO	65.30
	TOTAL	880.30

BST = somatotropina recombinada.

ECP = estradiol

Sincrocel = prostaglandina

Flusol = oxitocina

Análisis estadístico

La producción de leche por lactancia (ajustada a 305 días) se comparó entre grupos con un análisis de varianza en un sentido, utilizando el número de lactancia de las vacas como covariable.

El número de servicios por concepción después de la inducción de la lactancia, y el intervalo entre el inicio de la lactancia y la concepción se analizaron con un análisis de varianza en un sentido.

RESULTADOS

La lactancia fue inducida exitosamente en todas las vacas no gestantes con problemas reproductivos. La producción de leche de las vacas inducidas a la lactancia y las vacas cuya lactancia derivó de parto se presenta en el Cuadro 2. La producción de leche de las vacas cuya lactancia derivó de un parto fue 28% mayor ($P < 0.01$) que las vacas inducidas a la lactancia. En ambos grupos la duración de la lactancia superó los 400 días. La producción total de leche fue 15% más elevada en las vacas con lactancia derivada de parto, comparada con la lactancia de vacas inducidas a la lactancia, y el promedio de producción diario de leche fue mayor ($P < 0.01$) para las vacas con parto normal que las vacas inducidas a la lactancia.

Las curvas de lactancia para los dos grupos de vacas se presentan en la Figura 1. El pico de lactancia tardó más tiempo (125 días) en presentarse en las vacas inducidas a la lactancia en comparación con las vacas no inducidas, pero una vez que se alcanzó el pico (34 kg por día), la producción de leche de las vacas inducidas mostró un paralelismo con la producción de las vacas con parto.

Cuadro 2. Producción de leche de vacas inducidas hormonalmente a la lactancia y tratadas con somatotropina, y de vacas cuya lactancia derivó de parto.

Parámetro	Lactancia después de parto (n= 81)	Vacas inducidas (n= 98)
Lactancia a 305 días (kg)	12302 ± 1245	9599 ± 1387**
Duración de la lactancia (días)	420 ± 133	462 ± 112
Producción total en la lactancia (kg)	16187 ± 4742	14041 ± 3518
Promedio de producción diaria (kg)	40.3 ± 5.2	31.4 ± 4.5**

