

15  
2el.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**COMPARACION DE METODOS PARA PROYECTAR  
LACTANCIAS PARCIALES A 305 DIAS EN EL  
COMPLEJO AGROPECUARIO INDUSTRIAL  
TIZAYUCA.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
GABRIEL RICARDO CAMPOS MONTES

ASESOR: M.V.Z. MSc PEDRO OCHOA GALVAN



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

**COMPARACION DE METODOS PARA PROYECTAR LACTANCIAS  
PARCIALES A 305 DIAS EN EL COMPLEJO AGROPECUARIO INDUSTRIAL  
TIZAYUCA.**

**Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**de la**

**Universidad Nacional Autónoma de México.**

**Para la obtención del título de  
Medico Veterinario Zootecnista**

**Por**

**Gabriel Ricardo Campos Montes.**

**Asesor: M.V.Z. M Sc. Pedro Ochoa Galván.**

**México, D.F. 1997.**

## **DEDICATORIAS.**

**A mis Padres Inés Montes de Campos y Benigno Campos Vicencio,  
por darme la vida y su apoyo incondicional.**

**A mis hermanos Francisco. Leopoldo, Inés y Lourdes.**

**A Verónica Campos Ortega.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México. Por la formación recibida.**

**Dr. Pedro Ochoa Galván. Por creer en mí, así como por su invaluable apoyo en la realización de este proyecto.**

**A todas esas personas importantes que me apoyaron en algún momento de la vida, que a lo mejor sin saberlo son fundamentales en mí. No las menciono por que la lista sería enorme y lo más seguro es que olvidaría alguno.**

**A mi Honorable Jurado.**

**A todos los seres vivos, pero sobre todo a su Creador.**

## CONTENIDO

	<u>PÁGINA</u>
RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	2
REVISION DE LITERATURA .....	4
HIPOTESIS Y OBJETIVO .....	12
MATERIAL Y METODOS .....	13
RESULTADOS .....	18
DISCUSION .....	20
CONCLUSIONES .....	23
LITERATURA CITADA .....	24
CUADROS .....	26
ANEXO .....	30

## LISTA DE CUADROS.

	PAGINA
CUADRO 1 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION TOTAL DE LECHE EN EL CAIT	27
CUADRO 2 DIFERENCIA ENTRE LA PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS Y LA PRODUCCION TOTAL POR GRUPO DE DIAS	27
CUADRO 3 COMPARACION DE LAS MEDIAS DE PRODUCCION TOTAL Y PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS POR LOS CUATRO METODOS	28
CUADRO 4 VARIANZA SE LAS DIFERENCIAS ENTRE LA PRODUCCION TOTAL Y LA PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS POR GRUPO DE DIAS	29
CUADRO 5 CORRELACIONES ENTRE LA PRODUCCION TOTAL Y LA PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS CON LOS CUATRO METODOS SEGUN EL GRUPO DE DIAS	29
CUADRO 6 FACTORES DE PROYECCION DE LACTANCIAS PARCIALES A 305 DIAS CALCULADOS PARA EL METODO PROPUESTO POR WIGGANS Y COL (METODO "B")	31
CUADRO 7 FACTORES DE PROYECCION DE LACTANCIAS PARCIALES A 305 DIAS CALCULADOS PARA EL METODO PROPUESTO PARA ESTE ESTUDIO (METODO "D")	32

## RESUMEN

CAMPOS MONTES GABRIEL RICARDO. Comparación de métodos para proyectar lactancias parciales a 305 días en el Complejo Agropecuario Industrial Tizayuca. (bajo la dirección de : M.V.Z. M. Sc. Pedro Ochoa Galvan)

El objetivo del estudio fue encontrar un método confiable para proyectar lactancias parciales a 305 días, en el CAIT Se utilizaron 812 registros de lactaciones completas, que comprenden el periodo de 1991 a 1993 calculándose la producción total por lactancia (PROT), obteniéndose un promedio de  $7.284 \pm 54.60$  kg. Se determinó por análisis de varianza que los efectos de: Nivel Productivo del Hato (NH), Epoca de Parto (E), no son significativos ( $p > .05$ ) sobre la PROT, siendo Numero de Parto (P), Días en Lactación (DL), y Nivel Productivo de la Vaca (NV) altamente significativos ( $p < .01$ ). Se compararon los siguientes métodos para obtener la Producción Estimada a 305 Días (PTE305D): El método de la Dairy Herd Improvement Association ("A") calcula la PTE305D a partir de la producción acumulada considerando DL y P. El método de Wiggans ("B") que calcula la PTE305D por la producción remanente, considerando DL, P, E y NH. El método de Yáñez ("C"), que es una modificación del método "B" que considera DL, P y E. El método propuesto en el presente trabajo ("D"), es una modificación de "B", donde se considera DL, P y NV. Para "A" y "C" se utilizaron los factores de proyección (FP) publicados, para "B" y "D" se usó información existente para calcular los FP. El método "D" presentó la menor diferencia entre las medias de PROT y PTE305D, llegando a sobrestimar por 0.4 kg la PROT. La varianza de las diferencias entre PROT y PTE305D, disminuyó al aumentar los DL, presentándose en "A" la mayor varianza (1194649 kg). Las correlaciones entre la PTE305D y PROT aumentaron de 0.7 a 0.98 aproximadamente al transcurrir los DL. "B" y "D" son los que presentan los mayores valores. El presente estudio reveló que los métodos que calculan la PTE305D usando la producción remanente son más confiables. Los métodos que utilizan información actualizada para obtener los FP son más precisos. El método "D" elimina la tendencia de proyectar los valores a una media de producción en un periodo determinado.



