



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

“ COMPARACION DE LA CURVA DE LACTACION EN
PARTO NORMAL VERSUS LA CURVA DE LACTACION
HORMONAL INDUCIDA EN GANADO JERSEY PURO ”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

EDUARDO PEREZ HERNANDEZ

ASESORES: MVZ. CARLOS HUMBERTO FLORES VAZQUEZ
DR. ARMANDO ENRIQUE ESPERON SUMANO.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

2005

M346303



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**“COMPARACIÓN DE LA CURVA DE LACTACIÓN EN PARTO NORMAL *VERSUS* LA
CURVA DE LACTACIÓN HORMONAL INDUCIDA, EN GANADO
JERSEY PURO”.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA

PRESENTA:

EDUARDO PÉREZ HERNÁNDEZ

ASESOR: MVZ. CARLOS HUMBERTO. FLORES VÁZQUEZ.

COASESOR: DR. BENITO LÓPEZ BAÑOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Comparación de la Curva de Lactación en Parto normal
VERSUS La Curva de Lactación Hormonal Inducida, en
Ganado Jersey Puro.

que presenta el pasante: Eduardo Pérez Hernández
con número de cuenta: 09759095-8 para obtener el título de :
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 15 de Marzo de 2005

- PRESIDENTE Dr. Enrique Esperón Suenzo
- VOCAL MVL. Heriberto Contreras Angeles
- SECRETARIO MVL. Carlos Humberto Flores Vázquez
- PRIMER SUPLENTE MVL. Ramón Javier Martínez Ramírez
- SEGUNDO SUPLENTE MVL. Inna Alanís Rosales

DEDICATORIA.

A mis padres: María Salomón Hernández Solís y Eduardo Pérez Galván, por brindarme todo el apoyo durante mi formación profesional y saber guiar cada uno de los pasos que he dado en la vida además de recibir sus consejos para salir adelante; tomando en cuenta el gran sacrificio que han realizado con cada uno de sus hijos y poder dar lo mejor que tienen amor y comprensión, siendo un gran ejemplo a seguir enseñándonos a ser humildes, sencillos y sobre todo que las metas y el éxito se obtienen a base de trabajo y responsabilidad.

A mis hermanos: Jesús, Susana y Oscar, que me han apoyado de manera incondicional y saber que cuento con ellos para todo, de los cuales me siento muy orgulloso y que de igual forma les voy a corresponder alcanzando el éxito en cada una de las metas que logre completar en la vida.

A mis abuelos: Amelia Solís y José Hernández, por darme todo su cariño y afecto, disfrutando de su compañía a cada momento.

A mi bisabuela: Reina Morales y mi abuelo Feliciano Pérez: quienes ya no se encuentran con nosotros, pero los llevo siempre en el corazón.

AGRADECIMIENTOS.

A mis amigas y amigos: con los que compartí grandes momentos durante la carrera, demasiadas experiencias de las cuales disfrute mucho, sobre todo con los que viven la vida sin inhibirse dando todo lo que tienen sin recibir nada a cambio, de los cuales aprendí infinidad de cosas en particular de aquellos que hoy en día han llevado a cabo la meta principal; establecerse y laborar por su cuenta. A quienes externo la admiración y respeto que se merecen, de igual forma a los que siguen en el camino de la superación para lograr cada una de las metas fijadas y nunca darse por vencidos a pesar de los obstáculos que se presenten; por lo que les digo “En el nombre de la amistad y la buena onda”, gracias por permitirme acercarme a ustedes.

A cada uno de los profesores que a lo largo de mi formación como estudiante y profesionista, me apoyaron y motivaron para salir adelante.

A la Finca La Perseverancia y en particular al Lic. Gerardo Abarca Fernández, por abrirme las puertas y permitirme realizar el trabajo de tesis para poder titularme, además de cada una de las personas que ahí laboran.

A los asesores que con su experiencia lograron guiar de buena forma mi desempeño en la realización y finalización de esta tesis. A demás de contar con su amistad y apoyo para salir adelante: MVZ. Carlos Humberto flores Vázquez, Dr. Armando Enrique Esperòn Sumano, Dr. Benito López Baños.

A la virgen de Guadalupe (Tonatzin diosa de las flores) por cuidar de mi, siendo el más grande soporte moral y espiritual que tengo para afrontar todas las dificultades que se presenten a cada momento de mi vida.

A ti pequeña flor de lis que me has dejado las mas lindas experiencias vividas en mucho tiempo, por ser una persona sencilla llena de sentimientos que logro sacar mi ser interior enseñándome a tomar las cosas de la vida positivamente y no dejarme caer; lo mejor de todo es llevarte siempre en la mente y el corazón a donde quiera vaya. Gracias Rosa de palisandro.

INDICE

	Pag.
1.- Resumen	1
2.-INTRODUCCIÓN.....	2
3.- Antecedentes.....	3
4.- Descripción de la Raza Jersey.....	4
5.- La curva de lactancia.....	8
6.-Estandarización y modelización de la curva de lactancia.....	15
7.-Inducción Artificial de la Lactancia.....	19
8.-Justificación.....	24
9.-Hipótesis.....	25
10.- Objetivos.....	26
11.- MATERIAL Y MÉTODO.....	27
12.- RESULTADOS.....	31
13.-DISCUSIÓN.....	40
14.-CONCLUSIONES.....	42
15.-BIBLIOGRAFÍA.....	43
16.- APÉNDICE. A.....	46

RESUMEN.

Utilizando los registros de producción en ganado Jersey puro, se obtuvieron pesajes de 253 lactancias completas (240 – 305 días) en el periodo comprendido (1999 a 2004) de la finca la Perseverancia ubicada en Tizayuca Hidalgo. Para comparar el comportamiento que tiene la curva de lactación normal contra la curva de lactación hormonal inducida en la misma raza; los pesajes de 1^a, 2^a, 3^a y 4^a o más lactancias de partos normales y las lactancias hormonales inducidas, fueron estudiadas por el modelo matemático Lineal Parabólico, obteniendo los parámetros con los cuales se realizó el ajuste de las lactancias a 305 días. Formando dos grupos en base al resultado del estudio, uno de lactancias normales clasificadas como típicas y otro de lactancias normales atípicas, aquellas que la forma de la curva es irregular con respecto a las anteriores; estimando la producción de leche total (PLT), la producción de leche diaria (PLD) por lactancia en cada grupo, evaluada, por medio de un modelo estadístico totalmente aleatorizado y desbalanceado. De acuerdo a una gráfica se muestran las lactancias normales y la lactancia hormonal inducida observamos que la curva de lactación hormonal inducida aunque es similar en la PLT de la 1^a lactancia del hato, su forma no es igual a la 1^a, 2^a, 3^a y 4^a o más lactancias normales, la diferencia es que no alcanza los 305 días en producción; manteniendo un mayor tiempo de persistencia, que desciende bruscamente hacia los últimos meses de producción (8^o, 9^o y 10^o). La PLT y PLD de las lactancias normales típicas y atípicas son muy semejantes siendo siempre la 1^a lactancia la de menor producción ($p < 0.05$), al comparar los valores de la PLT y PLD de las lactancias normales (típicas) con las hormonales inducidas ajustadas a 305 días, mostraron que estas últimas solamente alcanzan valores de producción de 4033 Kg con respecto a la 1^a lactancia normal típica que es de 4641 Kg; con una diferencia de 608 Kg. Para la 1^a Lactancia normal atípica es de 4876 Kg. Y una diferencia de 843 Kg respectivamente. Resultados alentadores en la producción de leche bajo este sistema artificial, que en futuros trabajos deberán estudiar la rentabilidad que tiene el producir leche de esta manera en México.

INTRODUCCIÓN.

En todos los mamíferos la producción de leche es fundamentalmente el resultado de los procesos fisiológicos y biológicos consecutivos e interdependientes: la síntesis de la leche, su secreción a la luz alveolar de la glándula mamaria y la extracción de la leche de dicha glándula. La lactación es la expresión en el tiempo de esta producción lechera, y se puede estudiar desde un punto cuantitativo (cantidad de leche) como cualitativo (composición de la leche). (Ávila, 1984).

En general, se considera que el potencial de producción lechero de un animal queda definido, poco después del parto, por la cantidad de tejido alveolar secretor existente y su actividad. Sin embargo, la producción real de leche durante la lactación está determinada por la magnitud del tiempo que puede mantenerse dicho potencial productivo. Ambos parámetros se ven influidos, a su vez, por un gran número de factores, que se dividen clásicamente en dos grupos fundamentales: a).- INTRÍNSECOS: dependen del propio animal y no pueden ser modificados fácilmente. b).- EXTRÍNSECOS: o del medio ambiente y sobre los que se puede actuar mediante prácticas de manejo (Ávila, 1984 ; Buxade, 1996).

1 Factores Intrínsecos:

Genotipo
Número de lactación
Gestación
Estado de desarrollo y reservas corporales
Estado sanitario

Inter. E Intrarracial.
Edad y Número de parto.
Tamaño y peso.
Condición Corporal.
Animal y ubre.

1 Factores Extrínsecos.

Efectos ambientales
Ordeño
Alimentación
Periodo seco
Duración de la lactancia.

Estacionalidad y clima.
Intervalo y No. De ordeños.
Nivel, constituyentes y alimentos.
Nutrición

Fuente. (Buxade, 1996; Halmes y Wilson. 1989).

Antecedentes.

La leche y los productos derivados de la misma, son alimentos importantes para la población de la mayoría de los países. La leche para consumo humano se define como la secreción obtenida de la glándula mamaria de las vacas sanas. La cual contiene en promedio el 12.4 % aproximadamente de sólidos y el 87.6 % de agua. Los sólidos se encuentran representados por 3.75 % de grasa y 8.65 % de sólidos no grasos. Éstos constan de lactosa, proteínas y minerales. (Juergenson y Mortenson. 1982). El éxito de la producción lechera en cualquier amplitud requiere de un programa planificado basado en un estándar realista de rendimiento que sea ejecutado con destreza. La rentabilidad de la empresa dependerá en gran medida de la habilidad del director técnico y de la certeza de sus juicios, al tomar decisiones sobre todos los aspectos referentes a reproducción, alimentación y manejo del ganado vacuno lechero. En los últimos años ha resultado más difícil lograr beneficios por lo que la mayoría de los ganaderos se han interesado cada vez más por los aspectos comerciales y así elevar los beneficios, particularmente reduciendo los costos de producción. (Cheng y McAllister. 1998 ; Francois y Luquett, 1991).

La producción de leche es un tipo de ganadería intensiva, con un elevado empleo de mano de obra. Los jornales pagados a los vaqueros han aumentado en los últimos años y para poder pagar éstos, los empresarios han tenido que aumentar la producción por hombre. Esto se ha logrado principalmente elevando el número de vacas cuidadas y ordeñadas por cada trabajador. La producción de leche puede combinarse con una o más empresas agrícolas, aunque el tamaño de los hatos ha ido en aumento, porque los ganaderos con hatos numerosos tienen mayores oportunidades de aumentar los beneficios al poder distribuir los costos de algunas inversiones entre un mayor número de vacas y al poder introducir más fácilmente métodos para el ahorro de mano de obra. El 80 % del trabajo se refiere al cuidado de las vacas, específicamente en la ubre (para la producción láctea); a su vez se buscó reducir el tiempo empleado en la manipulación de la leche, al ordeñar y alimentar a los animales en el mismo corral proporcionando el concentrado en forma manual y Almacenar de manera directa la leche en pequeños tanques. Ésta fue una de las razones por la que se comenzaron a construir establos con salas de ordeño, implementando un mejor sistema de alimentación al emplear mezcladoras, las cuales racionan la cantidad de cada elemento con forme a los requerimientos de las vacas; además de mejorar la digestibilidad de las mismas; así las vacas sólo acuden para ser ordeñadas y la leche fluya de manera directa de la ubre hacia los tanques de enfriamiento para su almacenamiento por medio de un sistema automatizado. (Francois y Luquett. 1991; Halmes y Wilson..1989; Henry y Broster 1992).

Descripción de la Raza Jersey.

Origen

El ganado Jersey es originario de la isla de Jersey, localizada en el Canal de la Mancha. Su origen cierto es desconocido pero se manejan varias teorías, entre ellas que descende de una línea Hindú que emigró hacia el Norte y que finalmente se estableció en la Isla antes de que ésta se separara del continente, ocurrido este hecho en el año 709 D.C. Otra posibilidad es la de proceder de los hatos Pardo Suizo de origen alpino. Y una última teoría menciona que esta raza surgió de ganados manchados de Normandía y Bretaña. Coincide esta última teoría con el hecho de que las islas del canal de Jersey, Guernsey y Alderney, integraban el ducado de Normandía (Francia) pasando luego al dominio de Gran Bretaña. En el siglo XVIII los habitantes de la isla prohibieron las importaciones de bovinos para de esta manera consolidar la fijación de las características de la raza y asegurar la pureza genética. (Jalquin,1981; Pérez, 1982).

Características de la raza.

La vaca Jersey es considerada dentro de las razas de leche como la más femenina, y como la que más se acerca al tipo lechero ideal. Además de esto sus formas angulosas y la perfección de sus rasgos indican su alta eficiencia transformando el alimento en leche. Sus colores van desde el bayo claro pasando por el marrón hasta el casi negro, aceptándose las manchas. El perfil es cóncavo, con frente ancha, cara corta y descarnada. De pezuñas, delgadas y mucosidades oscuras, lo que le confiere una alta adaptabilidad a climas cálidos. Es un animal de talla pequeña de 1,25 mts, a 1.38 mts de alzada y un peso promedio a la madurez entre 350 Kgs y 400 Kgs. De hueso fino y excelentes patas lo que le confiere la posibilidad de acoplarse muy fácilmente a cualquier tipo de topografía incluyendo la zona de ladera. Se distingue la Jersey de todas las demás razas de leche por su temperamento manso y afectivo.(Pérez, 1982).