** ($P < 0.01$).

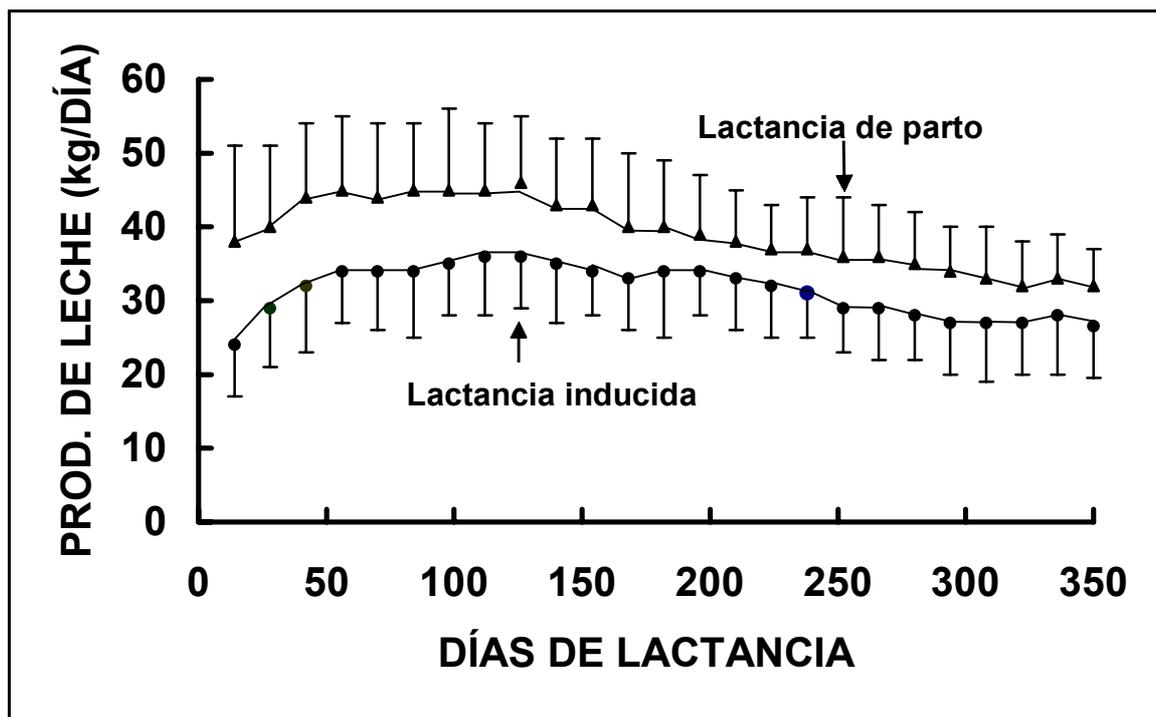


Figura 1. Curvas de producción de leche para vacas inducidas hormonalmente a la lactancia y vacas cuya lactancia derivó de parto. Con una desviación estándar (\pm).

DISCUSIÓN

El porcentaje de éxito en la inducción de la lactancia fue de 100%, pero las vacas inducidas a la lactancia produjeron el 78% de la leche en comparación con las vacas cuya lactancia derivó de un parto normal. El porcentaje de leche producida por las vacas inducidas a la lactancia, con relación a una lactancia normal, es similar a la observada por Magliaro *et al.* (2004), pero mucho mayor que la reportada por otros autores (Smith y Schanbacher, 1973; Collier *et al.*, 1977; Kensinger *et al.*, 1979), quienes notaron que la producción de leche de las vacas inducidas a la lactancia representó el 60 a 70% de la leche producida por vacas con parto normal. Además, diferente a estudios previos, la variabilidad en la producción de leche entre las vacas inducidas a la lactancia fue muy reducida. El alto grado de éxito en la inducción de la lactancia y el aceptable nivel de producción de leche observado en el presente estudio contrasta con el bajo nivel de producción de leche logrado en previos estudios donde se utilizaba el tradicional tratamiento de aplicación de esteroides por 7-10 días (Collier *et al.*, 1975; Tervit *et al.*, 1980; Davis *et al.*, 1982). Hasta donde se tiene conocimiento, esta es la primera demostración donde las vacas inducidas a la lactancia y tratadas luego con somatotropina durante la lactancia, alcanzan niveles de producción de leche comparables a vacas de alto potencial genético para producción de leche.

El incremento en el tiempo de aplicación de esteroides en el presente estudio y el uso de la somatotropina para la inducción de la lactancia parece explicar esta respuesta. Sejrson *et al.* (1986) y Radcliff *et al.* (2003) han observado que vaquillas inyectadas

con hormona del crecimiento presentaron un pronunciado incremento en la masa de la glándula mamaria y total de células secretoras de leche. Esta acción mamogénica de la hormona del crecimiento sigue sin entenderse plenamente, pero el efecto exógeno de la hormona del crecimiento parece deberse al incremento en el factor de crecimiento parecido a la insulina (Forsyth, 1996; Sejrnsen *et al.*, 1999).

La duración de la lactancia de las vacas inducidas a la lactancia fue superior a los 400 días, con una elevada producción de leche al final de la lactancia (25 kg por día). Por lo anterior, el excesivo tiempo de lactancia no impactó negativamente en forma importante en la economía de esta explotación, debido al marcado incremento en la persistencia de la lactancia en ambos grupos de vacas.

La excepcional persistencia en la lactancia en ambos grupos de vacas posiblemente se debió a que las vacas se ordeñaban 3 veces diarias, y el incremento en la frecuencia de ordeña causa un incremento en el parénquima mamario (Henderson *et al.*, 1985), lo cual resulta en un incremento en la persistencia de la lactancia (Bar-Peled *et al.*, 1995; Knight and Sorensen, 2000). Además, la administración de la somatotropina parece incrementar la persistencia incrementando la proliferación de células mamarias, y reducir la tasa de apoptosis de las células secretoras de la ubre (Capuco *et al.*, 2003). También, la somatotropina mantiene el parénquima mamario total y los alvéolos funcionales de la glándula mamaria (Baldi *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

Este estudio muestra la efectividad y consistencia de una técnica para inducir la lactancia en vacas con problemas reproductivos, la cual permite a las vacas presentar niveles de producción de leche semejantes a la producción de vacas lecheras con parto natural, sin la aplicación de la hormona del crecimiento.