## INTRODUCCION

Uno de los principales problemas para poder realizar una evaluación confiable en cualquier tipo de empresa, es la de tener información veraz y equiparable que facilite la toma de decisiones y permita hacer las mismas de forma adecuada, lo que en ganado bovino productor de leche implicaría poder elegir vacas altas productoras, para que permanezcan en el hato y reproducirlas, o bien, poder establecer un control de producción que nos permita conocer *grosso modo* el estado económico de la explotación. Sin duda el poder obtener animales de un mayor mérito genético para los ambientes donde habrán de producir, facilitaría alcanzar mayores niveles de producción, lo que es factible de realizarse por medio de programas de selección o cruzamientos, donde uno de los puntos críticos para obtener resultados confiables, es contar con información que permita una evaluación precisa y comparable de los individuos (9.10.14).

La principal herramienta de mejoramiento genético en el ganado productor de leche es la selección, para lo que es necesario poseer valores sobre parámetros genéticos como índices de herencia, correlaciones genéticas y repetibilidad, estos parámetros se obtienen a partir de la información generada en las explotaciones lecheras.

Al momento de iniciarse una evaluación en una explotación lechera, es muy común que una cantidad importante de los animales presenten registros de producción parciales debido a que no han terminado su período de lactación, lo que genera la necesidad utilizar métodos para proyectar lactancias a 305 días. Estos métodos a su vez permiten ahorrar tiempo en las

evaluaciones genéticas al no tener que esperar largos intervalos para tener la información completa, al mismo tiempo que permiten remover algunos de los efectos ambientales que pueden influir en la producción láctea, tales como la época del año, número de parto y nivel productivo del hato. Existen varios tipos de métodos para proyectar lactancias siendo diferentes en cuanto complejidad y precisión.

En el Complejo Agropecuario Industrial Tizayuca ( CAIT ), la población bovina es predominantemente Holstein "grade", que se puede suponer poseen una calidad genética excelente, por haberse originado a través de la importación de animales y semen de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, progresando junto con la población bovina de dichos países, sin embargo el potencial productivo de estos animales no se ha expresado adecuadamente por las diferencias ambientales existentes entre sus países de origen y el nuestro .(9)

Para dar inicio a un programa de selección en el CAIT se requiere contar con factores para proyectar lactancias que realicen una estimación precisa de la producción a 305 días. En un estudio anterior, realizado por Ochoa en 1995, se encontró que el método de proyección de lactancias incompletas a 305 días propuesto anteriormente para el CAIT, no proyecta con precisión la producción de leche a 305 días (6).

El objetivo del presente estudio es encontrar un método de proyección de lactancia parciales que permita evaluar de manera más exacta la producción de leche a 305 días de vacas con registros de lactación incompletas.

## REVISIÓN DE LITERATURA.

Existe un amplio número de factores implicados en la cantidad de leche producida que deben ser considerados para realizar una correcta selección de los animales, entre los que sobresalen:

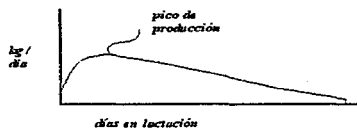
**a) El número de parto.** Es sin duda el factor que se encuentra modificando la cantidad de leche producida por vaca, en toda explotación, debido a que las vacas de primer parto cuentan con una menor capacidad fisiológica para producir leche que las vacas con mayor número de partos, siendo esto una causa de que existan diferencias marcadas en las curvas de lactación y la producción total, entre vacas de primer parto y vacas con 2 o más partos (6,7,8,11,14,20).

**b) Época del año.** La época del año en la que ocurre el parto de una vaca, determina en gran medida el tipo de alimentación que recibirá durante la primera etapa de la lactancia, siendo ésta donde se requieren mayores requerimientos nutricionales de la vaca. Así mismo, factores como aumento de la humedad relativa, cambios en la temperatura ambiental o bien la disponibilidad de forraje fresco pueden causar variación en el comportamiento de la curva de lactación (14,17,20)

**c) Días en lactancia.** La cantidad de leche que produce una vaca al día varía conforme transcurre la lactancia, presentándose un incremento constante al inicio de la lactancia, una meseta antes de la primera mitad y un decremento constante y suave durante la segunda mitad de la lactación. Sin duda el poder llevar un control diario de la producción de leche de cada vaca sería una situación ideal, mas sin embargo poco práctica, por lo que el control de

producción se realiza de manera cotidiana por pesajes mensuales, utilizando el método conocido como TIM (método de intervalo de prueba).

El TIM consiste en obtener el promedio de producciones en dos pesajes consecutivos y multiplicarlo por los días que hay entre las dos mediciones. Al inicio de la lactancia, cuando solo hay un pesaje, el TIM considera que la producción de leche es la misma desde el parto hasta el momento del pesaje, es decir, se multiplica los días al primer pesaje por la producción medida en ese día. De igual manera, el intervalo del último pesaje al momento del secado, se multiplica por los días en el intervalo (14). Esta práctica impide conocer de manera exacta la cantidad de leche producida por animal, debido a que la producción láctea se modifica conforme transcurren los días en lactación, lo que da como resultado una curva de producción que es explicada por Wood como un modelo gamma incompleto (19).



**d) Numero de ordeños.** El número de ordeños a los que esta sujeta una vaca al día, puede determinar un aumento en la producción de leche , ya que una vaca que es ordeñada 3 veces al día tiene una mayor producción que una vaca que es ordeñada solamente dos veces.