Manifiesta una precocidad - A los 14 meses en promedio de edad, con un peso aproximado de 250 Kgs, están aptas para el primer servicio, pariendo por primera vez alrededor de los 24 meses. Presenta pocos problemas reproductivos, esto hace que tengan intervalos entre partos más cortos (13 meses como intervalo) promedio, traduciéndose así en más crías para el ganadero a lo largo de la vida útil de la vaca. La conformación de su ubre y de sus patas hace que sea una vaca que fácilmente llegue a las 10 lactancias o más. La Jersey es la única raza que muestra un aumento en

su vida productiva dentro del hato. Facilidad de Parto. Por su canal pélvico bastante amplio y fácilmente dilatable, y una cría de poco peso al nacer (25 Kg), (son bastante raros los casos de partos distócicos).

Esta vaca se adapta rápida y fácilmente a los distintos tipos de clima y suelos. Es muy resistente al estrés calórico. La disminución de la producción por calor se puede presentar a una temperatura de 5°C mayor en la raza Jersey que en las otras razas lecheras. Cabe resaltar que; su período de ovulación se ve afectado en menor medida durante los períodos de mayor temperatura y el rendimiento de leche no tiene variación alguna, (frente a otras razas europeas como Holstein y Pardo suizo).

La vaca Jersey en una lactancia alcanza a producir en leche hasta 17 veces su peso vivo. Pequeña alzada y su gran capacidad de conversión, unido a las características descritas son, sin lugar a dudas, grandes ventajas para explotaciones de menores superficies. Ya que se aumenta la capacidad de carga por unidad de área y la producción tanto de leche como de crías. (Pérez, 1982 ; Romero y Casado, 2002).

Cuadro 1.- Parámetros Reproductivos en la raza Jersey. En comparación con otras razas lecheras. (Romero y Casado, 2002 ; Buxade, 1996.).

Parámetro	Jersey (Romero y Casado 2002).	Holstein (Romero y Casado 2002).	Pardo suizo (Buxade 1996).	Guernsey (Buxade 1996).
Edad al 1er parto (meses)	25	26	29	27
Días abiertos	110	122	129	123
Intervalo entre partos (meses)	13.0	13.3	13.9	13.5
Servicios por concepción	1.8	1.9	2.0	2.2

Cuadro 2.- Comparación de la producción total de leche record en EU. y Canadá, de la raza Jersey; con otras razas lecheras (Romero y Casado, 2002).

Razas	Producción de leche en lts. Record en 305 días de lactancia.
Ayrshire	12.321 Lts
Pardo suizo	15.705 Lts
Guernsey	12.082 Lts
Holstein	19.391 Lts
Jersey	10.747 Lts

La Leche Jersey.

La realidad de hoy muestra que los pasteurizadores y procesadores de leche están pagando mejor esta leche, debido a su alto contenido de grasa, de proteína y sólidos totales. Es fácil deducirlo, pues más sólidos significa menos agua para bombear, transportar, pasteurizar, almacenar, enfriar y evaporar, obteniendo un mayor rendimiento en libras (de queso por litro de leche).

Por litro ingerido se obtienen más nutrientes tales como calcio, proteínas, vitaminas y minerales. Esto quiere decir que si una persona consume leche de otras razas necesitará consumir un 33% más para recibir la misma cantidad de elementos nutritivos, que si toma leche de Jersey. (Francois y Luquett, 1991; Lerche, 1989).

Cuadro 3.- Composición de la leche de la raza Jersey, con las diferentes razas lecheras. (Lerche, 1989).

Raza	Grasa (%) / Lt	Proteína (%) / Lt	Lactosa (%) / Lt	Sólidos no grasos (%) / Lt	Sólidos totales (%) / Lt
Jersey	4.4	3.8	4.6	8.8	13.2
Diferentes razas lecheras	3.5	2.9	4.6	8.2	11.8
Promedio de la raza Jersey en EU. y Canadá	4.9	3.9	5.0	9.4	12.5

Cuadro 4.- Aporte nutricional en (mg / litro y gr / litro) de leche de la raza Jersey y Holstein; de acuerdo al reporte de la (Asociación de ganado Jersey en Colombia, 2002).

Elementos	Jersey	Holstein
Calcio	1.5 mg	1.2 mg
Grasa	42.2 gr.	36.6 gr.
Proteína	37.8 gr.	32 gr.
Vitaminas A, B1 y B2	2.5 mg	2.3 mg

La Curva de Lactación.

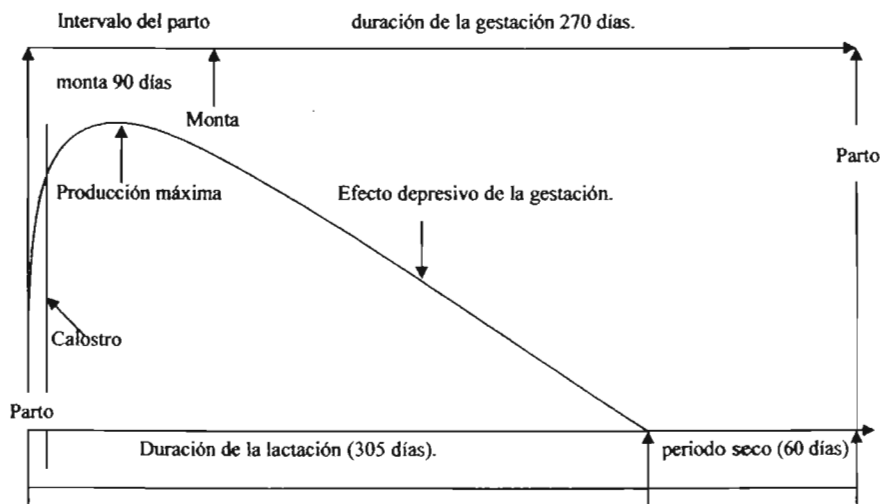
Se entiende por curva de lactación a la evolución a lo largo del tiempo de la producción diaria de leche de un animal, así como de las variaciones en su forma. Se considera la lactación tipo o estándar en ganado vacuno aquella que presenta un periodo productivo de 305 días, con 60 días de secado, lo que implica un intervalo teórico entre partos de 365 días.

La curva de evolución de la producción de leche en dicha lactación estándar se ha representado gráficamente, y se observa como la producción lechera aumenta durante las primeras semanas después del parto (fase ascendente), alcanzando un máximo de producción, para después decrecer progresivamente (fase descendente) hasta el secado. La curva de lactación se puede caracterizar por medio de una serie de parámetros. (Donald y Frank, 1992 ; Molina, 1979).

- a) Duración de la lactación: definida por el intervalo parto – secado.
- b) Producción inicial: estimada por la media de producción de los días 4º, 5º , y 6º post - parto, una vez finalizado el periodo calostrual.
- c) Producción máxima: es la producción de leche diaria en el momento del máximo de producción en la curva, que suele presentarse hacia las 3-6 semanas después del parto.
- d) Producción total: obtenida acumulando las producciones lecheras diarias. Corresponde a la integral de la curva de lactación (superficie). Dada la elevada correlación existente entre la producción máxima de leche y la producción total en el conjunto de la lactación. Wolter en 1971, citado por Molina (1979). Propuso una ecuación que puede permitir calcular, de modo aproximado y sencillo, la producción final de una vaca lechera conociendo la producción del animal durante el primer mes de lactación.
- e) Crecimiento de la fase ascendente: corresponde a la pendiente de la fase ascendente. A veces se define mediante la diferencia entre producción máxima y producción inicial.
- f) Coeficiente de persistencia. De la fase descendente. Se define como una medida del descenso de producción en un intervalo de tiempo. Se suele calcular como el porcentaje de producción de leche diaria que se mantiene tras transcurrir un tiempo determinado. En ganado vacuno suele situarse alrededor del 90% mensual (o 10% de descenso). (Donald y Frank, 1992 ; López, 1995 ; Molina, 1979).

A partir del 5º mes de gestación de la vaca (que coincide teóricamente con el 8º mes de lactación) se acelera la caída de producción, disminuyendo el coeficiente de persistencia. Se han observado correlaciones negativas entre el coeficiente de persistencia y la producción de leche máxima, es decir, en vacas de producción máxima elevada desciende más rápidamente el rendimiento lechero diario, obteniendo una menor producción total. Sin embargo al mantenerse una mejor persistencia la producción total es mayor; Además parece observarse coeficientes de persistencia mayores en vacas de primer parto (novillas). Se han descrito, también, relaciones positivas entre la persistencia y la calidad de los alimentos ingeridos, y negativas con la fertilidad (nº inseminaciones / cubrición). (Alderman y Cottrill, 1993 ; Leaver y Fraser 1987 ; Noakes, 2001).

Al mismo tiempo que varía la producción de leche, se producen cambios en la composición de la misma. Existe una relación inversa entre el rendimiento lechero y los porcentajes de proteína y grasa de la leche. Las concentraciones en leche de estos dos principios son máximas durante los primeros días de la lactación, mínimas durante el 2º - 3er mes, aumentando después gradualmente hasta el final de la lactación. (Albright y Crabe, 1997; Donald y Frank, 1992 ; Henry y Broster, 1992).



Curva Típica de Lactación., en ganado Holstein (Molina, 1979).

Factores que influyen sobre la Curva de Lactación.

Sólo dependen del mismo Animal:

Genotipo.

Se ha constatado, en el estudio de los coeficientes de heredabilidad y de correlación para los distintos caracteres productivos, que los factores genéticos tienen más influencia sobre la calidad y composición de la leche, que sobre la cantidad. Así, mientras que el coeficiente de heredabilidad para los contenidos de grasa y proteína es alto (40 %), para la cantidad de leche dicho coeficiente es mucho más bajo (20 %). Por tanto, la producción de leche depende más de factores ligados al medio, y su composición de los caracteres genéticos.

Estas diferencias en composición y producción debidas a los factores genéticos se presentan no sólo entre animales de distintas razas de una forma muy significativa, sino también entre animales de una misma raza. (Ávila, 1984 ; Jalquín.1981).

Número de Lactación.

La producción de leche aumenta con el número de lactación, alcanzando un máximo hacia al 3er – 5º parto. El incremento productivo hasta la madurez es del orden de un 20-40%, y donde existe un mayor aumento de producción es entre la 1ª y 2ª lactación (20-30%). Debe tenerse en cuenta que las diferencias de producción entre la 1ª y las siguientes lactaciones pueden estar en variación, ya que suelen eliminarse al final de la 1ª lactación las vaquillas malas productoras. A partir de los 8-9 años de edad (6ª - 7ª lactación) , las vacas experimentan una ligera reducción en el nivel de producción lechera, que prosigue hasta que mueren. (Halmes y Wilson, 1989 ; Juergenson y Mortenson, 1982).

Sobre el nivel productivo de las vaquillas tiene influencia la edad al primer parto, aumentando la producción de leche de la 1ª lactancia. Sin embargo, si se retrasa el momento del primer parto (> a 24 meses), la producción total de la vaca en toda su vida productiva tiende a disminuir, y si se adelanta demasiado (< a 18-20 meses), la producción se ve afectada negativamente en la 1ª lactación, y puede ser inferior en lactaciones posteriores. También se observan variaciones con la edad en la forma de la curva de lactación, en las novillas el punto de máxima producción es más bajo y la curva más plana. (Molina, 1979).

Estas diferencias pueden deberse a diversas causas, las vacas de mayor edad tienen más tejido secretor que las novillas, éstas están aún en crecimiento y parte de los alimentos consumidos se

emplean para su desarrollo, las adultas pueden disponer de mayores reservas corporales, que pueden mobilizarse al inicio de la lactación para superar el balance negativo de energía. (Alderman y Cotrill, 1993).

Los constituyentes orgánicos de la leche, en general van disminuyendo de forma paulatina con la edad de los animales, sobre todo el % de grasa y la lactosa (2-3g/L por lactación), mientras que el % de proteína total lo hace en menor proporción, ya que el descenso en caseína se compensa con una elevación en el contenido de proteína en el suero. A partir de la 5ª lactación, los cambios en la composición química de la leche tienden a ser mínimos. (Alderman y Cotrill, 1993; Francois y Luquett, 1991).

Gestación.

Hacia el final de la gestación se produce una caída notable de la producción de leche. La mayor parte del descenso tiene lugar durante el 7º mes de la gestación, que suele ser el último de la lactación, con una reducción en la producción diaria de 20% o más. El incremento de las necesidades fetales, y más probablemente, un mecanismo hormonal (aumento de progesterona y estrógenos), está en el origen de este descenso. La gestación puede afectar en forma indirecta la composición de la leche, ya que se acelera el fin de la lactación, y puede tener también un efecto directo. Aumentando los sólidos a partir del 4º mes de la gestación. (Molina, 1979; Noakes, 2001).

Estado de desarrollo y reservas corporales.

Existe una relación general positiva entre el peso corporal de las vacas y el nivel de producción de leche, ya que las vacas de mayor peso poseen más tejido secretor en las ubres y aparatos digestivos más amplios. Asimismo, las vacas deben situarse en un excelente estado de carnes condición corporal (CC); la cual se mide en una escala de 1 a 5, que en este caso deben situarse en una escala de 3 a 3.5 de condición corporal al momento del parto, para que la grasa corporal se pueda movilizar al inicio de la lactación (momento de posible déficit energético). El estado de reservas corporales al parto influye sobre el contenido de grasa de la leche, es especialmente durante la primera mitad de la lactación: las vacas con buena condición corporal al parto dan mayores porcentajes de grasa (+0.3%) y de extracto seco magro (+0.4%) durante los 3 primeros meses de lactación. (Henry y Broster, 1992).

Estado sanitario.

Ejerce una elevada influencia sobre la producción y la composición de la leche en el ganado vacuno. La reacción más frecuente del animal enfermo es disminuir en forma considerable la producción de leche en cantidad y calidad. Entre las patologías relacionadas cabe destacar la mastitis en su presentación clínica y subclínica. Esta produce una disminución en la producción dependiendo el grado de infección subclínica entre un 5 - 40% que modifica (la composición de la leche).

Cuadro 5.- Principales características que se observan, en la leche, en presencia de mastitis.
(Lerche, 1989).

