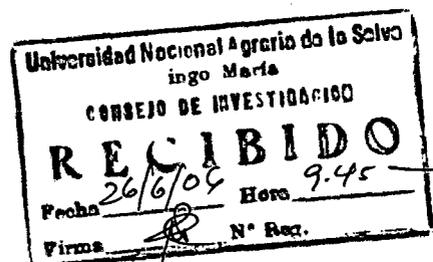


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



**“MODELACIÓN PARA DETERMINAR FACTORES DE  
CORRECCIÓN PARA AJUSTAR LOS DÍAS DE LACTACIÓN EN  
GANADO CON ALTO GRADO DE SANGRE BROWN SWISS”**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**RIOS ARELLANO, KARIN KATIA**

**PROMOCION 2004 – I**

**Tingo María - Perú**

**2006**

L01

R63

Ríos Arellano, K. K.

Modelación para determinar factores de corrección para ajustar los días de lactación en ganado con alto grado de sangre Brown Swiss.—

Tingo María 2006

51 h.; 6 cuadros, 2 fig. ; 31 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootenista). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

GANADO DE LECHE / MANEJO DEL GANADO / LECHE DE VACA / CONTROL LECHERO / SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN / LACTACIÓN / DURACIÓN DE LA LACTANCIA / LEONCIO PRADO (Prov.) HUÁNUCO (Dpto.)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE ZOOTECCNIA  
Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (082) 561280  
TINGO MARÍA

"Año de la Consolidación Democrática"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de febrero del 2006, a horas 3.00 p.m., para calificar la tesis titulada:

**"MODELACIÓN PARA DETERMINAR FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AJUSTAR LOS DÍAS DE LACTACIÓN EN GANADO CON ALTO GRADO DE SANGRE BROWN SWISS"**

Presentado por la Bachiller **Karin Katia, RIOS ARELLANO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Art. 87 inc. M, del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 15 de febrero del 2006

M.Sc. MIGUEL PEREZ OLANO  
Presidente



Ing. MARCO ROJAS PAREDES  
Miembro

Ing. TULIO JURADO BAQUERIZO  
Miembro

DR. MILTON MUÑOZ BERROCAL  
Asesor

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida,  
iluminar mi sendero y  
conducirme en sabiduría.

A mis padres Julio y Amanda  
quienes con mucho amor  
me educaron y supieron hacer  
de mi una profesional.

A mis hermanos: Carito, Tania,  
Susy, Paqui, Sonia, Pedro y Carlos  
por su confianza y apoyo en  
los momentos difíciles.

## **MI AGRADECIMIENTO**

A mi Alma Mater, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, Institución que me brindó las facilidades para hacer realidad mis sueños.

A todos los docentes de la Facultad de Zootecnia, por impartir sus conocimientos durante mi formación profesional.

Al Dr. Milthon, Muñoz Berrocal, como patrocinador, por compartir sus conocimientos y por su apoyo en la realización del presente trabajo.

Al Ing. Raul Aspilcueta Borquis, por brindarme su comprensión, apoyo en la realización del presente trabajo y por compartir su gran amistad.

A Jhony Arvildo Rojas, por su amor, confianza y comprensión.

A mis sobrinos: Angie, Zandy, Karla, Cynthia, Angela, Raelita, Abby, Juan, Jeison, Arnold, Josué, Julito y César por compartir momentos gratos y demostrarme su apoyo moral.

A mis cuñados Rusber Serruche, Rusbel Alegria, por su apoyo moral en todo momento.

A mis amigos: Ornelita, Alicia, Lesly, Patty, Jackie, Rosie, Cecilia, Catalina, Giselle, Fausto, Fidel, Julio, George, William, Ericson, Javier, Frank, Lucas, Mauro, José, Jean y Freddy; por demostrarme su amistad, por compartir conmigo sus conocimientos y momentos gratos durante la vida universitaria.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Generalidades.....	3
2.2 Pico de producción y producción total de leche.....	4
2.3 Duración de campaña productiva.....	7
2.4 Producción de leche .....	8
2.5 Factores de corrección.....	8
2.6 Polinomios segmentados.....	17
2.6.1. Teoría y uso de polinomios segmentados.....	18
2.6.2. Uso de polinomios segmentados para el ajuste de curvas de lactancia.....	20
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1 Lugar y fecha de ejecución de trabajo experimental.....	21
3.2 Metodología.....	21
3.2.1 Polinomios segmentados usados para el ajuste de las lactaciones.....	23
3.2.2 Factores de corrección.....	24