**e) Nivel productivo del hato.** El nivel productivo del hato refleja en un momento dado, el tipo de manejo, alimentación y calidad de los animales. Estos factores determinan que las curvas de lactación de cada hato sean diferentes, entre un hato con un nivel productivo alto y uno de nivel bajo (14,17,20)

**f) Habilidad genética de la vaca.** La diferencia en la cantidad de leche que produce una vaca en relación con sus contemporáneas dentro de un mismo hato, se debe sin duda a la capacidad genética del animal, lo que implica que dentro de una misma explotación podemos encontrar vacas con diferentes niveles productivos.

El contar con información confiable en el momento de iniciar un programa de selección en ganado lechero puede ser difícil, porque de forma constante, más del 30% de los animales en una explotación cuentan con registros de producción incompletos, por no haber culminado su lactancia al momento de iniciarse la evaluación.

Estas circunstancias han creado la necesidad de generar métodos de proyección y estandarización a 305 días, que es el tiempo óptimo de lactación de una vaca. Para la elaboración de estos métodos es necesario tomar en cuenta los factores antes mencionados, para así poder obtener una mayor exactitud en la evaluación de los animales (2,6,11,14,20).

Así mismo, el contar con factores de proyección a 305 días que permitan conocer la producción de leche de una manera más exacta, da como resultado una mayor exactitud en el cálculo de parámetros genéticos, ya que permiten remover los efectos no genéticos y así conocer con mayor exactitud el valor genético del individuo (7).

Algunos métodos para proyectar las producciones parciales a 305 días se basan en la producción acumulada o en la estimación de la producción remanente, encontrándose diferentes métodos para proyectar las producciones parciales, que se pueden agrupar en:

**1) Estimación por regresión:** Puede ser un sistema lógico de usar, ya que permite estimar la producción láctea a un día determinado. Se han propuesto diversos métodos para obtener la producción total estimada a 305 días (PTE305D) por medio de registros parciales de producción, siendo el método más sencillo y utilizado la regresión simple de la producción total sobre la producción parcial que tiene la siguiente forma:

$$\hat{Y} = \bar{y} + b(y - \bar{x})$$

en dicha fórmula  $\hat{Y}$  es la producción estimada a 305 días  $\bar{y}$  es la media intrahato de la producción acumulada al día "n",  $b$  es el coeficiente de regresión,  $y$  es la producción acumulada de la vaca al día "n" y  $\bar{x}$  la media intrahato de la producción total

Los métodos por regresión son relativamente fáciles de utilizar, sin embargo se requiere el promedio de del hato para registros parciales y totales, disminuyendo significativamente la ventaja de necesitar pocas pruebas,

además de que se requiere conservar todos los registros de una vaca y utilizar diferentes grupos de coeficientes de regresión cada vez que un nuevo pesaje esté disponible, complicando su uso a nivel práctico (2,14).

**2) Modelos no lineales.** Los métodos no lineales calculan la producción por medio de la curva de lactación, siendo el modelo de Wood el más utilizado para este fin. Wood (1969) estimó los parámetros de la función gama incompleta utilizando el promedio de producción semanal de leche, proponiendo el siguiente modelo:

$$Y_n = \sum A n^b \exp(-cn)$$

donde  $Y_n$  es la producción diaria promedio en la  $n$ ésima semana de producción  $A$   $b$  y  $c$  son parámetros calculados para la ecuación de Wood,  $\exp$  es la base de los logaritmos naturales y  $n$  es el  $n$ ésimo día de producción. Aunque al parecer no existe una ganancia en la precisión con respecto a los modelos de regresión (13,14).

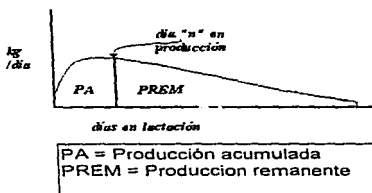
**3) Factores multiplicativos:** Estos métodos utilizan un valor calculado para las diversas condiciones que afectan la producción de leche, que al multiplicarse por la producción láctea acumulada al momento de la evaluación expresan una estimación de la producción total de leche.

Entre estos métodos se encuentra el utilizado por la DHIA (Dairy Herd Improvemnet Asociation) que expresa la producción estimada basándose en la producción acumulada al  $n$ ésimo día de producción, de la siguiente manera :

$$PTE305D = PA * FA$$

donde  $PTE305D$  es la producción total estimada,  $PA$  es la cantidad de leche producida al enésimo día de lactación y  $FA$  es un factor de ajuste calculado para la edad de la vaca y día de producción.(10)

Otro método multiplicativo es el método propuesto por Wiggans y VanVleck, el cual, estima la producción remanente en base al último pesaje



La producción total estimada se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$PTE305D = PA + PREM$$

calculándose la producción remanente ( $PREM$ ) de la siguiente manera:

$$PREM = (305 - D) * (UP * FA)$$

donde  $D$  son los días en lactación,  $UP$  es la cantidad de leche producida en el último pesaje y  $FA$  es un factor de ajuste calculado para los efectos de Nivel de



Hato, Época del año y Numero de parto (17,18,20). El FA se calcula de la siguiente manera:

$$FA = \frac{PROT - P.A}{305 - D} \cdot UP$$

siendo *PROT*, la producción total promedio en 305 días calculada por medio del TIM y el factor de ajuste es calculado para los efectos de nivel productivo del hato, días en lactación, numero de parto y época de parto.

Estos métodos son fáciles de usar pero tienden a subestimar a las vacas altas productoras o sobrestimar la producción de las vacas bajas productoras, ya que proyectan los datos hacia una media de producción.