Componente lácteo.	Modificación.	Porcentaje.
Materia grasa.	Ligera disminución.	5 -12%
Proteínas totales.	Sin cambio apreciable.	
Caseína	Disminución	19% alfa y beta
Inmunoglobulinas	Aumento importante	hasta 700%
Lactosa.	Disminución importante.	30%
Sales minerales.	Igual o ligero aumento.	
Sodio	Aumento importante	40%
Potasio	Disminución	10%
cloro	Aumento importante	hasta 250%

La cantidad de extracto seco total disminuye, y se altera la relación entre los diversos componentes de la leche. Estas modificaciones en la composición, así como la disminución en rendimiento, no vuelven a ser del todo normales, cuando el animal sana, no alcanzándose habitualmente esto sino hasta la siguiente lactación (Donald y Frank, 1992 ; Francois y Luquett, 1991; Jalquin. 1981).

Son totalmente ajenos al Animal, y dependen del medio externo:

Efectos ambientales.

Cabe destacar la influencia sobre la producción de leche de la estación del año y del clima (temperatura fundamentalmente). Los partos de otoño o principios de invierno suponen mejores lactaciones que los de primavera y verano, con una diferencia de producción que puede alcanzar los 400 – 500 litros. La estacionalidad afecta la composición de la leche, sobre todo en contenido de grasa y proteína que aumentan en periodos del año con días cortos. (Halmes y Wilson, 1989). En lo referente al clima, cabe señalar que las temperaturas altas o bajas disminuyen la cantidad de leche y alteran su composición. La temperatura óptima es de 10°C (entre 4.5 y 24°C hay poco efecto). El contenido en grasa disminuye en sentido inverso a la T° entre 5 y 27°C, al mismo tiempo que desciende la producción. La humedad afecta la producción de leche, comprobándose que en los climas secos disminuye el rendimiento lechero. La altitud parece influir, tendiendo a disminuir la cantidad de leche y aumentar el contenido de grasa en las zonas altas de montaña. (Halmes y Wilson, 1989 ; Pérez, 1982).

Ordeño.

Este puede modificar la producción y composición de la leche en un momento determinado, pero difícilmente la cantidad total de cada componente producida a lo largo del día. Durante un ordeño la composición varía, siendo al comienzo más rica en proteínas, sales y lactosa, pero más pobre en grasa. (Francois y Luquett, 1991).

El intervalo entre ordeños afecta la producción y composición. Con intervalos desiguales (diferencia de 12 horas) , los porcentajes de los componentes lácteos, son superiores en la leche ordeñada después del intervalo más corto, mientras que la producción es inferior. Sin embargo, intervalos no superiores a las 16 horas no influyen prácticamente sobre las cantidades finales obtenidas. (Ávila, 1984; Donald y Frank, 1992).

También se ha comprobado que al suprimir un ordeño a la semana (domingo por la tarde), la pérdida de producción de leche alcanza un 5 – 10 %, alterándose la composición los días consecutivos. La supresión de un ordeño diario a lo largo de toda la lactación produce pérdidas de hasta un 25%. El incremento del número de ordeños diarios (3 por día) aumenta la producción de leche entre un 9 – 15%. (Donald y Frank, 1992 ; Juergenson y Mortenson, 1982).

Alimentación.

La alimentación es uno de los factores extrínsecos más importantes de los que afecta la forma de la curva de lactación. en general, se puede decir que la ingestión de alimento se incrementa durante las 8-12 primeras semanas de lactación, y es gracias a la movilización de reservas corporales del animal, que la producción de leche no se ve afectada negativamente a pesar del desfase entre el aumento de ésta y el de la ingestión. A medida que avanza la lactación, el consumo de nutrientes suele ser suficiente para cubrir las necesidades del animal, pudiéndose producir un superávit que se utiliza para reponer sus reservas corporales. La alimentación es también fuente de gran cantidad de variaciones en la composición química de la leche. Un nivel energético deficiente en la alimentación incrementa el porcentaje de grasa, mientras que decae la producción de leche y los porcentajes de proteína y lactosa. La sobrealimentación aumenta la producción, las proteínas y el extracto seco magro, mientras que la grasa y la lactosa pueden variar de forma no regular. (Alderman y Cotrill, 1993 ; Donald y Frank,. 1992 ; Fisher y Roberts,.1994).

Los componentes de la ración modifican en gran medida la composición, el contenido de glucidos y fibra bruta, así como su digestibilidad, influye sobre la riqueza de grasa, al modificar los ácidos grasos volátiles en el rumen. En casos de carencia en proteína de la dieta, la proteína láctea se ve afectada negativamente, aunque de forma débil. Algunos alimentos pueden ejercer una acción específica sobre la composición de la leche: cae el contenido en grasa por el consumo de pastos, forrajes y concentrados muy digestibles y pobres en fibra, aunque aumente la producción lechera. (Alderman y Cotrill,. 1993; Cheng y McAllister, 1998 ; Frank, 1982).

Periodo seco.

La duración del periodo seco guarda una elevada relación con el estado de reservas corporales del animal en el momento del parto. Las vacas delgadas al final de la lactación necesitan un periodo improductivo que les permita reponer sus reservas corporales, y afrontar la siguiente lactación. además la ubre de la vaca precisa de un periodo seco que le facilite la regeneración del tejido secretor. Se suele recomendar periodos secos (de entre 40 – 50 días) o mayores a (70 – 80 días), que presentan en la siguiente lactación producciones ligeramente inferiores de hasta 900kg. (Alderman y Cotrill,. 1993; Henry y Broster, 1992 ; Juerguenson y Mortenson, 1982).

Estandarización y modelización de la curva de lactación.

Al estudiar curvas de lactación reales, se observan diferencias notables entre vacas, en cuanto a su duración y composición de la leche. Debido al alto potencial productivo de muchos animales, la lactación del ganado vacuno puede prolongarse más de 12 meses en vacas que no quedan gestantes. Esto ha obligado a estandarizar la producción de leche y a modificar la curva de lactación, con el fin de que se puedan comparar distintos animales en situaciones productivas diferentes. (Molina, 1979).

Para obtener la equivalencia entre producciones de leche con distintos contenidos en grasa bruta (diferencias energéticas), uno de los sistemas más empleados desde hace muchos años es la fórmula de Gaines, según la cual:

Producción estándar = producción de leche x (0.15 x % de grasa + 0.4).

Que estandariza la leche producida al 4% de grasa bruta.

Wood, (1967), propuso ajustar la totalidad de la curva de lactación a una ecuación polivalente que puede usarse para estimar todos los puntos de la curva de lactación; así como de los componentes lácteos. La función Gamma.

$$Y = A \times t^b \times C^{-ct}.$$

En donde Y es la producción del carácter medido en un momento determinado t, y a, b, c son coeficientes. El momento de máximo o del mínimo de la curva es alcanzado en un instante b/c, independientemente del factor a, que es un factor multiplicador dependiente de la época del año. Una de las ventajas del modelo de Wood es que la ecuación puede transformarse en lineal mediante la utilización de logaritmos.

$$\ln Y = \ln A + b \times \ln t - c \times t.$$

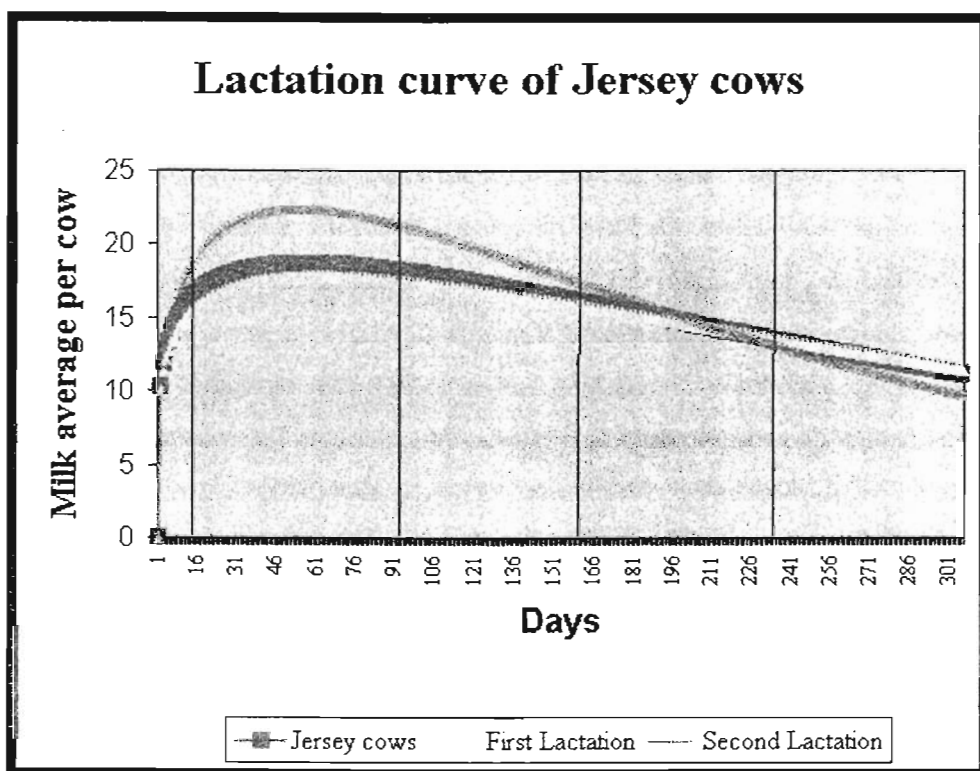
Lo que facilita la estimación de los parámetros de la curva.

Sin embargo la función gamma se ve influida por el número de lactación (los coeficientes aumentan con el No. de lactación), y por la estación del año en que tiene lugar el parto, así como

por el nivel de producción del hato (a y b aumentan y c disminuye con el nivel de producción medio).(López, 1995 ; Wood, 1967).

Por lo que éste fue uno de los modelos que mostró la previsión de la producción a nivel de hato. algunas dudas permanecían en los datos que podrían tener considerable confusión en el valor del modelo, por este propósito, si la persistencia (que expresa el criterio de la forma en la curva), era característica del individuo o del hato, o si simplemente mostró variación en respuesta a los factores menos inmediatos, como madurez sexual o el intervalo entre partos en las vacas, por mencionar algunos. (Blanco *et al.*, 2001 ; Wood, 1967).

A continuación se muestra una gráfica del comportamiento de una curva de lactación en ganado Jersey, la cual fue tomada de un trabajo realizado en un hato Jersey del Edo de Querétaro en el periodo de 1997 al 2000, por medio del modelo de Wood.



(Blanco *et al.*, 2001).

Se han propuesto otros modelos y diversas ecuaciones para estandarizar y comparar la producción de leche. Utilizando la grasa bruta, la proteína bruta, o ambas. Hay que tener en cuenta que ninguna de estas ecuaciones puede considerarse absolutamente satisfactoria, por lo que a la hora de elegir cualquiera de ellas es importante valorar la sencillez de la fórmula.

(López, 1995 ; Sink y Kumer, 1997 ; Wood, 1967

También se han elaborado diversos modelos que permiten estimar la curva total de la producción de leche a partir de un número limitado de controles, por ejemplo mensuales; de ajuste lineal, exponenciales simples y parabólicos, etc. Estos modelos aún siendo útiles y poco precisos, en muchos casos no consiguen explicar correctamente la fase ascendente de la curva de lactación.

(López, 1995 ; Lubbers y Brotherstone. 2000).

Modelos Matemáticos.

Modelo Lineal Parabólico.

La ecuación que representa a dicho modelo es:

$$PL(t) = a + bt + ct^2 + d \ln(t)$$

Donde:

PL(t), es la producción de leche, **t** es el tiempo de lactación, **a,b,c** y **d** son parámetros que determina el modelo y **ln**, es la base del logaritmo natural.

La introducción del logaritmo permite romper la simetría del modelo parabólico dando como resultado un mejor ajuste, donde el coeficiente de correlación múltiple obtenido fue de 0.99 para datos mensuales y quincenales. (Malhotra *et al.*, 1980; Masselin *et al.*, 1987).

Modelo Exponencial.

Cuya ecuación es:

$$PL(t) = ae^{-bt}$$

Donde:

PL(t), es la producción de leche, **t** el estado de la lactación, **e** la base del logaritmo natural, **a** y **b** son parámetros del modelo ($b > 0$).

Esta ecuación es la más antigua de la que se tiene referencia y muestra en evidencia el significado de “b” denominando la persistencia de la curva.

(Bhat *et al.*, 1981) utiliza este modelo para ajustar los datos de 44 vacas de la raza Sahiwal en lactación, que se caracteriza por su baja producción lechera ya que no sobrepasa de los 10 Kg / día, así mismo, la curva de lactación declina desde el parto encontrando un coeficiente de correlación múltiple de 0.96. (Bhat *et al.*, 1981; Masselin *et al.*, 1987).

Modelo Exponencial Parabólico.

Siendo la ecuación:

$$PL(t) = ae^{-(b+ct)t}$$

Donde:

PL(t), es la producción de leche, **t** el estado de la lactación y **e** el logaritmo natural.

Este modelo puede teóricamente estimar un máximo de producción en el momento.

$$t_{\max} = -b / (2 c).$$

Este es obtenido para un valor “t” de carácter positivo si bien los parámetros “b” y “c” son negativos y diferentes de cero. Así, las curvas ajustadas de producción de leche para vacas no presentan un pico, con lo que se obtienen buenos ajustes y un coeficiente de correlación de 0.96.

(Bhat *et al.*, 1981).

Modelo de Cobby y LeDu.

Este modelo tiene como expresión matemática la siguiente ecuación:

$$PL(t) = a(1 - e^{-bt})e^{-ct}$$

Donde:

PL (t), es la producción de leche total, **e** la base del logaritmo natural, y **a**, **b** y **c** son parámetros del modelo.

Bajo esta forma (Cobby y LeDu, 1978). Han utilizado este modelo para las curvas de lactación en forma más precisa que el modelo propuesto por Wood, (1967). se puede notar que la expresión $(1 - e^{-bt})$ substituye a la función “ t^b ” lo que denota un mejor ajuste en la fase ascendente de la curva, según los autores del modelo, los parámetros que se obtienen son más independientes. Sin embargo (Masselin *et al.*, 1987). Al emplear el modelo de Wood (1967) y el de Cobby y LeDu, (1978), señala una correlación significativa de 0.85 entre los parámetros “a” de las dos ecuaciones. Los parámetros “b” son correlacionados inversamente significativos (-0.57); en cambio los parámetros “c” de los dos modelos son independientes.