IV. RESULTADOS .....	26
4.1 Curva media observada para el rebaño en estudio.....	26
4.2 Determinación del polinomio segmentado a usar.....	27
4.3 Determinación de los factores de corrección .....	28
V. DISCUSION .....	31
5.1 Producción media del rebaño en estudio.....	31
5.2 Polinomio segmentado usado .....	33
5.3 Factores de corrección.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
VIII. ABSTRACT.....	39
IX. BIBLIOGRAFIA.....	41
X ANEXO.....	46

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Factores de corrección multiplicativos calculados para producción de leche (PL) en función de la duración de la lactación (DL).....	10
2. Factores de corrección para la producción de leche en semanas.....	13
3 Producción y duración de lactación de acuerdo con el orden de partos.....	27
4 Factores de corrección, calculados para producción de leche en función de la duración de la lactación .....	30
5 Datos obtenidos del S.A.S. para ser procesados en el Excel.....	47
6 Formula en Excel para obtener la producción de leche predicha (PLpred), en base a los días de lactación (DL) y la producción de leche (PL) para poder determinar los factores de corrección.....	51

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Producción promedio por lactación en vacas con alto grado de sangre Brown Swiss.....	26
2. Medias observadas y curvas ajustadas por polinomios segmentados cuadrático- cuadrático- cuadrático – cuadrático (CCCC) para producción de leche (PL), en Kg. para ganado Brown Swiss, por duración de la lactación (DL), en días. .....	29

## RESUMEN

### **“MODELACIÓN PARA DETERMINAR FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AJUSTAR LOS DÍAS DE LACTACIÓN EN GANADO CON ALTO GRADO DE SANGRE BROWN SWISS”**

La ejecución del presente trabajo fue realizado en la granja zootécnica de la UNAS, en la ciudad de Tingo Maria, región Huanuco – Perú. El objetivo del trabajo fue generar una metodología adecuada para determinar factores de corrección (FC) en vacunos de leche con alto grado de sangre Brown Swiss y estimar la influencia de la duración de la lactación (DL) sobre la producción de leche (PL) a 305 días. Los animales fueron criados a través de un sistema semi extensivo donde su alimentación es en base a pasto Camerún (*Echinochloa polistachea*) y durante el ordeño se les brinda alimento balanceado. En este estudio fueron analizadas 780 lactaciones, concernientes a 22318 controles de leche, la ordenación y procesamiento de la base de datos se realizó en el S.A.S. La función matemática que mejor ajusta a la curva de la PL fue modelada por el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático-cuadrático- cuadrático (PSCCCC). Y los factores de corrección para la DL fueron calculados considerándose como base 150, 200,250, 270 y 305 días de lactación. Los FC varían de 0.5777 a 2,5295 y los resultados mostraron que la utilización de FC para la PL para remover el efecto de la DL contribuye para la obtención de mayor precisión en la selección de vacunos, una vez que posibilita una comparación mas justa entre los animales.

## I. INTRODUCCION

En la actualidad no existen trabajos de investigación que presenten una adecuada metodología para determinar factores de corrección para ajustar los días de lactación para ganado de leche en condiciones de selva alta.

La duración de la lactación es un efecto deseable de gran importancia para la producción de leche y normalmente, no es incluida en el grupo contemporáneo, mas puede ser pre-ajustada por factores de corrección, conduciendo todos los datos a una base común que permita una comparación entre los animales libre de tendencias.

La duración del periodo de lactación es afectada por la gestación y los animales que mantienen la producción por más tiempo tienden a presentar mejores desempeños. La duración de la lactación considerada el padrón de 305 días, las vacas pueden no complementar los desempeños, en la ocurrencia de sus méritos genéticos, los problemas medioambientales si pueden ser considerados para fines productivos, que sus producciones sean proyectadas para 305 días. Se aconseja para evitar el ajuste de desempeños preferible es

padronizarlos para la duración de la lactación a través del manejo, a pesar de esto, existen factores de corrección (GIANNONI, 1987)

Por tanto se plantea la siguiente hipótesis: Demostrar que a nivel del productor, el conocimiento de factores de corrección en la duración de lactación sobre la producción de leche en sus rebaños podría ayudar en el adecuado uso de técnicas de alimentación y manejo, y en el descarte y selección de animales de acuerdo con un padrón deseable, pre establecido.