El hecho que dentro de un hato existan vacas con diversos niveles productivo, puede ser la causa de la diferencia existente entre las producciones estimadas y reales, ya que los factores de proyección de lactancias a 305 días tienden a ajustar los valores hacia una media, haciendo una sobreestimación en las vacas bajas productoras y una subestimación en las vacas altas productoras. Así mismo este factor determina en gran medida que una vaca sobreviva dentro de un hato por lo que al paso del tiempo las vacas bajas productoras van siendo desechadas, por lo que podríamos esperar que a un mayor número de parto exista un mayor promedio de producción, no solo por el hecho de que una vaca de primer parto produce menos que una vaca de más partos, sino también que una vaca de alta producción permanecerá más tiempo en la explotación (5.11.14).

### **HIPÓTESIS.**

Existen diferencias entre los métodos de proyección de producción a 305 días, siendo los que calculan la producción remanente más precisos que los que calculan la producción acumulada.

### **OBJETIVO.**

Encontrar un método de proyección de lactancias parciales que permita evaluar de manera más exacta la producción de leche a 305 días de vacas con registros de lactación incompletas.

## MATERIAL Y METODOS.

El presente estudio se realizó con información obtenida en establos del CAIT, el cual se localiza en el estado de Hidalgo a 54 Km. de la Ciudad de México, la zona tiene un clima C (wo) b (e) g, que es el más seco de los subhúmedos, con una temperatura promedio anual de 16.3° C, una humedad relativa promedio anual del 53%, altura al nivel del mar de 2200 m. y una precipitación pluvial media de 614 mm. (3).

La mayor parte de la población bovina la integran vacas Holstein "grade"(individuos de la raza de los que se desconoce información de sus ancestros). El sistema de producción que caracteriza a la zona es intensivo en confinamiento, el ganado en su totalidad está sujeto a ordeño mecánico, realizándose 2 ordeños al día. La alimentación está basada en el suministro de alimento balanceado de 5 a 7 Kg./vaca/día, ensilado de maíz de 8 a 10 Kg./vaca/día o su equivalente en alfalfa fresca (6).

Se utilizaron un total de 812 registros de lactaciones completas del periodo comprendido de 1991 a 1993, cada registro cuenta con información de 9 a 11 pesajes con la fecha, el pesaje del día y días entre pesajes. A partir de esta información se calculó la producción total (PROT) por lactancia por medio del TIM.

Los registros se dividieron según los días en lactación (DL) en intervalos de 30 días cada uno a partir del día 60 de lactación, considerándose los registros con más de 300 días como lactaciones completas, que no requerían proyección. Se asignó a cada hato un nivel de producción según su promedio

de PROT (NH) distribuyéndolos de la siguiente manera. 25% altos productores (NH1) 50% medianos productores (NH2) y 25% bajos productores (NH3).(17)

Se realizó un análisis de varianza preliminar para determinar si existía diferencia entre las vacas según el número de parto, encontrándose diferencia ( $p > .01$ ) entre las vacas de 1º y 2º parto, no se encontró diferencia significativa ( $p > .01$ ) entre la producción de vacas de 3 o más partos se considerándose estas como un solo grupo.

Para determinar el nivel productivo de la vaca (NV) se consideró la producción acumulada por DL, distribuyéndose los registros de la siguiente manera :25 % de las vacas como altas productoras (NV1), 50 % de las vacas como medianas productoras (NV2) y 25 % de las vacas como bajas productoras (NV3).

Se utilizaron dos épocas de parto (E) :abril - septiembre (E1) y octubre - marzo (E2), según la metodología propuesta por Yáñez en 1987 (20).

Se realizó un análisis de varianza para determinar los efectos que influyen en PROT, considerándose los siguientes efectos : NP, E, NH, NV, y DL ( 12,16,17,20).

Se consideró cada grupo de DL como lactancias parciales, las cuales fueron proyectadas a 305 días con los siguientes métodos:

1) **Método "A"**. Método usado por la Dairy Herd Improvement Association (16), que calcula la producción estimada a 305 días (PTE305D) basado en la producción acumulada :

$$PTE305D = PA * FA$$

donde  $PA$  es la producción acumulada al último pesaje calculada por TIM y  $FA$  es el factor de ajuste, calculado para edad de la vaca y días en lactación.

Para este método se utilizaron los valores de  $FA$  publicados en la literatura, considerándose las vacas menores de 36 meses como P1 y las de más de 36 meses como P2 y P3

2) **Método "B"**. El método propuesto por Wiggans y Van Vleck (14,17) que calcula la producción láctea en base al último pesaje. El método se desarrolla con la siguiente fórmula:

$$PTE305D = PA + PREM$$

donde  $PA$  es la producción acumulada al último pesaje calculada por el TIM y  $PREM$  es la producción remanente, la cual es precedida según el siguiente modelo :

$$PREM = (305 - DP) * (UP * FA_1)$$

donde  $DP$  son los días en producción al último pesaje,  $UP$  es la cantidad de leche en kilogramos producida en el último pesaje y  $FA_1$  es un factor de corrección que se calcula así:

$$FP = ((PROT - PA) / (305 - DP)) / UP$$

Para este método se calcularon los factores de proyección en base a nivel de hato (NH1, NH2 y NH3), número de parto (NP1, NP2 y NP3) y época

de parto(E1 y E2) así como los días en producción (DL), con la información de los registros, al no contarse con valores publicados en la literatura.