Concluyendo los autores (Papajcsik y Bodero, 1988); que en forma global las dos ecuaciones son iguales y que sólo en las primeras 20 semanas de lactación el modelo de Cobby y LeDu se adapta mejor que el modelo de Wood. (Cobby y LeDu, 1978 ; Masselin *et al.*, 1987).

Inducción Artificial de la Lactación.

De entre todas las vacas eliminadas de los hatos 15 a 20 % se excluyen por esterilidad. Naturalmente, en cuanto disminuye la producción de leche a niveles poco rentables, estos animales estériles se eliminan del hato. Ya que se plantea un grave problema cuando una hembra resulta vacía, por lo que no es posible reiniciar una nueva lactación post-parto, en estas condiciones el animal se considera improductivo. En vacas lecheras de alta producción resulta una opción la inducción artificial de la lactación evitando que estos animales sean eliminados y dando a la vez nuevas oportunidades para una recuperación reproductiva, e incluso en la India e Irak se ha comenzado a trabajar con vacas freemartin, esperando obtener respuesta con este tipo de métodos. Se han realizado muchas investigaciones para reiniciar la secreción de grandes cantidades de leche en estos animales. El problema es doble: 1) el crecimiento de la ubre se debe inducir, y, 2) estas células se deben estimular para producir leche. (Ball y Emeny, 2000 ; Barragán y Salas, 2004 ; Nouri y Kohli, 1999 ; Yáñez, 2004).

Modelo de Cobby y LeDu.

Este modelo tiene como expresión matemática la siguiente ecuación:

$$PL(t) = a(1 - e^{-bt})e^{-ct}$$

Donde:

PL (t), es la producción de leche total, **e** la base del logaritmo natural, y **a**, **b** y **c** son parámetros del modelo.

Bajo esta forma (Cobby y LeDu, 1978). Han utilizado este modelo para las curvas de lactación en forma más precisa que el modelo propuesto por Wood, (1967). se puede notar que la expresión $(1 - e^{-bt})$ substituye a la función “ t^b ” lo que denota un mejor ajuste en la fase ascendente de la curva, según los autores del modelo, los parámetros que se obtienen son más independientes. Sin embargo (Masselin *et al.*, 1987). Al emplear el modelo de Wood (1967) y el de Cobby y LeDu, (1978), señala una correlación significativa de 0.85 entre los parámetros “a” de las dos ecuaciones. Los parámetros “b” son correlacionados inversamente significativos (-0.57); en cambio los parámetros “c” de los dos modelos son independientes.

Concluyendo los autores (Papajcsik y Bodero, 1988); que en forma global las dos ecuaciones son iguales y que sólo en las primeras 20 semanas de lactación el modelo de Cobby y LeDu se adapta mejor que el modelo de Wood. (Cobby y LeDu, 1978 ; Masselin *et al.*, 1987).

Inducción Artificial de la Lactación.

De entre todas las vacas eliminadas de los hatos 15 a 20 % se excluyen por esterilidad. Naturalmente, en cuanto disminuye la producción de leche a niveles poco rentables, estos animales estériles se eliminan del hato. Ya que se plantea un grave problema cuando una hembra resulta vacía, por lo que no es posible reiniciar una nueva lactación post-parto, en estas condiciones el animal se considera improductivo. En vacas lecheras de alta producción resulta una opción la inducción artificial de la lactación evitando que estos animales sean eliminados y dando a la vez nuevas oportunidades para una recuperación reproductiva, e incluso en la India e Irak se ha comenzado a trabajar con vacas freemartin, esperando obtener respuesta con este tipo de métodos. Se han realizado muchas investigaciones para reiniciar la secreción de grandes cantidades de leche en estos animales. El problema es doble: 1) el crecimiento de la ubre se debe inducir, y 2) estas células se deben estimular para producir leche. (Ball y Emeny, 2000 ; Barragán y Salas, 2004 ; Nouri y Kohli, 1999 ; Yáñez, 2004).

Para desarrollar las ubres, en la mayoría de las investigaciones se han empleado inyecciones, implantado bajo la piel o alimentado, con varias combinaciones de estrógenos y progesterona. El tratamiento con esas hormonas produjo cantidades variables de crecimiento de las ubres y la producción subsiguiente de leche fue de 0 a 80 lb. al día. No obstante, la mayoría de las vacas tratadas producen cantidades subnormales de leche. Hasta ahora, la inyección de esteroides ováricos no duplicó la respuesta de crecimiento mamario al igual que la preñez. (Phillips, 1998 ; Smith y Schanbacher 1973).

A condición de que se encuentren presentes cantidades suficientes de células alveolares, la lactación se puede inducir en el ganado lechero a los pocos días, ya sea con glucocorticoides suprarrenales o niveles altos de estrógenos. Es importante señalar que la inducción con éste tipo de hormonales sólo es aplicada a vacas no gestantes. De hecho, la inyección de estrógenos y prostaglandinas es el método común que se emplea para provocar el aborto de fetos no deseados. (Ball y Emeny, 2000).

Las condiciones que deben reunir las vacas son: cierto potencial genético, excelentes condiciones de salud, alimentación adecuada, un tiempo de secado de 60 días como mínimo, nada de estrés y un efectivo control de manejo de hato, para obtener una mejor respuesta con el tratamiento. Cabe mencionar que cuando responde un animal madura sexualmente mejor al tratamiento hormonal, que se refleja en la producción de leche, además las mejores respuestas son en vacas con una previa gestación. (Barragán y Salas, 2004).

La inyección subcutánea de una dosis diaria total de 0.05mg / Kg. de peso corporal de estradiol y 0.125mg / Kg. de peso corporal de progesterona, hará que se inicie la lactancia en el 60 al 70% de las vacas y las vaquillas estériles . la dosis diaria se divide a la mitad y se inyecta a intervalos de 12 hrs. , durante 7 días. El porcentaje de éxito (rendimiento diario de más de 9 Kg.) se ha incrementado recientemente al 100% si se administra 5 mg de reserpina, los días 8,10,12 y 14. la reserpina provoca un aumento de la prolactina del suero de estas vacas, los perfiles de esteroides y prolactina en el suero imitan los cambios normales de estas hormonas durante el periodo anterior al parto. Por lo común, la lactación comienza entre los días 14 y 21, después de las inyecciones iniciales de estradiol y progesterona. Se deben restringir los movimientos de los animales, debido a los fuertes síntomas de estro después del día 7, por lo común, la cantidad de leche producida en las vacas tratadas suele ser de aproximadamente el 70% de su máxima lactación anterior. (Ball y Emeny 2000 ; Barragán y Salas, 2004 ; Smith y Schanbacher, 1973 ; Villena, 2002).

La inducción artificial ha sido investigada en vacas y novillas lecheras durante muchos años intentando imitar los cambios endócrinos que son responsables normalmente de la lactogénesis. (Phillips, 1998).

Antes del inicio de la pubertad, la glándula mamaria crece con la misma rapidez que otros órganos corporales. Después de la pubertad, debido a la secreción de estrógenos (en el estro) y de progesterona (durante la fase lútea del ciclo estral), junto con prolactina y somatotropina segregadas por la pituitaria anterior, existe alargamiento y ramificación del sistema juvenil de conductos prepuberales. Además, se produce cierto desarrollo alveolar. Durante los primeros 4 meses de gestación, cuando los estrógenos son las hormonas dominantes, se produce una mayor expansión del sistema de conductos. Durante la última parte de la gestación, la progesterona se convierte en la hormona dominante, estimulando la formación de los lóbulos del tejido alveolar (lugar donde se segrega la leche); este proceso se mantiene hasta llegar a término. También desempeñan un papel otras hormonas, tales como ACTH, hormonas tiroideas, insulina y corticosteroides adrenales y lactógeno placentario. El inicio de la lactación en el momento del parto es debido a los cambios endócrinos que se producen aproximadamente en el momento del parto. (Francois y Luquett, 1991; Juergenson y Mortenson, 1982).

La hormona clave es probablemente la progesterona ya que, habiendo estimulado el desarrollo alveolar al final de la gestación, su descenso súbito permite la liberación de prolactina que, en consecuencia, ejerce su efecto en el crecimiento de la glándula mamaria, junto con la diferenciación de las células epiteliales secretoras promoviendo así la fase de lactación, además de suprimir la secreción de progesterona, inhibe también la síntesis de alfa-lactoalbumina, lactosa y caseína responsables de la formación de la leche en los alvéolos, ya que ejercen un importante papel regulador al controlar la secreción de agua y los componentes hidrosolubles de la leche. Además la progesterona puede bloquear también puntos receptores en la ubre para el cortisol; así, su descenso permite que el cortisol actúe sobre la glándula mamaria. Una vez que se ha iniciado la lactación, prolactina, glucocorticoides y somatotropina, que aumentan sus niveles en sangre antes del parto son las principales hormonas responsables del mantenimiento de la lactación al reactivar la acción de los azúcares antes mencionados y controlar la actividad secretora del epitelio alveolar, una vez preparado el estroma, es estimulado por la oxitocina segregada por el lóbulo posterior de la hipófisis, que motiva la contracción de las células y el vaciado del contenido alveolar conocido como (bajada de la leche). (Francois y Luquett, 1991; Lerche, 1989; Molina, 1979).

Para simular estos procesos naturales, se han propuesto diferentes métodos que contienen fórmulas para inducir la lactación en forma artificial, los cuales se describen a continuación:

Formula A.

- 1.- Aplicar una inyección combinada de 10 mg de benzoato de estradiol en aceite (2ml) y 100 mg de progesterona en aceite (4ml) administrada subcutáneamente en los días 0,3,6,9,12,15,18,21,24,27 y 30.
- 2.- en los días 31 y 32, 20 mg de dexametasona (soluble) inyectados intramuscularmente.
- 3.- A partir del día 10, vacas / novillas serán llevadas a la sala de ordeño y sometidas a su rutina ; masajes de las ubres y colocación de la máquina de ordeñar durante cortos periodos de tiempo
- 4.- La producción de leche puede comenzar antes del final del tratamiento o una semana después de su conclusión. (Phillips, 1998).

Formula B

- 1.- Aplicar una inyección IM a intervalos de 12 hrs. de benzoato de estradiol (0.05mg/kg) en los días de 0 al 7.
- 2.- Aplicar 20 mg de betametasona o dexametasona (soluble) inyectados en los días 18,19 y 20 .
- 3.- Realizar masaje de la ubre y régimen de ordeño como se describe en el método A (Phillips, 1998).

En la mayoría de los métodos de inducción las vacas deberán haber estado secas por lo menos 6 semanas antes del tratamiento,. Las primeras eyecciones de leche se eliminan durante un periodo mínimo de 7 días. Se debe aclarar que el uso de cada fórmula esta sujeta a cambios, según la experiencia o el criterio que tenga cada médico que la emplee. (Smith y Schanbacher,. 1973).

Resultados.

- La inducción falla en el 20% de los casos aproximadamente.
- Los rendimientos lecheros son sobre el 70% de los previstos.
- La fertilidad posterior es normal
- Algunas muestran manifestaciones de ninfomanía durante la terapia con estrógenos. (Phillips, 1998 ; Smith y Schanbacher, 1973).

Alternativas que tiene el uso de este tipo de métodos de inducción artificial.

Permitir que vacas de buena raza con rendimientos elevados que no han concebido permanezcan en los rebaños de producción de forma que puedan ser fecundadas, o que respondan normalmente al año siguiente.(Nouri y Kohli, 1999; Villena, 2002; Yáñez, 2004).Mantener en el rebaño vacas con rendimientos altos que son infértiles o posiblemente estériles en lugar de adquirir reemplazos costosos . El procedimiento es caro y se deben conocer las implicaciones sobre el bienestar de los animales sometidos a inyecciones repetidas de hormonales. Esto no reemplazará a la gestación y al parto, si no que, sólo es un método para estimular la lactación. (Smith y Schanbacher, 1973; Villena, 2002).

En la actualidad, estos tratamientos son sólo de carácter experimental (EU y Europa), por lo tanto no se han aprobado para uso comercial. Y por ello la administración de medicamentos y alimentos del gobierno de EU. y la región norte y centro de Europa tienen restringido su empleo; para utilizarlo de manera habitual en la producción de leche. Además, hasta que se obtengan respuestas más aceptables en la producción y justificación para intentar en forma normal la inducción artificial de la lactación. Sin tener más adelante una repercusión en la salud de la población que consuma este tipo de leche. (Ball y Emeny, 2000 ; Lerche, 1989 ; Smith y Schanbacher, 1973 ; Villena, 2002).

JUSTIFICACIÓN.

En virtud de que la raza Jersey no se encuentra muy difundida en el país, y por lo tanto no hay suficiente investigación desarrollada en la misma.

El trabajo a realizar tiene como base una comparación de la curva de lactación de un hato lechero de raza Jersey puro. Por medio de 2 modalidades: 1.- Lactación normal, y 2.- lactación hormonal inducida, empleando el modelo matemático Lineal Parabólico. para ajustar la producción total de ésta, durante un período de 305 días, sin la necesidad del pesaje diario ya que esto aumenta los costos de producción por 1 Litro de leche.

Es por ello la importancia que tienen este tipo de trabajos, ya que con los resultados darán pautas que permitan a los productores tener una visión de cómo es el comportamiento de producción de la raza Jersey. Y por último comparar en el mismo lote el comportamiento productivo de vacas en lactación hormonal inducida.

HIPÓTESIS.

Bajo condiciones iguales de manejo en el altiplano del Estado de Hidalgo, la curva de lactación hormonal inducida se comporta igual a la curva de lactación normal en la raza Jersey puro, ($M_1 = M_2$).

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Comparar el comportamiento que tiene la curva de lactación en parto normal *versus* la curva de lactación hormonal inducida, de la raza Jersey pura, en el altiplano del Edo de Hidalgo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 1.- Obtener la curva de lactación de ganado Jersey en base al modelo matemático Lineal Parabólico.
- 2.- Ajustar la producción de leche a 305 días con base al modelo Lineal Parabólico, para estimar la producción de leche. total y la producción de leche diaria.

MATERIAL Y MÉTODO

1.- Modelo de Investigación.

El presente trabajo de investigación se clasifica como:

Observacional, Retrospectivo, Longitudinal y Comparativo (Méndez *et al.*, 1998).