Otro aspecto de este estudio mostró que la producción de leche de las vacas inducidas a la lactancia y tratadas con somatotropina, fue inferior a la producción de las vacas con parto natural. Con lo anterior queda demostrado que todavía no existe un tratamiento hormonal que reemplace al proceso de gestación y parto para alcanzar una máxima producción de leche.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en una explotación comercial lechera intensiva (establo Puerto Chico) del Estado de Durango, en el municipio de Gómez Palacio, donde se utilizaron 179 vacas Holstein pluríparas de alto potencial genético lechero. Las vacas se manejaron en forma intensiva, ofreciéndoseles alimento concentrado 10 veces por día de acuerdo a sus requerimientos nutricionales. Las vacas fueron inyectadas subcutáneamente con somatotropina cada 14 días a través de toda la lactancia. Las vacas detectadas en celo después de 50 días de lactancia eran inseminadas artificialmente. Las vacas se dividieron en dos grupos: un grupo testigo, donde la lactancia de las vacas derivó de un parto normal, y un grupo tratado cuya lactancia derivó de un tratamiento hormonal. Las vacas tratadas hormonalmente se escogieron entre vacas que presentaron fallas reproductivas (incapacidad para quedar gestantes después de repetidas inseminaciones).

Las vacas eran ordeñadas tres veces al día y la producción de leche era registrada cada 14 días. Se contabilizó la producción de leche en 305 días, y se registró la producción de leche durante toda la lactancia. Se registró además los días de lactancia de las vacas, el número de inseminaciones por preñez y el intervalo entre el inicio de la lactancia y la fecundación.

La lactancia fue inducida exitosamente en todas las vacas no preñadas con problemas reproductivos. La producción de leche de las vacas cuya lactancia derivó de un parto normal fue 28% mayor ($P < 0.01$) que las vacas inducidas a la lactancia. En ambos grupos la duración de la lactancia superó los 400 días. La producción total de leche fue 15% más elevada en las vacas de parto normal, comparada con la lactancia de

vacas inducidas a la lactancia, y el promedio de producción diario de leche fue mayor ($P < 0.01$) para las vacas con parto normal que las vacas inducidas a la lactancia.

Se concluyó que el protocolo para inducción de la lactancia empleado en el presente estudio, aunado a la aplicación sistemática de bST mostró una alta efectividad y consistencia para inducir la lactancia en vacas con problemas reproductivos. Con esta técnica las vacas presentaron niveles de producción de leche semejantes a la producción de vacas lecheras de alto potencial genético con parto natural, sin la aplicación de la hormona del crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Annen, E.L., Collier, R.J., McGuire, M.A., Vicini, J.L., Ballam, J.M., and Lormore, M.J., 2004. Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows. *J. Dairy Sci.* **87**:3746-3761.
- Baldi, A., Modina, S., Cheli, F., Gandolfi, F., Pinotti, L., Baraldi Scesi, L., Fantuz, F. and Dell'Orto, V. 2002. Bovine somatotropin administration to dairy goats in late lactation: Effects on mammary gland function, composition and morphology. *J. Dairy Sci* **85**:1093-1102.
- Bar-Peled, U., Maltz, E., Bruckental, I., Folman, Y., Kali, Y., Gacitua, H., Lehrer, A.R., Knight, C.H., Robinzon, B., Voet, H. and Tagari, H. 1995. Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci* **78**:2726-2736.
- Bauman, D.E., and Eppard, P.J. 1985. Response of high producing dairy cows to long-term treatment with pituitary somatotropin and recombinant somatotropin. *J. Dairy Sci.* **68**:1352-1362.
- Bruneau, P., and DeKerchove, G. 1988. Somatotropine, reproduction et génétique chez la vache laitière. *Elev. Insem.* **228**:3-14.
- Capuco, A.V., Ellis, S.E., Hale, S.A., Long, E., Erdman, R.A., Zhao, X. and Paape, M.J. 2003. Lactation persistency: Insights from mammary cell proliferation studies. *J. Animal Sci.* **81**:18-31.