**3) Método "C".** El método propuesto por Yáñez (20). Este método es una modificación del método "B" donde se calculó la curva de lactación con el modelo de Wood y en base a esto se calcularon los factores de ajuste por número de parto (NP1, NP2 y NP3) y época de parto (E1 y E2) siguiendo la metodología propuesta por Wiggans. Para obtener la PTE305D se utilizaron los factores de proyección reportados en la literatura.

**4) Método "D".** El método propuesto en el presente trabajo. Este método es una modificación al método "B", donde se calculan los factores de proyección para nivel productivo de la vaca (NV1, NV2 y NV3) y número de parto (P1, P2 y P3). Para la utilización de este método se calcularon los factores de proyección con la información que se presentaba en los registros.

Los métodos se aplicaron a los registros parciales (grupos DL), calculándose las producciones proyectadas a 305 días ( PTE305D ) usando la hoja de cálculo de Lotus versión 4.0, donde se introdujo la información para realizar los cálculos, a partir del día 60 de lactación debido a que antes de este día los métodos a probar no son recomendables (9,14,17,20).

La comparación de los métodos se realizó de dos maneras: 1) Mediante la varianza de las diferencias entre la producción total y la producción estimada por los métodos de proyección y 2) por la correlación entre la producción total y la producción estimada por los métodos de proyección (14).

Los análisis estadísticos en el presente trabajo, se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS, utilizando los siguientes procedimientos : MEANS, CORR y ANOVA (12).

## RESULTADOS.

En el presente estudio se utilizaron un total de 812 registros de lactaciones completas, con un rango de entre 9 y 11 pesajes mensuales. El promedio de producción total (PROT) calculada por el TIM fue de  $7,284 \pm 54.60$  kg.. Análisis preliminares permitieron establecer las importancia de efectos ambientales sobre la PROT en el CAIT, encontrándose que época de parto (E) y nivel productivo del hato (NH) no son significativos ( $p > .05$ ), sin embargo se encontraron diferencias altamente significativas en los efectos de número de parto (P) y nivel productivo de la vaca (NV) ( $p < .01$ ). Los resultados de los análisis preliminares se resumen en el cuadro 1.

Los factores de ajuste para proyectar las lactancias incompletas a 305 días (FP) se resumen en el cuadro B del anexo 1 para el método "B" y en el cuadro D para el método "D". De los cuadro antes mencionados se puede señalar que los FP para vacas de primer parto son mayores que los FP para vacas de más de un parto. En relación a los FP calculados en el presente trabajo, no se observa un patrón definido de comportamiento en relación a los días en producción .

~ Las diferencia de los promedios por grupo de días, entre las producciones estimadas a 305 días (PTE305D) y de PROT se resume en el cuadro 2 y 3, donde se observa que el método "D" presenta la menor diferencia entre las medias, presentando solo subestimación en el grupo 151-180d la cual fue de 1.9 kg y en el grupo 271-300d de 6.8 kg, mientras que los métodos "C" y "A", realizan subestimaciones de la PROT durante los primeros grupos de días y una sobreestimación en los últimos grupos de días, siendo el método "C" el que presenta la mayor diferencia entre las medias de PTE305D y PROT.

La varianza de las diferencias entre la PROT y PTE305D, fue disminuyendo en los cuatro métodos conforme aumentaron los días en lactación, presentándose de manera constante la mayor varianza en el método

"A". Este método presentó diferencia significativa según la prueba "F" de Fisher ( $p < 0.05$ ) en todos los grupos de días, en relación a los otros métodos, excepto en el grupo 61-90d, donde no existió diferencia significativa entre las varianzas de los métodos ( $p > 0.05$ ). El método "B" presentó la menor varianza, aunque solo fue diferente ( $p < 0.05$ ) en los grupos 151-180d y 271-300d. Los resultados de las varianzas se encuentran en el cuadro 4.

Las correlaciones entre la PTE305D y PROT aumentaron conforme transcurrieron los días en lactación, siendo los métodos "B" y "D" los que presentan las mayores correlaciones, presentando el mismo valor de correlación en los grupos de días, excepto en los grupos 61-90d y 211-240d. El método "A" presenta los menores valores de correlación en los grupos correspondiente a el periodo comprendido entre 60 a 270 días. En el grupo 271-300d los cuatro métodos presentan el mismo valor de correlación. En el cuadro 5 se encuentran los valores de correlación para cada método según el grupo de días.



## DISCUSIÓN

El promedio de producción total obtenido fue de  $7284 \pm 54.60$  kg. ( $n=812$ ) la cual es diferente a lo señalado por otros autores; Ruiz y col. (11) que en el periodo comprendido de 1970 a 1988 encontró un promedio de producción de 6806 kg., Wiggans y col. (17) indican en Estados Unidos un promedio de producción de 6450 kg. en 1979, Gómez (4) señala 6395 kg. en el estado de Hidalgo en el periodo comprendido de 1981 a 1984, Montaldo (6) en 1984 encuentra en Tizayúca Hgo. un promedio de 5995 kg. Yáñez en 1987 (20) señala 6597 kg. en vacas del CAIT en Tizayúca Hgo. y Ochoa (6) indica un promedio de 7134 kg. en el mismo lugar en el periodo comprendido de 1989 a 1993. Estos datos demuestran un aumento constante de la producción láctea que se debe a la constante utilización de inseminación artificial y mejoras en las condiciones ambientales como alimentación y manejo en el producción de leche.