2.- Población o Universo de estudio.

Fueron utilizados los registros de producción de leche de un hato de ganado Jersey puro, que se encuentra ubicado en el municipio de Tizayuca Hidalgo, de los cuales se obtuvieron los pesajes de 253 lactancias completas (240 – 305 días), la edad de las hembras al inicio de la lactación, número de lactancia por vaca, fecha de parto y sexo de la cría. en el periodo comprendido de 1999 a 2004.

Las 253 lactancias están distribuidas de la siguiente manera 91 de 1ª lactancia, 88 de 2ª lactancia, 44 de 3ª lactancia, 16 de 4ª o más lactancias normales y un grupo de 14 lactancias hormonales inducidas; que se formó con : 4 de 1ª lactancia, 6 de 2ª lactancia, 3 de 3ª lactancia y por último 1 de 4ª lactancia. La forma como se realizó la inducción hormonal en estos animales, se describe a continuación:

Este tratamiento se empleó dentro de la explotación de ganado Jersey. Modificado, por el MVZ. Carlos H. Flores V.

- 1.- El día 1 se realiza la 1ª aplicación de Somatotropina Bovina (ampolleta de 500 mg / 2ml) dosis comercial.
- 2.- Del día 2 al 5 no se aplica nada.
- 3.- Día 6 al 10 se aplican IM 10 mg de cipionato de estradiol / vaca / día, más 100 mg de progesterona / vaca / día.
- 4.- Día 11 se continúa con la misma dosis de cipionato de estradiol (10mg / vaca / día) y progesterona (100mg / vaca), además de aplicar por segunda vez la dosis de Somatotropina Bovina (ampolleta de 500 mg / 2ml).
- 5.- Día 12 sólo se aplica la misma dosis de cipionato de estradiol y progesterona.
- 6.- El día 13 la dosis baja a 5mg de cipionato de estradiol./ vaca / día.
- 7.- Del día 14 al 19 solamente se aplican 5 mg de cipionato de estradiol / vaca / día, sin progesterona.
- 8.- El día 20 no se realiza ninguna aplicación de medicamento.
- 9.- Día 21 sólo se aplica la 3ª dosis de Somatotropina Bovina (ampolleta de 500mg / 2ml) .

- 10.- Día 22 no se realiza ninguna aplicación de medicamento
- 11.- Días 23 y 24 se aplican 2.5mg de flumetasona / vaca / día..
- 13.- El día 25 además de aplicar 2.5 mg de flumetasona / vaca / día, se coloca la última dosis de Somatotropina Bovina (ampolleta de 500 mg / 2ml) dosis comercial.
- 14.- Del día 26 en adelante se comienza a someter a las vacas en tratamiento a una ligera rutina de ordeño, por cortos periodos de tiempo.

NOTA: Cabe mencionar que después del día 26 de la ordeña, sólo se aplicará Somatotropina Bovina a un intervalo de 14 días cada una, en lo que dure la lactación.

3.- Variables.

Producción de leche (kg)/día (PLD).

Producción de leche Total (PLT).

4.- Método de estudio.

Pesajes mensuales completos, de 1ª. 2ª. 3ª. y 4ª. o más lactancias normales, además de lactancias hormonales inducidas, fueron estudiados por medio del modelo matemático Lineal Parabólico, estimando los parámetros (**a**, **b**, **c** y **d**) para realizar el ajuste de las lactancias a 305 días con 2 pesajes y graficar las curvas de lactación en parto normal por número de lactancia y la curva de lactación hormonal inducida.

La ecuación que representa a dicho modelo es:

$$PL(t) = a + bt + ct^2 + d \ln(t)$$

Donde:

PL (t), es la producción de leche.

t, el tiempo de la lactancia.

a, b, c y **d**, son parámetros del modelo, donde el valor de “**b**” normalmente debe ser negativo y siendo los demás positivos, en el entendido de que cualquier cambio en el valor de los parámetros alterará la forma de la curva típica normal; las vacas del mismo grupo que no se encuentren bajo estos parámetros se clasificaran dentro de la curva normal atípica, como resultado del estudio realizado por el modelo

Ln, es la base del logaritmo natural.

La introducción del logaritmo permite romper la simetría del modelo parabólico dando como resultado un mejor ajuste.

Metodología estadística.

Las comparaciones de la producción de leche total y la producción de leche diaria ajustadas a 305 días, de lactancias en parto normal y la lactación hormonal inducida; fueron evaluadas por medio de un modelo estadístico totalmente aleatorizado y desbalanceado:

$$y_{ij} = \mu + t_i + E_j$$

$$i = 1,2,\dots,5$$

Donde:

y_{ij} es la producción total de leche y la producción diaria de leche.

μ es una media general del modelo.

t_i es el número de lactaciones normales y el de hormonales inducidas.

E_j es el error aleatorio del modelo.

Posteriormente las medias del modelo se compararon, estimando la diferencia verdaderamente significativa por medio de la prueba de Tukey. (Daniel, 2002).

RESULTADOS.

Como puede notarse en la tabla 1, se emplearon 253 lactancias que fueron distribuidas como sigue: 91, 88, 44, 16 que corresponden a la 1ª, 2ª, 3ª, 4ª o más lactancias normales respectivamente, además de 14 lactancias hormonales inducidas. El hecho de la disminución en el número de lactancias entre la 1ª y la 4ª o más se debe principalmente a la selección que normalmente el ganadero hace sobre las vacas, siendo que van quedando a una lactancia siguiente aquellas vacas que tuvieron una producción de leche igual o mayor a la media del hato. En el caso de las lactancias hormonales inducidas por razones de costos y a nivel experimental sólo se incluyeron 14.

La tabla 2 nos muestra como quedaron distribuidas las lactancias después de ajustarlas con el modelo Lineal Parabólico obteniendo 2 grupos; el primero de lactancias normales típicas, clasificadas así de acuerdo a la forma en la curva; la cual muestra una fase ascendente, desde el punto de inicio hasta el 2º. mes de lactancia donde se presenta el pico máximo de producción y en seguida pasa a la fase descendente o de persistencia; que se mantiene hacia el final de la lactación imagen mostrada en la gráfica 1, mostrando la comparación que existe con la curva de lactación hormonal inducida. Los parámetros a, c y d fueron positivos y b negativo los cuales se observan en la tabla 3; al igual que los parámetros de la lactación hormonal inducida. El segundo grupo lo conforman lactancias normales atípicas cuya forma de la curva es irregular, donde se observa claramente que no hay una diferencia marcada entre el pico máximo de producción y la fase descendente tomando una forma de meseta. La gráfica 2 nos muestra la comparación de las lactancias normales atípicas y la lactación hormonal inducida. Además en la tabla 5 se observa que uno o más de los parámetros tienen signos contrarios a los parámetros de las lactancias normales típicas.

Finalmente la curva de lactación hormonal inducida tiene una PLT de 4033 Kg que es inferior a la 1ª lactancia típica y atípica; la forma de la curva no es igual a la 2ª, 3ª y 4ª o más lactancias típicas, con la diferencia de que ésta no alcanza los 305 días en producción pero mantiene una persistencia en mayor tiempo para descender súbitamente en los últimos meses de la producción (8º, 9º y 10º).

Con respecto a las lactancias normales típicas y atípicas se puede ver que las PLT y PLD son muy semejantes, mostrando que la 1ª lactancia siempre es la de menor producción ($p < 0.05$). cifras observadas en la tabla 4 y tabla 6 respectivamente

Tabla 1.- Número de lactancias que se utilizaron para el presente trabajo, en ganado Jersey.

LACTANCIA	Número de vacas
Primera	91
Segunda	88
Tercera	44
Cuarta o más	16
Hormonal Inducida.	14
TOTAL.	253

Tabla 2.- Resultado de las Lactancias estudiadas, con el modelo Lineal Parabólico, en Ganado Jersey.

LACTANCIA.	Lactancias Normales. (%)	Lactancias normales Atípicas. (%)
primera	37 (40.7)	54 (59.3)
segunda	48 (54.5)	40 (45.5)
tercera	21 (47.7)	23 (52.3)
Cuarta o más	8 (50)	8 (50)
Hormonal Inducida.	2 (14.3)	12 (85.7)

Tabla 3.- Parámetros promedios obtenidos, por el modelo Lineal Parabólico, para ajustar las Curvas de Lactaciones Normales y la Curva de Lactación Hormonal Inducida, en Ganado Jersey.

LACTANCIA	PARAMETROS			
	a	b	c	d
Primera.	15.0480396	-0.0612339	0.00010918	1.275637
Segunda	22.3939541	-0.10720636	0.00015676	1.5835432
Tercera.	25.4043896	-0.12826773	0.00020155	1.60709992
Cuarta o más.	23.8438707	-0.1344371	0.00017813	2.17005437
Hormonal Inducida.	12.51168487	0.039673083	-0.0003262	1.102427897

a,b,c y d = Son parámetros que determina el modelo.

Tabla 4 .- Producción de Leche Total y producción Diaria promedio por Lactancia normal y Lactancia Hormonal Inducida, ajustada a 305 días, en Ganado Jersey.

LACTANCIA.	PRODUCCIÓN ESTIMADA.	
	PLT.	PLD.
Primera.	4641.02748 ^a	15.21 ^a
Segunda.	5731.76409 ^b	18.79 ^b
Tercera.	6158.79725 ^b	20.19 ^b
Cuarta o más.	5975.19139 ^b	19.59 ^b
Hormonal Inducida.	4033.28596 ^a	13.22 ^a

YTA: Letras diferentes en cada columna, denotan diferencia estadística significativa, a P<0.05.

.T = Producción de Leche Total.

.D = producción de Leche Diaria.

Gráfica 1.- Curvas de Lactaciones normales y Curva de Lactación Hormonal Inducida, ajustadas a 305 días en Ganado Jersey.

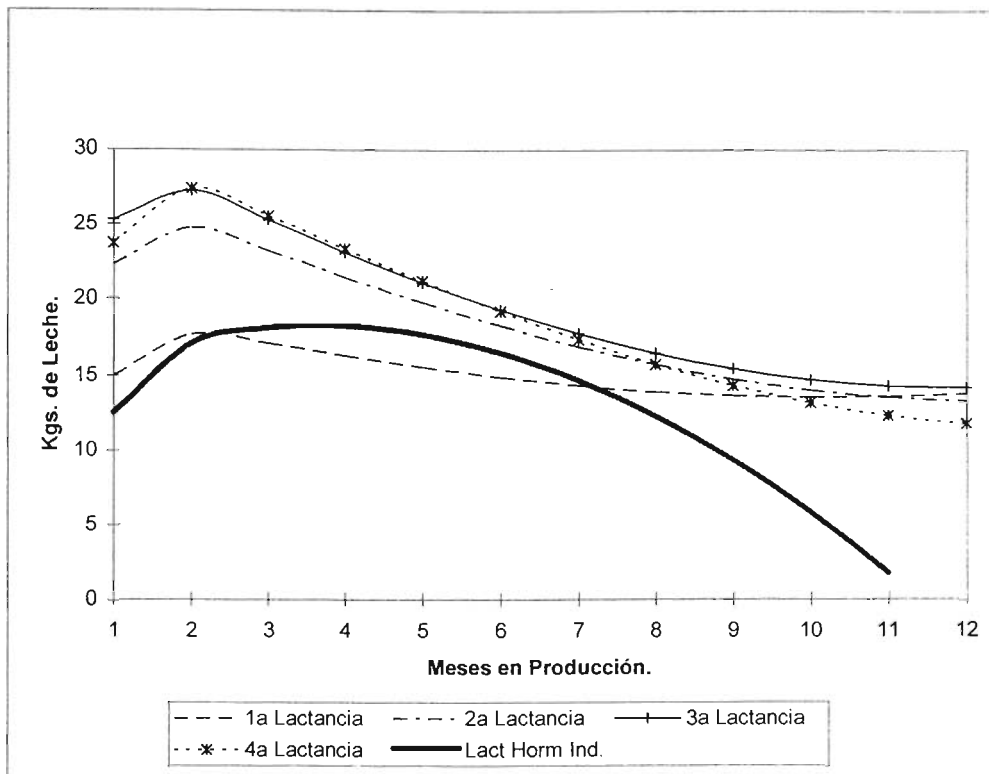


Tabla 5.- Parámetros promedios obtenidos, por el modelo Lineal Parabólico, para ajustar las Curvas de Lactación Normales Atípicas y la Curva de Lactación hormonal inducida, en Ganado Jersey.

LACTANCIA	PARAMETROS			
	a	b	c	d
Primera.	14.4702953	0.02678201	-0.00014676	0.374961
Segunda	22.5954844	0.00284878	-0.00019879	0.31459016
Tercera.	22.5204617	-0.00494288	-0.00020104	0.9363658
Cuarta o más.	24.73463765	-0.031086276	-0.0000886765	0.337285984
Hormonal Inducida.	12.51168487	0.039673083	-0.0003262	1.102427897

a, b, c y d = Son parámetros que determina el modelo.

Tabla 6.- Producción de Leche Total y producción Diaria promedio por Lactancia normal Atípica y Lactancia hormonal inducida, ajustada a 305 días, en Ganado Jersey.