- Chakriyarat, S., Head, H.H., Thatcher, W.W., Neal, F.C., and Wilcox, C.J. 1978. Induction of lactation: lactational, physiological, and hormone response in the bovine. *J. Dairy Sci.* **61**:1715-1724.
- Cole, W.J., Eppard, P.J., Boysen, B.G., Madsen, K.S., Sorbet, R.H., Miller, M.A. Hintz, R.L., White, T.C., Ribelin, W.E., Hammond, B.G., Collier, R.J., and Lanza, G.M. 1992. Response of Dairy cows to high doses of a sustained-release bovine somatotropin administered during two lactations. 2. Health and reproduction. *J. Dairy Sci.* **75**:111-123.
- Collier, R.J., Bauman, D.E., and Hays, R.L. 1975. Milk production and reproductive performance of cows hormonally induced into lactation. *J. Dairy Sci.* **58**:1524-1527.
- Collier, R.J., Bauman, D.E. and Hays, R.L. 1977. Effect of reserpine on milk production and serum prolactin of cows hormonally induced into lactation. *J. Dairy Sci.* **60**:896-901.
- Dabas, Y.P.S., Atheya, U.K., Lakhchaura, B.D., and 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., and 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., and Mhatre, A.J. 1992. Induced lactation in dairy cattle for increased milk production: effect on milk constituents. *Indian J. Dairy Sci.* **45**:110-113.
- Dohoo, I.R., Leslie, K., Des Côteaux, L., Fredeen, A., Dowling, P., Preston, A., and Shewfelt A. 2003 A meta-analysis review of the effects of recombinant bovine somatotropin. *Livst. Prod. Sci.* **67**:241–251.
- Forsyth, I.A. 1996. The insulin-like growth factor and epidermal growth factor families in mammary cell growth in ruminants: action and interaction with hormones. *J. Dairy Sci.* **79**:1085-1096.
- Henderson, A.J., Blatchford, D.R. and Peaker, M. 1985. The effects of long-term thrice-daily milking on milk secretion in the goat: Evidence for mammary growth. *Quart. J. Exp. Phys.* **70**:557-565.
- Kensinger, R.S., Bauman, D.E. and Collier, R.J. 1979. Season and treatment effects on serum prolactin and milk yield during induced lactation. *J. Dairy Sci.* **62**:1880-1888.
- Knight, C.H. and Sorensen, A. 2000. Manipulation of lactation persistency with maintenance of milk quality. *J. Dairy Sci.* **83** (Suppl 1), **24**.
- Lefebvre, D.M. and Block, E. 1992. Effect of recombinant bovine somatotropin on estradiol-induced estrous behaviour in ovariectomized heifers. *J. Dairy Sci.* **75**:1461-1464.
- Magliaro, A.L., Kensinger, R.S., Ford, S.A., OConnor, M.L., Muller, L.D., and Graboski, G. 2004. Induced lactation in nonpregnant cows: Profitability and response to bovine somatotropin. *J. Dairy Sci.* **87**:3290-3297.
- Narendran, R., Hacker, R.R., Smith, V.G., and Lun, A. 1979. Hormonal induction of lactation: estrogen and progesterone in milk. *J. Dairy Sci.* **62**:1069-1075.
- Nielsen, M.O., Schleisner, C., Jacobsen, K. and Andersen, P.H. 1995. The effect of mammary O₂ uptake, CO₂ and H⁺ production on mammary blood flow during pregnancy, lactation and somatotropin treatment in goats. *Comp. Bioch. Physiol.* **112A**:591-599.

- Rose, M.T., Weekes, T.E., and Rowlinson, P. 2005. Correlation of blood and milk components with the milk yield response to bovine somatotropin in dairy cows. *Dom. Anim. Endocr.* **28**:296-307.
- Rose M.T., Weekes, T.E., and Rowlinson, P., 2004. Individual variation in the milk yield response to bovine somatotropin In dairy cows. *J. Dairy Sci.* **87**:2024-2031.
- Sejrsen, K., Foldager, J., Sorensen, M.T., Akers, R.M. and Bauman D.E. 1986. Effect of exogenous bovine somatotropin on pubertal mammary development in heifers. *J. Dairy Sci* **69**:1528-1535.
- Sejrsen, K., Purup, S., Vestergaard, M., Weber, M.S. and Knight, C.H. 1999. Growth hormone and mammary development. *Dom. Anim. Endocr.* **17**:117-129.
- Skrzeczkowski, L., Lembowicz, K., Rabek, A., Stupnicka, E., and Kaciuba-Uscieko, H. 1979. Hormone induced lactation in cows culled from herd as a reproductive failures. *Prace I Mat. Zootech.* **20**:31-39.
- Smith K.L., and 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.
- Tervit, H.R., Fairclough, R.J., McGowan, L.T., MacKensie, D.D.S., MacMillan, K.L. and Peterson, A.J. 1980. Induction of lactation in dry dairy cattle. *N. Z. Vet. J.* **28**:15-19.