En los análisis preliminares de la información se encontró que el número de parto (P) es una variable significativa que influye en la cantidad de leche producida por lactancia, lo cual coincide con Wiggans y col., Ruiz y col., Gómez, Ochoa y Yáñez. La diferente capacidad fisiológica para la producción láctea entre vacas de primer parto y vacas de más de un parto, es la principal causa de ésta diferencia (6,7,8,11,14,15,20). El hecho de que el nivel productivo del hato (NH) no fuera significativo, sugiere que las condiciones de manejo y la capacidad de producción de las vacas, en los hatos analizados son similares, lo cual coincide con lo señalado por Yáñez en 1987, quien no encuentra diferencia en el nivel productivo del hato (20). Por otra parte Wiggans y col. en 1979 indica que este efecto era importante, lo que refleja diferencias entre Estados Unidos y México (4,9). El efecto de época de parto (E) no fue significativo en el presente trabajo, lo que puede sugerir que las condiciones ambientales fueron similares en las épocas que fueron

contempladas, lo cual difiere con lo señalado en los trabajos de Yáñez y Wiggins y col. (13,14,17,20), probablemente por el periodo de análisis del presente estudio que solo contempla el periodo comprendido entre 1991-1993.

La existencia de diferentes niveles productivos de vaca (NV) se explica no solo por el efecto de número de parto, sino también a la habilidad productiva de la vaca, ya que la diferencia existente entre ella y sus contemporáneas se deberá fundamentalmente a diferencias genéticas y efectos ambientales permanentes. El nivel productivo de la vaca, es un factor importante en la cantidad de leche producida por lactancia, aumentando la  $R^2$  del modelo a 87% al incluir NV en el modelo, según lo revelaron los análisis preliminares del presente trabajo. Este factor podría disminuir las variaciones por efectos ambientales involucrados en la producción láctea, facilitando el cálculo de los factores de proyección con registros que no difieran en cuanto a zona geográfica.

En cuanto a las diferencias entre las medias de PTE305D y PROT, el método "D" presenta las menores diferencias, a consecuencia de proyectar las producciones por grupos de nivel productivo (altas productoras, medianas productoras y bajas productoras), suavizando así el efecto de proyectar las producciones a una media de producción general, produciendo sobreestimación o subestimación de las vacas, como se menciona en el trabajo publicado por Lambet y col. en 1960 y Ulloa en 1988 ( 5,14).

El método "C" tiende a una proyección menos preciso en la PTE305D, probablemente por que los FP fueron calculados en base a la curva de Wood, lo que provoca que la PTE305D sea proyectada hacia la media de producción de un periodo determinado, con la consecuente sobrestimaciones y subestimación de la producción.(5,14). Lo anterior coincide con lo señalado por Ochoa en 1995 (6).

Las PTE305D calculadas por el método "B" mantienen similitud con las del "D"; debido a la utilización de la misma metodología e información, tanto

para calcular los FP y la PTE305D, pero utilizando E y NH en lugar de NV, lo que provoca que no existan diferencias significativas tanto en las varianzas como en las correlaciones, pero si hay diferencias en las medias de PTE305D.

Las PTE305D obtenidas por el método "A" mantiene un comportamiento inestable al subestimar la PROT en la primera mitad de la lactación y sobrestimarla en la segunda mitad, además de que fue el único método que presentó diferencia significativa en las varianzas con relación a los otros métodos y la menor correlación. Estos resultados coinciden con lo señalado por Gómez en 1986 y por Ulloa en 1988 (4,14). Lo antes mencionado obedece a las diferentes condiciones existentes entre Tizayúca, Hgo. y en Estados Unidos (4,9,14.).

La correlación mantiene la misma tendencia en los cuatro métodos, aumentando uniformemente al transcurrir los días en lactación, lo cual coincide con lo señalado por diversos autores, sin encontrar alguna referencia donde se indique lo contrario (1,2,7,14,20).

Se observa en los resultados que los métodos "B", "C" y "D", que calculan la PTE305D usando la producción remanente, presentan un mejor comportamiento que el método que calcula la PTE305D con base a la producción acumulada, lo cual coincide con lo indicado por Ulloa en 1988 (14) y con los trabajos de Wiggins y col. (17,18).

En el presente estudio se observó que la PTE305D se calcula con mayor precisión cuando los FP se obtienen con la información existente, que cuando se toman valores publicados con anterioridad, lo que sugiere diferencias en la curva de lactación entre los grupos de animales usados para el cálculo de FP en los métodos "C" y "A", y la información utilizada en el presente trabajo. Estas diferencias se podrían localizar en la altura de la curva, como en consecuencia del constante avance en la producción, debido al uso de animales importados, semen de bovinos de países industrializados y el

desarrollo de mejoras en el medio ambiente, tales como la alimentación e instalaciones (9,13).

## CONCLUSIONES

a) El presente estudio reveló que los métodos que estiman la producción láctea a 305 días basados en el cálculo de la producción remanente ( Métodos "B", "C" y "D") son más confiables que los métodos basados en la producción acumulada (Método "A").

b) Los métodos que utilizan información actualizada ( Métodos "B" y "D") para obtener los factores de proyección tiene una mayor precisión que los que utilizan factores de proyección a 305 días calculados con anterioridad, ("A" y "C") al ser calculados para efectos similares, pero en distinto tiempo.

c) El método que utiliza el nivel productivo de la vaca (Método "D" ) es más exacto en la estimación de la producción láctea a 305 días, al eliminar la tendencia de proyectar los valores a una media de producción en un periodo determinado, sin embargo los factores de proyección obtenidos para este método, no pueden ser recomendados debido a que fueron calculados para un núcleo específico de animales y con un tamaño de muestra (812 registros) que impide generalizar el resultado a otros grupos de animales.

d) A pesar de que la curva de lactación mantiene la misma forma con el paso el tiempo, la altura de ésta cambia al paso de las generaciones, provocando diferencias en los valores de los FP por lo que su uso no permite una estimación confiable de la PROT.