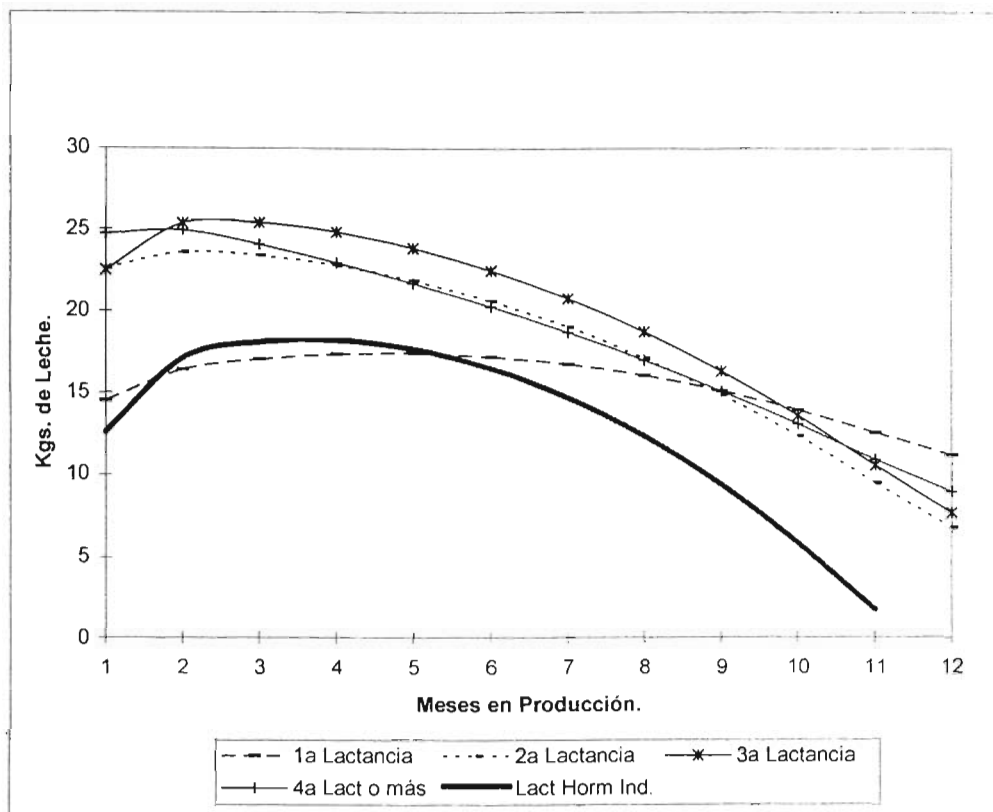
LACTANCIA.	PRODUCCIÓN ESTIMADA.	
	PLT.	PLD.
Primera.	4876.42392 ^a	15.98 ^a
Segunda.	5813.35855 ^b	19.0 ^b
Tercera.	6277.51558 ^b	20.58 ^b
Cuarta o más.	5969.44636 ^b	19.57 ^b
Hormonal Inducida.	4033.28596 ^a	13.22 ^a

TA: Letras diferentes en cada columna, denotan diferencia estadística significativa, a P<0.05.

T = Producción de Leche Total.

D = producción de Leche Diaria

Gráfica 2.- Curvas de Lactación normales Atípicas y Curva de Lactación hormonal inducida, ajustadas a 305 días en Ganado Jersey.



ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

DISCUSIÓN.

En la tabla 2: podemos ver que alrededor del 50 % de las lactancias son típicas, resultados que no concuerdan con otros investigadores que han empleado el modelo en otras razas lecheras así por ejemplo (Malhotra et al., 1980 ; Masselin *et al.*, 1987), quienes encontraron ajustes tan buenos con el modelo; un coeficiente de determinación de 99 % e incluso (López, 1995) estudiando varios modelos encontró que el modelo Lineal Parabólico resultó más eficiente que el de la función gamma incompleta, siendo este último el más popular de todos los modelos.

Los promedios de los parámetros (**a**, **b**, **c** y **d**) tanto para la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª, o más lactancias normales y lactancias hormonales inducidas se muestran en la tabla 3, valores que fueron utilizados para estimar la producción de leche total (PLT), la producción de leche diaria (PLD) ajustadas a 305 días. Del mismo modo los promedios de los parámetros de las lactancias normales atípicas se encuentran en la tabla 5.

La tabla 4, como podemos observar, el comportamiento del hato en términos generales es normal ya que en la 1ª lactancia normal se obtienen 4641 Kg de leche, con un promedio diario de 15.2 Kg siendo esta producción estadísticamente inferior a la 2ª, 3ª y 4ª o más lactancias normales; en tanto que la lactancia hormonal inducida que sólo alcanza niveles de producción con 4033 Kg de leche y un promedio diario de 13.2 Kg de leche, estos resultados concuerdan con lo publicado por (Blanco *et al.*, 2001), quienes utilizando la función gamma incompleta en un hato de ganado Jersey en el Edo. de Querétaro; encontraron un promedio de producción en la 1ª lactancia de 16.2 kg de leche y en la 2ª lactancia de 19.7 Kg respectivamente.

En cuanto a los parámetros generales obtenidos para las curvas de las lactancias normales atípicas en este hato de ganado Jersey, se observa que el parámetro “c” básicamente es el que cambió a signo negativo, cuando debería ser un valor positivo, en cambio el parámetro “b” muestra valores positivos en la 1ª y 2ª lactancias lo que modifica la forma de las curvas como puede verse en la gráfica 2 ubicada en el apéndice A; donde la 1ª, 2ª, 3ª, 4ª o más lactancias y lactancias hormonales inducidas quedaron clasificadas como atípicas. No así las curvas normales que se muestran en la gráfica 1, cuya forma muestra un pico a los 2 meses de lactancia, dentro del parámetro reportado por (Blanco *et al.*, 2001), en la curva de lactación para ganado Jersey.

Importante señalar la respuesta que mostraron las vacas al tratamiento de lactación hormonal inducida; mencionando a las mejores productoras de cada lactancia, cifras observadas en el apéndice A. La vaca 242 de 3ª lactancia con una PLT de 6624 Kg, una PLD de 21.7 Kg. La vaca 221 de 3ª lactancia con PLT de 5908 Kg, PLD de 19.4 Kg. La vaca de 2ª lactancia con PLT de 5263 Kg, PLD de 17.3 Kg. La vaca 466 con PLT de 4896 Kg, PLD de 16 Kg. Por último las vacas de 1ª lactancia, vaca 193 con PLT de 4352 Kg, PLD de 14.3 Kg, y la vaca 16 con PLT de 4116 Kg y PLD de 13.5 Kg. Resultados que concuerdan con el reporte de (Smith y Schanbacher, 1973) y (Barragán y Salas, 2004), quienes encontraron que la mejor respuesta al tratamiento, se obtiene en vacas de mayor madurez productiva.

A nivel internacional el procedimiento o metodología de lactación hormonal inducida se permite utilizarlo como un sistema artificial de investigación y una alternativa para obtener leche de los animales que por tener problemas de fertilidad se consideran como improductivos o de desecho considerando la base genética y así no eliminarlos del hato. Sin embargo, en México se utiliza de manera regular sin ninguna restricción aprovechando las cualidades de rendimiento que estos animales pueden llegar a tener a nivel productivo, no aumentando así los costos en adquirir nuevos reemplazos, permitiendo que la mayoría recupere la fertilidad y poder estar gestantes en la siguiente lactación.

CONCLUSIONES.

Se estimaron los parámetros del modelo Lineal Parabólico mismos que se usaron para graficar la curva de lactación normal y la curva de lactación hormonal inducida, además de estimar la producción de leche total, la producción de leche diaria y el ajuste a 305 días en ganado Jersey puro, valores que al compararse con la curva de lactación hormonal inducida mostraron que esta última solamente alcanza la producción de 4033 Kg. de leche, un promedio diario de 13.2 Kg. con respecto a la 1ª lactancia del hato en la misma raza. Mostrando una diferencia de 608 Kg para lactancias normales típicas y 843 Kg para lactancias normales atípicas respectivamente. Resultados alentadores en cuanto a producción de leche en condiciones iguales de manejo en el altiplano del Edo de Hidalgo aceptando la hipótesis planteada para éste trabajo de investigación: mencionando que algunas de las vacas sometidas a inducción hormonal recuperaron su fertilidad al quedar gestantes para la siguiente lactancia. Así mismo recomendamos estudiar en futuros trabajos la rentabilidad que implica producir leche de esta manera en México.

BIBLIOGRAFÍA.

- Albright, J.L, and Crabe C.W. 1997. The Behaviour of cattle, 1ª edition, editorial Cabi – International. págs 49 – 56.
- Alderman , C, and Cotrill, B.R, 1993. Energy and protein requirements of Ruminants – An advisory manual prepared by the AFRC. Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB. International. Wallingford. Págs, 74 – 95.
- Ávila , T.S. 1984. **Producción Intensiva de ganado lechero**, 1ª edición , editorial CECSA. México. Págs. 169 – 266.
- Ball, S., . Emeny, R. 2000. Induced lactation in prepuberal Holstein heifers. *J Dairy Sci*, 83:11:2459 – 2463.
- Barragán A., y Salas G. 2004. Lactoinducción Hormonal en el ganado Holstein, bajo el sistema de producción a pequeña escala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales y UMSH. Págs. 1 – 10.
- Bhat, P.N., Kumar, R and Gerg, R.C 1981. Note on comparative efficiency of various lactation curve functions in Harijana cattle. *Indian J. of Animal Science*, 51 (1:102).
- Blanco, M ; Gasque, R ; Ávila, A y Rosas M. 2001. Parámetros de la curva de lactación en ganado Jersey, 1er Congreso Virtual. CBTA, FESC UNAM. Págs 1 – 5.
- Buxade, C.C. 1996. **Producción vacuna de leche y carne**. Zootecnia Tomo III, editorial Mundí – Prensa. Zaragoza España. Págs. 91 – 101.
- Cheng, K.L., McAllister, T.A., 1998. A review of bloat in feeding cattle. *Journal of Animal Science* 78, 299 – 308.
- Cobby, J.M and Le Du V.L.P. 1978. On fitting Curves to lactation Data. *Anim. Prod.* 26: 127 – 133.
- Daniel, W. 2002. **Bioestadística base para el análisis de las ciencias**. 4ª edición, editorial limusa. Págs 128 - 162
- Donald, L., y Frank, D., 1992. **Ganado lechero , principios, prácticas y beneficios**. 2ª edición, editorial. Interamericana. Págs 323 – 328.
- Fisher , G.E.J. M.S., and Roberts, D.J. 1994. Effects of feeding fodder beer and concentrate with different protein contents on dairy cows offered silage ad libitum. *Grass and forage Science* 49, 54 – 61.

- Francois, M y Luquett, 1991. Leche y productos lácteos, volumen , editorial Acribia España. Págs. 255 – 337.
- Frank, B. 1982. Untreated barley straw in dairy cow rations Swedish Journal of Agricultural Research 12, 137 – 147.
- Halmes, C.W., y Wilson, G.F. 1989. Producción de leche en praderas. 1ª edición, editorial Acribia. Zaragoza España. Págs. 275 – 294.
- Henry, S., y Broster, W.H. 1992. Estrategias de Alimentación para vacas lecheras de Alta producción, 1ª reimpresión. AGT editor S.A. Págs. 84 – 109
- Jalquín., 1981. Introducción a la Zootecnia, 1ª edición, editorial Acribia España. Págs. 25 – 56.
- Juergenson y Mortenson, 1982. Prácticas aprobadas en la producción de leche, 4ª reimpresión, editorial Continental S.A de C.V. Págs. 45 – 77.
- Leaver, D.J., and Fraser, D. 1987. A system study of high and low concentrate inputs for dairy cows : physical and financial performance. Research and Development in Agriculture 4, 171 – 178.
- Lerche Martín. 1989. Inspección Veterinaria de la leche, 1ª edición, editorial Acribia España. Págs. 35 – 53.
- López , B,B, 1995. Estimación de parámetros Genéticos que caracterizan el modelo matemático que mejor explica la curva de lactación en vacas F1 Holstein – Cebú, en zonas subtropical. Tesis de maestría en Ciencia Pecuarias. Universidad de Colima. Págs. 5 – 15.
- Lubbers, R., and Brotherstone. 2000. A comparison of a linear and proportional hazards approach to analyse discrete longevity data in dairy cows. Animal Science 70. 97 – 206.
- Malhotra, P.K ., Singh, R.P and Singh, R.N 1980. Estimating lactation curve in Zaran – Swise cattle. Indian J. of Animal Science. 50 (10): 799 – 804.
- Masselin, S., Sauvant, D., Chapoutot, P. et Milan , D. 1987. Les Modeles d'ajustement des courbes de lactation. Anim. Zootech., 36 (2) ; 171 – 206.
- Méndez, R.I ; Namihira, G.D ; Moreno, A.L ; Sosa, M.C . 1998. El Protocolo de investigación. editorial Trillas, 6ª reimpresión. Págs. 11 – 31.
- Molina , J.R. 1979. Ajuste de la curva de lactación de ganado Holstein con un modelo lineal. Agronomía costarricense. Volumen III (2) Págs. 167 – 174.

- Noakes, D.E. 2001. Fertilidad y Obstetricia del ganado vacuno, 1a edición, editorial Acribia España . Págs. 61 – 64.
- Nouri, M. y Kohli, R. 1999. Induction of lactation in freemartin heifers. *Indian Journal Animal Science* 6, 64 – 413.
- Papajcsik, A.I and Bodero, j. 1988. Modelling lactation curves of friesland cows in a subtropical climate. *Anim. Prod.* 47; 201 – 207.
- Pérez, D.M. 1982. Manual sobre ganado productor de leche, editorial Diana. México. Págs. 267 – 325.
- Phillips, C.J.C. 1998. Avances de la producción lechera, 1ª edición, editorial Acribia España. Págs. 318 – 333.
- Romero, F., y Casado, P. 2002. Práctica de la Agricultura y la ganadería, editorial Océano – Centrum. Barcelona España. Págs. 827 – 848.
- Sink, A.K., and Kumer, D. 1997. comparison of lactation Curve Models used on monthly records of Jersey – Sahiwal, crossbred cows. *Journal Animal Science* 45, 527 – 532.
- Smith, K. y Schanbacher, F. 1973. Lactancia Hormonal Inducida en el bovino y su rendimiento lechero seguido a inyecciones de 17 B estradiol y progesterona. *Journal Dairy Science*. 56 – 738..
- Villena, E.F. 2002. Inducción Hormonal de la lactancia, editorial Cultural España. Págs. 333 – 335.
- Wood, P.D.P. 1967. Algebraic Model of the lactation curve in cattle *Nature*. Págs. 164 – 165.
- Yañez, M.A. 2004. Inducción Hormonal de la lactancia en vacas y vaquillas Holstein, candidatas a desecho por problemas reproductivos. Memorias del congreso de Buiatría celebrado en Morelia Michoacán. Págs. 188 – 189.

APÉNDICE. A.