Por tal motivo el objetivo del trabajo es generar una metodología adecuada para determinar factores de corrección en vacunos de leche con alto grado de sangre Brown Swiss y poder evaluar la duración de la lactación para estimar la producción total de leche a 150, 200, 250, 270 y 305 días.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Generalidades.

El comportamiento de un organismo depende de la interacción del genotipo con el medio ambiente. Entre los factores que componen el medio ambiente se pueden diferenciar la nutrición, el manejo, la sanidad y el clima (VÉLEZ, 1997).

TÉLLEZ (1990), indica que el mejoramiento es lento, ya que su incremento en las cualidades lecheras generalmente se obtiene a expensas de las características de producción cárnica. Bajo las condiciones económicas que prevalecen en la industria lechera, actualmente las vacas de doble propósito no producen tanta ganancia como los animales de un sólo propósito de alta producción, sin embargo, últimamente se ha iniciado un proceso de fortalecimiento e incremento de las razas de doble propósito.

La calidad de las pasturas es de suma importancia para una exitosa producción y es necesario tener pastos que se adecuen al medio ambiente tropical, en este caso, tal como lo reporta CANNELL (1970). FLORES (1992) señala que el ganado vacuno, por lo general es mantenido en pasto

debido a que las condiciones naturales son las que dictan las normas agrícolas y porque además hay que tratar con el complejo suelo-planta-nutrición animal, interrelaciones recíprocas.

La producción de leche como lo menciona TORRENT (1980), es individualmente el carácter más importante en un programa de mejora de ganado lechero. Reúne los tres criterios básicos, es decir, porque se considera económicamente importante, se puede medir con seguridad (control lechero), y los sementales se pueden clasificar bien según los registros de varias hijas de distintos padres y porque es suficientemente heredable (25%) para permitir un progreso considerable.

La capacidad de producción de leche depende de numerosos procesos fisiológicos que se desarrollan en el animal, así lo indica SCHMÍDT (1974). Por otro lado menciona que una multitud de factores ambientales influyen en la manifestación de las características productivas de naturaleza cuantitativa como producción de leche.

## **2.2 Pico de producción y producción total de leche**

Uno de los principales objetivos de los estudios de la curva de lactación es explicar las observaciones a través de algunas características de la curva como pico de producción y tiempo del pico (MUÑOZ, 2002). Según este autor, los parámetros aislados son generalmente correlacionados y

contienen, por lo tanto, la misma información. Hay necesidad, entonces de obtenerse las funciones de los parámetros, los cuales configuran la curva de lactación.

WOOD (1967), indica que el pico de producción es el punto máximo de la curva. Este determina la forma de la curva, y curvas que presentan picos mas suaves indican mayores producciones. Cuando el pico es más acentuado, la tasa de reducción de la producción es mayor y, consecuentemente, menos persistente es la lactación, propone las siguientes ecuaciones para estimarla:

- El momento en que se produce el pico de lactación

$$N = \frac{b}{c}$$

donde:  $N$  es el punto intermedio entre el tiempo en la cual se registra el rendimiento,  $b$  y  $c$  son parámetros de la función

- La producción máxima en el pico de la lactación

$$y_{max} = a \left( \frac{b}{c} \right)^b e^{-b}$$

donde:  $a, b$ , y  $c$  son parámetros de la función;  $e$ , es la función exponencial

GIRON (1987), afirmó que el pico de producción de leche puede ser obtenido con mas facilidad en sistemas que hacen control semanal, ya que en otros el intervalo entre el control es mas largo. El pico de producción,

generalmente ocurre muy temprano, en esta fase frecuentemente se dispone de pocos controles, el que dificulta a su estimación, principalmente en sistemas de control lechero mensual.

Diversos factores contribuyen para la obtención de estimativas viciadas de producción total, dentro de ellos el intervalo entre controles y el método usado para estimarlos. La manera más correcta de obtenerse la producción total en la lactación sería a través del control diario. Por ser de costo elevado, hay necesidad de hacerlo a intervalos mayores que, en la mayoría de las veces conlleva a vicios (BIANCHINI, 1984).