## LITERATURA CITADA

- 1) Deb, S.M. and Gurnani, M.: Correlation between test day yields under field conditions. Int. J. Anim. Sci. 9 : 139 - 140 (1994).
- 2) Deb, S.M. and Gurnani, M.: Relationship between total lactation milk yield and individual test day records in the field. Int. J. Anim. Sci. 9 : 297- 298 (1994).
- 3) García, E.: Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, México 1979.
- 4) Gómez, S.: Evaluación de los factores de ajuste para proyectar la producción de leche a 305 días en un hato de ganado Holstein. Tesis de Licenciatura. Fac. Med Vet y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. 1986.
- 5) Lamb, R.C. and Mc Gillard, L.D.: Variables affecting ratio factors for estimating 305-day production from partial lactations. J. Dairy Sci. 43:519-528(1960) N° 4.
- 6) Ochoa, G.P.: Evaluación de los factores de ajuste para proyectar lactancias a 305 días en el CAIT. XIX Congreso Nacional de Buiatría, 1995. Memorias.
- 7) Parekh, H.K.B.: Srivastava, P.N.; Arora, J.S. and Dutt, P.: Evaluation of newly developed standardized correction factor milk yield using crossbred data. Indian J. Dairy Sci. 48:629-632.(1995) N°11.
- 8) Parekh, H.K.B. and Dutt, P.: Newly developed multiplicative correction factors for milk yield using crossbred data. Indian J. Dairy Sci. 48:626-628.(1995)N° 11.
- 9) Pérez, D.M.: Manual sobre el ganado productor de leche. Ed. Diana. México D.F. 1991.
- 10) Rice V.A.: Cría y mejora del ganado. 2ª ed. Ed. Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana México D.F. 1987.
- 11) Ruiz; L.; Oltenacu, P. y Blake, R.: Efecto del nivel de producción de leche sobre la duración de vida productiva en ganado Holstein de registro en México. Técnica Pecuaria México, 32:105-112. (1994) N° 3.
- 12) SAS Institute Inc.: SAS user's guide: Statistic. Gary, N.C. U.S.A. 1982

- 13) Staton, T.L.; Jones, L.R.; Everett, R.W. and Kachman, S.D.: Estimating milk, fat and protein lactation curves with a test day model. J.Dairy Sci. 75:1691-1700 (1992) N° 6.
- 14) Ulloa, R.: Utilización de registros parciales de producción de leche para estimar lactancias a 305 días en vacas Holstein de primer parto en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México 1988.
- 15 ) Van Tassell, C.P.; Jones, L. R. and Eicker, S. W.: Production evaluation techniques based on lactation curves. J. Dairy Sci. 78:457-465.(1995)
- 16) Warwick E. J. and Legates, J.E.: Cría y mejora del ganado. 3ª ed. Ed. Mac Graw Hill, México D.F. 1984.
- 17) Wiggans, G. R. and Van Vleck, L..D.: Extending partial lactation milk and fat records whit a fuction of last-sample production. J. Dairy Sci. 62:316-325 (1979) N° 2
- 18) Wiggans, G.R.; Van Vleck, L.D. and Dickinson, F.N.: Projection factors for goat lactation records. J. Dairy Sci. 62:797-801 (1979)
- 19) Wood, P.D.: Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. Anim. Prod. 11:307 (1969).
- 20) Yáñez, E.F.: Efecto de parto y nivel de producción en el hato sobre la curva de lactancia en vacas Holstein en explotación intensiva. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. 1987.

## CUADROS



## CUADRO 1

### ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION TOTAL DE LECHE EN EL C.A.I.T.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADO MEDIO
Numero de Parto	2	85.412,425 <sup>***</sup>
Epoca de Parto	1	767,459 <sup>ns</sup>
Nivel Productivo de la Vaca	2	695,024,706
Nivel Productivo del Hato	2	300,632 <sup>ns</sup>
Error	804	445,577

\*\*\* = altamente significativo ( $p < .001$ )

ns = no significativo. ( $p > .05$ ).

## CUADRO 2

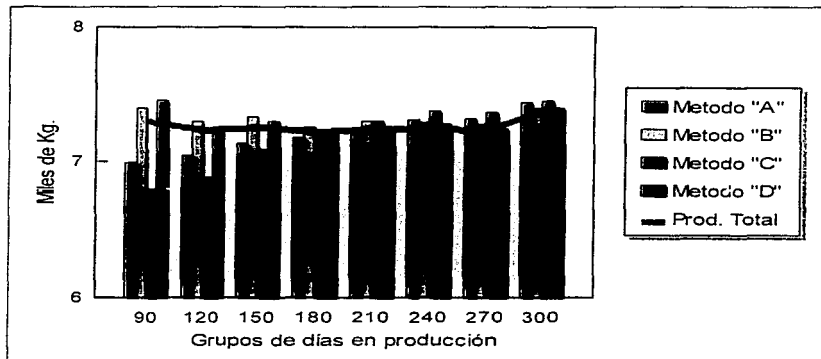
### DIFERENCIA ENTRE LA PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS Y LA PRODUCCION TOTAL POR GRUPO DE DIAS.