Aquí se encuentran los valores de todo el hato Jersey. número de la vaca, número de lactación, los parámetros que determina el modelo Lineal parabólico (a,b,c,d y R^2 que es el coeficiente de determinación y el cuadrado medio de error CME). Además de las predicciones de producción total de leche (PLT) y producción diaria de leche (PLD). Ajustadas a 305 días.

Vaca	Lact.	a	b	c	d	R^2	CME	PLT	PLD
3	1	10.8937	- 0.0402	0.0001	1.0341	0.4642	0.8563	3,859.69	12.65
5	1	21.9169	- 0.0870	0.0001	1.8072	0.9033	3.7292	5,872.41	19.25
0	1	16.0805	- 0.1746	0.0003	3.8993	0.9277	2.0654	5,152.75	16.89
1	1	20.3148	- 0.0422	0.0000	0.4290	0.4497	8.3648	5,395.60	17.69
3	1	14.3286	- 0.0435	0.0001	1.7750	0.3187	6.1468	5,698.00	18.68
2	1	16.7571	- 0.1077	0.0001	2.0911	0.9075	2.5159	4,429.60	14.52
18	1	15.2003	- 0.0556	0.0001	0.4262	0.7256	1.8686	3,768.80	12.36
14	1	23.2532	- 0.0776	0.0001	0.6465	0.7036	5.6668	5,756.53	18.87
50	1	15.3991	- 0.1429	0.0004	2.1124	0.6421	2.7779	4,667.97	15.30
52	1	17.3630	- 0.0419	0.0001	0.2345	0.7621	0.7822	4,591.14	15.05
54	1	18.0521	- 0.0594	0.0001	0.8074	0.5412	3.5668	4,987.57	16.35
57	1	14.5838	- 0.0932	0.0004	1.1083	0.3024	2.5499	4,966.74	16.28
14	1	18.3140	- 0.0423	0.0000	0.8388	0.6683	3.5876	5,168.80	16.95
15	1	14.1891	- 0.0517	0.0002	0.5625	0.6389	0.6247	4,695.71	15.40
52	1	17.2883	- 0.0432	0.0000	0.3290	0.9177	0.9006	4,077.43	13.37
54	1	18.4839	- 0.0314	0.0000	1.2550	0.5835	1.0928	6,356.42	20.84
55	1	13.9545	- 0.0160	0.0000	0.5096	0.0913	3.0647	4,480.00	14.69
59	1	15.3252	- 0.0282	0.0000	1.2347	0.6646	0.7048	5,457.60	17.89
0	1	17.7952	- 0.0525	0.0001	1.3393	0.7409	0.7153	5,802.38	19.02
5	1	12.9277	- 0.1198	0.0002	1.1923	0.7101	8.0207	2,431.54	7.97
6	1	15.7215	- 0.0330	0.0000	1.2433	0.6435	1.8761	5,260.40	17.25
6	1	9.0229	- 0.0342	0.0000	2.2918	0.5642	6.0772	4,759.70	15.61
0	1	10.3037	- 0.0561	0.0001	2.1855	0.4880	4.3733	4,407.20	14.45
5	1	16.6076	- 0.0832	0.0001	2.4999	0.3701	9.2619	6,042.55	19.81
6	1	13.7088	- 0.0447	0.0001	0.4560	0.3626	3.0689	4,147.68	13.60
0	1	18.9695	- 0.0282	0.0000	1.1063	0.1807	3.9254	6,543.60	21.45
2	1	12.2485	- 0.0170	0.0000	1.3955	0.4411	3.2658	5,086.48	16.68
6	1	10.3007	- 0.0494	0.0001	1.2784	0.8132	0.8866	3,251.76	10.66
7	1	12.8080	- 0.1169	0.0002	1.1638	0.9381	1.6776	2,093.37	6.86
9	1	16.8965	- 0.1371	0.0003	1.9391	0.9786	0.3304	4,375.49	14.35
4	1	15.3898	- 0.0359	0.0000	0.9626	0.6165	3.6794	4,620.44	15.15
4	1	17.2918	- 0.0040	0.0000	0.1934	0.0302	1.3241	5,486.25	17.99
7	1	11.4219	- 0.0271	0.0000	0.9643	0.6210	1.2532	3,810.52	12.49
3	1	5.2850	- 0.0134	0.0000	0.7392	0.2865	1.3794	2,147.73	7.04
2	1	11.1780	- 0.0472	0.0001	2.0585	0.4955	3.9832	4,661.89	15.28
3	1	7.7878	- 0.1230	0.0002	2.0443	0.8112	3.4117	1,722.18	5.65
2	2	22.7567	- 0.1242	0.0002	1.4483	0.9295	1.4688	5,586.00	18.31
2	2	24.8010	- 0.0755	0.0001	1.6311	0.9085	1.2425	7,230.58	23.71
2	2	18.6762	- 0.2152	0.0003	4.7737	0.9900	0.5021	5,765.20	18.90

Vaca	Lact.	a	b	c	d	R ²	CME	PLT	PLD
108	2	14.2445	- 0.1108	0.0001	2.2020	0.9461	1.2050	3,680.60	12.07
125	2	23.1435	- 0.0560	0.0000	0.7835	0.5797	11.6729	5,956.63	19.53
182	2	25.4369	- 0.1335	0.0002	0.7086	0.9238	4.3456	4,784.72	15.69
192	2	15.0620	- 0.0728	0.0000	2.1864	0.8804	3.3767	4,541.60	14.89
198	2	20.2478	- 0.1060	0.0002	1.1381	0.8974	2.3712	4,681.68	15.35
199	2	22.5477	- 0.1493	0.0003	1.8844	0.8770	3.4138	5,422.24	17.78
211	2	22.4374	- 0.0975	0.0001	1.2613	0.8596	4.1383	5,460.00	17.90
213	2	22.2600	- 0.1523	0.0001	2.8831	0.9138	8.1535	5,256.79	17.24
215	2	22.6023	- 0.0595	0.0001	0.3534	0.8116	3.4756	5,480.77	17.97
220	2	19.5499	- 0.0699	0.0000	1.8364	0.8624	2.7961	5,878.38	19.27
225	2	23.9083	- 0.1808	0.0003	2.6933	0.8870	4.8897	5,874.09	19.26
228	2	26.8118	- 0.1490	0.0003	1.1268	0.8120	6.5858	6,083.29	19.95
233	2	20.0610	- 0.1014	0.0002	2.1514	0.7342	2.1726	6,315.31	20.71
234	2	20.1802	- 0.0894	0.0001	0.3446	0.9418	1.7684	3,872.40	12.70
243	2	17.4143	- 0.0807	0.0001	1.3060	0.9259	0.9569	4,620.00	15.15
249	2	17.2844	- 0.0526	0.0000	1.1820	0.8401	1.8626	4,994.82	16.38
250	2	20.2755	- 0.0623	0.0001	1.2287	0.3209	11.4337	5,997.60	19.66
251	2	19.1071	- 0.0833	0.0001	1.0677	0.8368	1.7151	4,994.81	16.38
252	2	28.3138	- 0.0836	0.0001	0.0766	0.9202	3.3652	6,033.85	19.78
414	2	20.5182	- 0.1357	0.0002	2.6501	0.7622	9.8425	5,623.03	18.44
453	2	26.3822	- 0.2007	0.0006	1.3301	0.9114	2.4753	5,951.99	19.51
457	2	23.8252	- 0.0686	0.0001	1.1055	0.9619	0.5837	6,492.78	21.29
458	2	26.2931	- 0.1036	0.0001	1.7764	0.9637	1.0179	7,079.26	23.21
470	2	27.9872	- 0.1711	0.0002	1.7008	0.7899	20.5796	5,612.83	18.40
474	2	22.9918	- 0.1242	0.0002	2.0985	0.7985	4.5048	6,323.54	20.73
475	2	26.6790	- 0.0502	0.0000	- 0.3184	0.9621	1.3935	5,711.70	18.73
476	2	25.5356	- 0.0907	0.0001	1.5704	0.9622	0.8779	6,946.40	22.78
477	2	22.4167	- 0.0578	0.0000	0.9716	0.9618	0.8199	5,846.40	19.17
478	2	22.9835	- 0.1952	0.0003	5.5681	0.8780	5.3700	8,614.32	28.24
485	2	19.5197	- 0.1263	0.0001	2.2753	0.9728	1.8384	4,342.80	14.24
487	2	24.8775	- 0.0627	0.0001	0.2495	0.9705	0.2740	6,258.90	20.52
490	2	21.9571	- 0.0502	0.0000	- 0.0433	0.9598	0.8541	4,774.73	15.65
493	2	18.7908	- 0.2145	0.0004	2.5944	0.9137	5.3957	3,503.39	11.49
495	2	13.8679	- 0.0722	0.0002	0.9246	0.8568	0.3624	4,064.17	13.33
498	2	24.6011	- 0.0838	0.0000	1.4014	0.9363	2.8756	6,056.40	19.86
500	2	31.4321	- 0.2311	0.0005	2.6775	0.9510	2.8006	7,266.00	23.82
501	2	16.0645	- 0.0636	0.0001	3.0877	0.9875	0.7797	6,812.69	22.34
506	2	23.4059	- 0.1143	0.0002	1.2782	0.9435	1.5617	5,533.82	18.14
823	2	23.8725	- 0.1118	0.0001	1.2469	0.9593	2.4451	4,659.46	15.28
864	2	27.3047	- 0.0718	0.0001	1.5810	0.8918	2.2305	7,921.35	25.97
865	2	26.6373	- 0.0913	0.0001	1.8086	0.9855	0.2061	7,753.20	25.42
867	2	25.6707	- 0.1350	0.0003	0.6043	0.7432	9.3867	5,495.72	18.02
868	2	20.4805	- 0.0615	0.0001	0.5359	0.4409	3.2835	5,597.00	18.35
872	2	21.6246	- 0.0715	0.0001	1.4385	0.9107	1.6650	6,060.89	19.87
105	3	16.4772	- 0.2578	0.0008	2.9400	0.9690	0.5602	4,445.77	14.58
108	3	21.1566	- 0.0908	0.0001	1.5981	0.9644	0.9911	5,517.77	18.09
110	3	18.5180	- 0.0341	0.0001	0.4920	0.2251	2.3469	5,504.55	18.05
182	3	26.6477	- 0.2024	0.0005	1.3866	0.8620	7.3805	5,477.78	17.96

Vaca	Lact.	a	b	c	d	R ²	CME	PLT	PLD
190	3	33.4067	- 0.0964	0.0001	0.9705	0.9683	1.3601	8,076.68	26.48
196	3	28.0561	- 0.0888	0.0000	0.4040	0.9771	1.5136	5,661.60	18.56
211	3	29.1147	- 0.1824	0.0002	2.1566	0.9738	3.3828	5,560.80	18.23
215	3	25.6330	- 0.0608	0.0000	0.6543	0.7563	8.1349	6,347.60	20.81
216	3	23.3094	- 0.1151	0.0002	2.1412	0.9504	0.9616	6,591.18	21.61
220	3	32.0781	- 0.0907	0.0001	0.5771	0.9709	1.0516	7,558.63	24.78
223	3	17.9257	- 0.1249	0.0001	3.7082	0.9643	1.4731	5,793.80	19.00
226	3	28.1797	- 0.1474	0.0003	1.7240	0.9378	2.3386	6,759.62	22.16
233	3	32.8451	- 0.0776	0.0002	0.3829	0.3184	15.0419	8,759.94	28.72
235	3	28.0078	- 0.1324	0.0001	1.9098	0.9378	3.9870	6,678.08	21.90
244	3	33.8573	- 0.1770	0.0004	2.7747	0.9021	2.5094	9,591.42	31.45
248	3	30.3858	- 0.0876	0.0001	0.8063	0.8717	2.3570	7,873.35	25.81
249	3	23.6874	- 0.1456	0.0002	1.8318	0.7918	9.0163	5,546.80	18.19
414	3	17.0307	- 0.1414	0.0001	2.8954	0.9484	4.0624	3,861.20	12.66
415	3	23.5994	- 0.1209	0.0002	1.1758	0.9402	1.2048	5,698.30	18.68
452	3	26.6768	- 0.1476	0.0002	1.0146	0.9901	0.7622	4,683.46	15.36
105	4	23.0839	- 0.1275	0.0003	1.1456	0.5870	8.7817	5,590.13	18.33
110	4	25.7317	- 0.0938	0.0002	0.8465	0.8735	1.0630	6,771.70	22.20
190	4	28.0173	- 0.1495	0.0002	3.3623	0.9709	1.2373	8,240.40	27.02
211	4	25.3024	- 0.2310	0.0003	3.4083	0.9686	3.8141	4,956.56	16.25
220	4	18.3248	- 0.1738	0.0002	5.3367	0.9632	1.4935	7,266.00	23.82
221	4	31.2820	- 0.1133	0.0002	0.3468	0.9477	2.7509	6,573.43	21.55
234	4	15.1531	- 0.1009	0.0000	2.1041	0.9703	1.6651	3,176.95	10.42
249	4	23.8558	- 0.0856	0.0001	0.8101	0.9721	1.0587	5,226.36	17.14
471	2	12.9795	- 0.0561	0.0001	1.1903	0.5651	5.6434	3,690.40	12.10
221	3	12.9197	- 0.0944	0.0002	3.3649	0.7313	3.1022	5,908.00	19.37
11	1	5.8944	0.1588	- 0.0004	- 2.1344	0.3770	26.3787	2,767.37	9.07
16	1	15.4910	0.0671	- 0.0003	- 0.6616	0.9151	0.8024	4,116.89	13.50
193	1	12.8883	- 0.0211	- 0.0002	1.9950	0.8223	4.8443	4,352.92	14.27
253	1	10.8596	0.0257	- 0.0004	1.4873	0.8439	6.7652	3,412.91	11.19
193	2	9.6651	0.2984	- 0.0014	- 0.4567	0.9651	1.6830	3,078.13	10.09
223	2	9.9114	0.1225	- 0.0007	0.7112	0.9205	3.0036	3,141.64	10.30
466	2	15.9108	0.1061	- 0.0008	1.6015	0.9650	3.9516	4,896.48	16.05
473	2	14.0610	- 0.0894	- 0.0002	2.6969	0.8970	7.4032	2,361.53	7.74
504	2	13.4058	- 0.0627	- 0.0000	2.8403	0.9508	0.7734	5,263.69	17.26
242	3	19.5485	0.0206	- 0.0004	2.0282	0.9413	2.3821	6,624.87	21.72
243	3	12.4311	- 0.0336	- 0.0001	1.2642	0.9125	1.5693	3,408.74	11.18
228	4	9.1974	0.1136	- 0.0004	- 0.4932	0.7311	2.7513	3,442.43	11.29

A partir de la vaca 471 se conforma el grupo de tratamiento de Lactación hormonal inducida con un total de 14 vacas.