Una de las aplicaciones más inmediatas y prácticas del uso de funciones matemáticas en el ajuste de curvas de lactación es la predicción de la producción total de leche en la lactación, partiéndose de registros incompletos (MUÑOZ, 2002).

TORRES (1995), Afirma que en trópico húmedo alcanza el pico de producción  $4.2 \pm 2.35$  semanas iniciado la lactación en época de menor precipitación y  $4.3 \pm 2.45$  semanas en época de mayor precipitación en ganado Brown Swiss.

### **2.3 Duración de la campaña productiva**

En el Perú, registros públicos sobre la duración de lactación en los trópicos, es el reportado por MEINI (1973), quien evaluó un grupo de vaquillonas Holstein llevados a Pucallpa, estando al pastoreo y con escasa suplementación de concentrado, encontrando promedios de días de lactación de 270 y 300 días. ROSSEMBERG (1984), evaluando seis genotipos en Tarapoto, halló una duración de la lactación de 358.6 días para el genotipo de Brown Swiss; ORTIZ (1981), evaluando ganado Brown Swiss y sus cruces, criados al pastoreo, en hatos lecheros en zonas del Bajo Mayo y Huallaga Central, encontró una duración de los días lactación de 258 y 292 días para los 3/4 Brown Swiss 1/4 cebú y 7/8 Brown Swiss 1/8 Cebú respectivamente.

MUÑOZ (1989), quien evaluó dos sistemas de crianza en Brown Swiss, encontró en sistema de monta natural de  $311.56 \pm 56$  días y con producción promedio de  $2740.5 \pm 14.74$  kg/ vaca, en el sistema de inseminación artificial con suplementación de concentrado alcanzó de  $284.26 \pm 14.25$  días de lactación y producción promedio de  $288.0 \pm 57.16$  Kg. / vaca y en el sistema de inseminación al pastoreo obtuvo  $259.42 \pm 1.67$  días de lactación y producción promedio de  $2698.4 \pm 135.88$  Kg. / vaca.

## **2.4 Producción de leche**

La producción de leche por lactancia puede variar de un hato a otro, y aún del mismo hato a través de los años, de acuerdo a las variaciones genéticas, climáticas y de manejo (MUÑOZ, 1989).

En trabajos realizados en la región San Martín se concluye en que la producción promedio de leche de las cruces de Holstein y Gyr es de 8.5 – 9.0 L/ vaca, Brown Swiss y Gyr es de 7.0 – 8.0 L/ vaca, esto dependiendo de la alimentación (ROSSEMBERG, 2000).

## **2.5 Factores de corrección.**

En ganado de leche los factores de corrección son multiplicativos que son preferidos los factores aditivos por causa de la variación de los registro de producción de leche que están íntimamente relacionados con la media del rebaño, así mismo, el aumento en producción con la edad tiende a ser mayor en rebaños de alta producción. De esta forma la utilización de los factores multiplicativos de trabajos con grandes variaciones en las producciones de los rebaños, presenta menores vicios cuando son comparados con factores aditivos (MILLER, 1973).

En el trabajo realizado por PELICIONE et. al. (2001), concluyen que la utilización de los factores de corrección para las características del peso al nacimiento y ganancia media diaria para evitar los efectos de la edad de la

vaca al parto y la edad del becerro al destete contribuye en la mejoría de los modelos de análisis que se ha utilizado (polinomios segmentados). Además que la inclusión del efecto aleatorio del linaje citoplasmático en el modelo de producción de leche proporcionó mejor ajuste de los datos, explicando mejor la variación de la producción de leche y obteniendo mejores estimaciones de los parámetros genéticos.

En trabajos realizados por MUÑOZ et. al. (2002), emplearon datos provenientes del control lechero de búfalas Murrah y sus mestizos, referentes a 2296 lactaciones, donde se modelaron varias curvas ajustadas optándose por la curva cuadrático- cuadrático- cuadrático-cuadrático (CCCC), por presentar el mejor coeficiente de determinación ( $R^2 = 78\%$ ), y la menor suma de cuadrados del residuo (SCR= 1150444647,7) con puntos de unión a los 139, 186, y 234 días de lactación; los factores de corrección fueron calculados tomándose por base 203, 270 y 305 días de lactación. En el Cuadro 1, se verifica que los factores de corrección varían de 0,7239 a 3,5092 y los resultados mostraron que la utilización de factores de corrección para la producción de leche para remover el efecto de la duración de lactación contribuye para la obtención de mayor precisión en la selección de búfalas una vez que posibilita una comparación mas justa entre los animales.