GRUPO DE DIAS	N	MÉTODO "A"	MÉTODO "B"	MÉTODO "C"	MÉTODO "D"
61-90	174	-318	84.2	-511.9	144
91-120	757	-196.2	55.5	-355.6	16.8
121-150	766	-88.4	64.2	-170.8	29.4
151-180	771	-56.5	22.7	-38.3	-1.9
181-210	781	-22.1	51.8	48.1	2.3
211-240	777	56.9	32.5	119.4	25.2
241-270	765	70.5	22.5	116.3	0.4
271-300	674	39.1	-3.5	44.6	-6.8

"-" = subestimacion de la produccion total

CUADRO 3

COMPARACION DE LAS MEDIAS DE PRODUCCION TOTAL Y PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS POR LOS 4 METODOS



#### CUADRO 4

### VARIANZAS DE LAS DIFERENCIAS ENTRE LA PRODUCCION TOTAL Y LA PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS, POR GRUPO DE DIAS

GRUPO DE DIAS	n	MÉTODO "A"	MÉTODO "B"	MÉTODO "C"	MÉTODO "D"
61-90	174	1194649	1190281	1179396	1210000
91-120	757	855625	627264	657721	652864
121-150	766	628894	474721	505521	483025
151-180	771	474721	258064	376996	358801
181-210	781	373321	254016	277729	272484
211-240	777	279841	175561	195364	198025
241-270	765	181476	112225	123904	125316
271-300	674	82944	61504	71289	67081

#### CUADRO 5

### CORRELACIONES ENTRE LA PRODUCCION TOTAL Y LA PRODUCCION ESTIMADA A 305 DIAS CON LOS 4 METODOS, SEGUN EL GRUPO DE DIAS

grupo dias	n	Metodo "A"	Metodo "B"	Metodo "C"	Metodo "D"
61-90	174	0.70	0.73	0.69	0.68
91-120	757	0.80	0.86	0.84	0.85
121-150	766	0.85	0.89	0.88	0.89
151-180	771	0.89	0.92	0.91	0.92
181-210	781	0.91	0.94	0.93	0.94
211-240	777	0.93	0.96	0.95	0.95
241-270	765	0.96	0.97	0.97	0.97
271-300	674	0.98	0.98	0.98	0.98

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**ANEXO.**

**CUADRO 6**  
**FACTORES DE PROYECCION DE LACTANCIAS PARCIALES A 305 DIAS CALCULADOS PARA EL**  
**MÉTODO PROPUESTO POR WIGGANS Y COL. ( MÉTODO "B")**

pe nh*	61-90	91-120	121-150	151-180	181-210	211-240	241-270	271-300
1 1 1	0.891	0.867	0.853	0.800	0.840	0.752	0.572	0.827
1 1 2	0.962	1.015	0.977	1.063	1.142	1.109	1.292	1.763
1 1 3	0.995	0.950	0.860	0.871	0.881	0.828	0.810	0.449
1 2 1	0.739	0.928	0.915	0.787	0.893	0.904	0.820	0.967
1 2 2	0.928	0.934	0.962	0.930	0.903	0.850	0.851	0.834
1 2 3	0.877	0.834	0.789	0.779	0.808	0.731	0.803	0.728
2 1 1	0.845	0.790	0.779	0.808	0.890	0.873	0.862	1.001
2 1 2	0.811	0.754	0.785	0.854	0.850	0.893	0.818	0.883
2 1 3	'	0.785	0.768	0.701	0.611	0.613	0.597	0.201
2 2 1	0.691	0.711	0.650	0.658	0.649	0.597	0.486	0.478
2 2 2	0.680	0.703	0.693	0.689	0.719	0.733	0.755	0.766
2 2 3	0.740	0.718	0.715	0.664	0.703	0.702	0.526	0.357
3 1 1	0.778	0.803	0.769	0.814	0.832	0.858	0.924	1.058
3 1 2	0.797	0.759	0.779	0.803	0.801	0.855	0.890	1.113
3 1 3	0.940	0.746	0.721	0.741	0.712	0.676	0.556	0.260
3 2 1	0.777	0.763	0.780	0.760	0.789	0.783	0.708	0.593
3 2 2	0.800	0.726	0.733	0.734	0.737	0.729	0.785	0.724
3 2 3	0.762	0.692	0.705	0.709	0.700	0.649	0.556	0.411

p = numero de parto, nh = nivel productivo del hato, e = epoca de parto

' = no existieron registros en ésta clasificación.

**CUADRO 7**  
**FACTORES DE PROYECCION DE LACTANCIAS PARCIALES A 305 DIAS CALCULADOS PARA EL**  
**METODO PROPUESTO POR ESTE ESTUDIO (MÉTODO "D")**

p nv*	61-90	91-120	121-150	151-180	181-210	211-240	241-270	271-300
1 1	0.959	1.066	0.980	0.845	0.946	0.864	0.930	0.579
1 2	0.907	0.910	0.915	0.880	0.881	0.857	0.817	0.971
1 3	0.872	0.946	0.886	0.873	0.877	0.824	0.812	1.171
2 1	0.838	0.695	0.696	0.701	0.716	0.735	0.701	0.475
2 2	0.726	0.721	0.695	0.704	0.711	0.718	0.699	0.746
2 3	0.688	0.786	0.757	0.709	0.768	0.696	0.710	0.747
3 1	0.955	0.741	0.751	0.756	0.763	0.795	0.818	0.478
3 2	0.815	0.754	0.732	0.753	0.754	0.744	0.729	0.692
3 3	0.731	0.800	0.804	0.780	0.741	0.971	0.676	0.967

\* = p= numero de parto , nv = nivel productivo de la vaca.