Continuación.....

Lact.	a	b	c	d	R2	CME	PLT	PLD
1	17.880226	-0.107629	-0.000012	1.923943	0.895932	8.727837	3,347.78	10.98
1	10.318669	0.016497	-0.000038	1.255170	0.756007	3.104346	5,275.20	17.30
1	22.805680	0.061035	-0.000249	-0.989413	0.804272	1.162920	6,205.59	20.35
1	15.738947	-0.016468	-0.000001	0.494080	0.536958	1.305899	4,796.40	15.73
1	17.130493	0.048687	-0.000189	-0.215470	0.697108	2.173596	5,481.39	17.97
1	14.063869	0.028605	-0.000206	1.535902	0.861839	2.503636	5,904.25	19.36
1	12.410437	0.006502	-0.000173	1.871857	0.845875	2.122400	5,172.91	16.96
1	19.860717	-0.042268	-0.000006	1.502111	0.913458	1.119859	6,267.49	20.55
1	16.613786	0.008939	-0.000078	0.194090	0.606967	0.462206	5,106.55	16.74
1	12.006718	0.183664	-0.000912	-0.958367	0.685715	16.972368	2,588.65	8.49
1	16.773136	-0.003685	-0.000038	-0.511476	0.800926	1.273579	3,985.63	13.07
1	16.609622	0.019816	-0.000094	0.193484	0.801738	0.289050	5,440.40	17.84
1	16.616787	-0.008633	-0.000040	-0.003097	0.823582	1.081239	4,396.00	14.41
1	15.993176	0.040481	-0.000132	-0.232921	0.356170	1.303111	5,243.24	17.19
1	18.115988	-0.017975	-0.000020	0.234025	0.789743	1.699579	4,947.05	16.22
1	11.205010	-0.029921	-0.000016	1.744380	0.742625	2.255543	4,387.76	14.39
1	23.524517	-0.001473	-0.000065	-1.293300	0.912277	2.008418	4,870.69	15.97
1	7.823850	0.006121	-0.000029	0.632830	0.507013	1.224251	3,287.08	10.78
1	9.367630	0.063726	-0.000267	-0.003897	0.901403	0.305299	3,366.24	11.04
1	13.002275	0.036824	-0.000201	0.354771	0.720610	4.318991	4,371.32	14.33
1	14.269325	-0.010478	-0.000110	1.234109	0.936419	1.148167	4,674.24	15.33
1	10.047853	-0.115027	0.000290	2.960366	0.540988	4.738539	4,601.81	15.09
1	18.840542	0.026906	-0.000089	-0.434855	0.432869	1.097398	5,624.54	18.44
1	15.474445	0.112599	-0.000306	-1.434060	0.717628	1.745997	5,096.82	16.71
1	18.944229	-0.018441	-0.000091	0.367455	0.907403	1.521614	4,755.57	15.59
1	18.941010	0.123772	-0.000353	-1.858404	0.647291	1.620638	5,668.92	18.59
1	11.234491	0.038073	-0.000181	0.473480	0.919432	0.601141	4,208.78	13.80
1	10.034947	0.025790	-0.000128	0.322370	0.510044	3.498899	3,559.47	11.67
1	8.924620	0.068854	-0.000307	1.904077	0.898898	2.568327	5,705.62	18.71
1	22.613941	-0.005922	-0.000074	0.617223	0.724600	2.168076	6,913.20	22.67
1	15.915402	0.036112	-0.000078	-0.341656	0.463957	1.342565	5,343.57	17.52
1	11.048918	0.042800	-0.000382	1.503145	0.957627	2.056313	4,043.20	13.26
1	14.858842	-0.011730	-0.000045	1.415979	0.652686	2.145857	5,608.40	18.39
1	13.578597	-0.000711	-0.000100	1.397226	0.931889	0.480720	5,194.00	17.03
1	10.298043	0.123131	-0.000286	-1.031915	0.720237	4.967638	4,676.00	15.33
1	9.927669	0.020162	-0.000158	1.958939	0.961433	0.491190	5,246.13	17.20
1	14.551656	0.012858	-0.000043	-0.012028	0.026817	4.564878	4,656.31	15.27
1	9.868469	0.036012	-0.000282	0.633747	0.924401	0.681129	3,054.57	10.01
1	10.748167	0.093676	-0.000293	-0.402104	0.739896	1.791638	4,334.55	14.21
1	19.059262	0.012870	-0.000073	-0.080288	0.451690	2.484531	5,692.69	18.66
1	14.540657	0.114675	-0.000340	-2.033868	0.243866	8.893269	3,789.04	12.42
1	18.342938	-0.011864	-0.000082	0.393995	0.967239	0.527607	4,973.14	16.31
1	7.739524	0.090609	-0.000273	0.165097	0.761997	2.855635	4,208.77	13.80
1	18.334762	0.015396	-0.000063	0.511551	0.374736	2.232974	6,475.67	21.23
1	16.020846	-0.007768	-0.000024	0.807753	0.526041	1.185266	5,493.60	18.01
1	19.429291	-0.000454	-0.000057	0.213659	0.921534	0.329190	5,765.66	18.90

Vaca	Lact.	a	b	c	d	R ²	CME	PLT	PLD
508	1	12.389660	0.027951	-0.000237	1.633350	0.763448	3.409193	5,227.52	17.14
823	1	14.858841	-0.041095	-0.000021	1.839794	0.907330	1.329197	5,114.98	16.77
865	1	10.339453	0.031125	-0.000077	0.873587	0.841296	1.381256	5,061.78	16.60
866	1	19.899539	0.098588	-0.000224	-2.075581	0.528264	2.597611	5,678.40	18.62
869	1	12.265564	0.022903	-0.000070	0.717506	0.790441	0.912541	5,146.24	16.87
870	1	10.305364	0.030597	-0.000037	0.491427	0.864908	1.515508	4,854.94	15.92
871	1	8.807118	0.106472	-0.000280	0.002309	0.886307	1.727132	4,951.19	16.23
2	2	22.908532	-0.009536	-0.000153	-0.053505	0.950422	2.482272	5,264.52	17.26
10	2	22.777139	0.087440	-0.000725	0.242209	0.949797	1.956268	4,952.67	16.24
118	2	24.803689	0.013976	-0.000494	-0.559460	0.975302	1.999058	3,266.31	10.71
132	2	18.760491	0.044156	-0.000384	-0.917775	0.932510	2.573995	3,166.34	10.38
139	2	15.617001	0.205172	-0.000988	-2.276454	0.911092	2.105985	2,189.97	7.18
144	2	22.169923	0.010535	0.000042	-0.181248	0.802483	1.628443	7,400.88	24.27
186	2	13.737694	0.137261	-0.001079	0.468769	0.913744	6.849458	1,612.43	5.29
187	2	24.147411	-0.023492	0.000094	-0.375916	0.216493	5.941596	6,709.34	22.00
190	2	28.260500	-0.017183	-0.000020	-0.007586	0.792589	1.997089	7,777.72	25.50
196	2	20.041812	-0.011392	-0.000037	0.437546	0.483325	5.083225	5,957.42	19.53
197	2	19.426276	0.024858	-0.000154	-0.958416	0.861348	2.132615	4,449.20	14.59
216	2	18.101935	-0.006907	-0.000129	1.349428	0.787607	3.677703	6,008.80	19.70
221	2	17.711480	0.112998	-0.000438	-0.724668	0.828313	5.679415	5,641.38	18.50
226	2	21.309190	-0.008883	-0.000201	1.248856	0.970245	0.778235	6,156.19	20.18
235	2	15.443264	-0.007636	-0.000098	0.318419	0.846903	1.678858	4,019.07	13.18
237	2	22.840907	-0.042641	-0.000037	0.756040	0.772441	8.415423	5,898.04	19.34
242	2	24.432204	0.115678	-0.000330	-2.439699	0.767782	2.570262	6,420.24	21.05
244	2	31.259464	-0.016830	-0.000045	-0.069218	0.747237	3.161596	8,419.39	27.60
245	2	23.812132	-0.036863	-0.000070	1.018914	0.948068	1.744631	6,516.97	21.37
248	2	16.908932	-0.013999	-0.000088	2.163665	0.889196	1.536255	6,791.21	22.27
415	2	21.954585	-0.018463	-0.000093	0.400218	0.953452	0.730502	5,711.93	18.73
452	2	17.159540	-0.018711	-0.000076	0.306530	0.845780	2.306003	4,239.95	13.90
454	2	22.565185	-0.051195	-0.000180	1.971250	0.966498	2.820052	5,866.00	19.23
461	2	25.923433	-0.030491	-0.000135	1.224502	0.970953	1.156070	7,168.00	23.50
463	2	22.905610	0.081683	-0.000433	-1.487293	0.859808	3.261417	4,882.69	16.01
465	2	26.640515	-0.073673	0.000048	-0.192364	0.977821	1.025484	5,152.88	16.89
467	2	26.609332	0.064121	-0.000226	-0.983423	0.705531	2.926381	7,711.58	25.28
469	2	20.485963	-0.015460	-0.000221	1.985910	0.882844	2.853670	6,452.66	21.16
472	2	24.808230	0.027633	-0.000153	-0.144518	0.921414	0.710118	7,334.88	24.05
480	2	24.158336	-0.050567	-0.000039	1.922399	0.962238	1.028974	7,525.75	24.67
484	2	22.644802	-0.017068	-0.000064	0.205252	0.909439	1.011511	5,969.12	19.57
486	2	25.568018	-0.032421	-0.000087	-0.019414	0.970866	1.490265	5,698.48	18.68
494	2	26.883058	-0.007666	-0.000286	0.339795	0.994157	0.268852	5,965.61	19.56
502	2	23.413183	-0.074753	-0.000020	2.313981	0.799475	11.208534	6,934.34	22.74
814	2	20.287055	-0.008811	-0.000162	0.932165	0.762744	5.658554	5,747.17	18.84
866	2	25.212294	-0.053862	-0.000135	1.801159	0.847950	8.532655	6,718.58	22.03
869	2	27.522447	-0.012091	-0.000214	0.493389	0.970855	0.857451	6,791.01	22.27
870	2	22.604165	-0.004701	-0.000123	1.225580	0.876742	2.249604	7,373.88	24.18
871	2	28.170924	-0.057251	0.000056	-0.178079	0.920291	2.175416	6,430.41	21.08
3121	2	23.832725	-0.089010	-0.000074	1.026667	0.949741	3.935585	4,241.33	13.91
82	3	14.721759	-0.042371	-0.000238	3.496132	0.959931	1.735170	5,409.29	17.74

Lact.	a	b	c	d	R ²	CME	PLT	PLD
3	14.644658	0.043723	-0.000244	-0.079616	0.721276	4.900328	4,216.80	13.83
3	28.691491	0.039313	-0.000052	-0.724091	0.437244	3.726175	9,114.00	29.88
3	24.601256	0.019268	-0.000101	0.664931	0.305035	6.443122	8,456.10	27.72
3	16.375570	0.058959	-0.000492	1.137346	0.977381	0.633741	4,951.74	16.24
3	17.295263	-0.010488	-0.000150	1.533876	0.890796	2.490877	5,678.40	18.62
3	22.027289	0.001391	-0.000098	-0.821103	0.897575	2.462932	4,895.25	16.05
3	28.498915	-0.023885	-0.000078	0.669669	0.710872	5.487463	7,986.18	26.18
3	26.644091	-0.052347	-0.000014	0.527434	0.918598	3.123895	6,527.75	21.40
3	24.624429	-0.052684	-0.000105	1.032845	0.947357	3.355951	5,807.20	19.04
3	27.920845	0.002615	-0.000192	0.332541	0.951501	2.173403	7,527.11	24.68
3	23.231687	-0.007816	-0.000147	0.478923	0.936157	2.322806	6,214.70	20.38
3	22.521425	0.025213	-0.000333	1.476376	0.916412	2.713868	7,197.89	23.60
3	19.350049	-0.078565	-0.000073	1.045344	0.967888	1.910250	3,346.18	10.97
3	26.053005	0.063477	-0.000438	-0.315580	0.967202	3.222974	6,616.28	21.69
3	22.847436	-0.063453	-0.000095	1.988821	0.917958	5.058819	6,176.80	20.25
3	26.625413	-0.001618	-0.000161	0.038705	0.992052	0.164269	6,805.37	22.31
3	12.341399	0.064873	-0.000350	0.961529	0.716632	8.215893	4,933.60	16.18
3	22.123445	0.047789	-0.000403	-0.952330	0.778023	10.588111	4,156.36	13.63
3	29.079585	-0.069548	-0.000227	3.130646	0.997937	0.134704	8,248.06	27.04
3	17.970910	-0.070905	-0.000015	2.648684	0.948026	1.219741	5,927.73	19.44
3	24.243418	0.055737	-0.000580	1.314036	0.922464	4.191927	6,719.53	22.03
4	19.983710	-0.021272	-0.000034	0.605445	0.902083	0.961993	5,767.05	18.91
4	22.822278	0.020973	-0.000340	0.815766	0.969220	0.787741	6,143.58	20.14
4	22.994435	-0.047840	-0.000045	1.461260	0.933381	2.116014	6,610.22	21.67
4	23.571999	-0.030282	-0.000170	-0.189710	0.967681	1.660796	4,234.22	13.88
4	18.124293	-0.052462	-0.000014	0.466689	0.969752	0.964418	3,822.00	12.53
4	32.122841	-0.087933	0.000108	-0.004032	0.893923	5.056292	6,993.19	22.93
4	29.627586	-0.024696	-0.000130	0.718193	0.960139	1.947951	7,916.12	25.95
5	28.629960	-0.005178	-0.000085	-1.175324	0.970497	0.805216	<u>6,269.20</u>	<u>20.55</u>