Cuadro 1. Factores de corrección multiplicativos calculados para producción de leche (PL) en función de la duración de la lactación (DL).

FC ajustado 203 días		FC ajustado 270 días		FC ajustado 305 días	
DL	FC	DL	FC	DL	FC
100	2.5405	100	2.8740	100	3.5093
110	1.8050	110	2.0420	110	2.4933
120	1.6202	120	1.8329	120	2.2639
130	1.6046	130	1.8153	130	2.2381
140	1.5377	140	1.7379	140	2.2166
150	1.5361	150	1.6775	150	2.1957
160	1.4949	160	1.6577	160	2.1547
170	1.41.49	170	1.5912	170	2.0650
180	1.3254	180	1.4995	180	1.8309
200	1.0250	200	1.2942	200	1.5803
203	1.0000	203	1.1596	203	1.4159
210	0.9558	210	1.0813	210	1.3204
220	0.9346	220	1.0463	220	1.2777
230	0.9265	230	1.0460	230	1.2772
240	0.9248	240	1.0332	240	1.2770
250	0.9195	250	1.0338	250	1.2720
260	0.9108	260	1.0304	260	1.2582
270	0.8839	270	1.0000	270	1.2210
280	0.8462	280	0.9573	280	1.1690
290	0.8007	290	0.9058	290	1.1060
300	0.7501	300	0.8486	300	1.0362
305	0.7239	305	0.8189	305	1.0000

Fuente. MUÑOZ et. al. (2002).

GOWEN (1928), utilizó el análisis de regresión para describir las variaciones productivas en función a la edad de los animales al parto, observando que esas variaciones eran mínimas dentro de las clases de edad y estableciendo los primeros factores de corrección. La producción de leche entre rebaños puede variar no solo en función de diferencias genéticas y regionales (ambientales), sino también en consecuencia de variación en la composición de los rebaños.

SANDERS (1998), mostró que la eliminación precoz de las peores vacas provoca acentuados errores en los factores establecidos por la metodología sobre la consideración. La producción de leche es evaluada en la misma vaca en diferentes edades. El mayor problema de esos factores es referido a la repetibilidad de las lactaciones no son completas, esto puede conducir a errores en las estimaciones de los aumentos de producción de las vacas. Se espera que apenas el 40- 50 % de la probabilidad de las producciones anteriores se repita en las lactaciones subsecuentes.

Se observa que los factores multiplicativos para estimar la producción diaria de leche en el día de control lechero obtenidos en función del control de la mañana, tanto para vaca como para novillas, en las dos estaciones de parición, cuando los animales se encontraban en rebaños de alto nivel de manejo, disminuyen en periodo de la lactación, siendo que lo contrario cuando es observado con los factores para animales que se encuentran en rebaños de bajo nivel de manejo. En tanto, los factores de la tarde, tanto para vacas como de la lactación, excepto los factores multiplicativos para vacas mantenidas en rebaños de bajo nivel de manejo en la época de lluvias que no presentan comportamiento constante. El comportamiento diferenciado en cada una de las situaciones estudiadas es atribuido al comportamiento de la producción de leche diaria, en el periodo de lactación (GONÇALVES, 2000).

Se puede utilizar factores multiplicativos, factores de mañana o de la tarde, corrigiendo simultáneamente para el intervalo del parto al control lechero, nivel de manejo, estación de parición y clase de orden de parto, para estimar a producción de leche en día del control lechero (GONÇALVES, 2000). También señala que el ganado en las zonas tropicales tiene, en promedio, producciones más bajas de la leche y lactancias más cortas que el ganado en países templados. La diferencia es causada por factores genéticos y no genéticos.

En ganado tropical, sin embargo, la producción de leche cesa a menudo varios meses antes del parto siguiente y antes de que el efecto que presiona la gestación en la producción de leche sea sensible. La longitud de la lactancia, por lo tanto, no es influenciada tan grandemente por intervalo de parición (GONÇALVES, 2000). WILSON *et al.* (1987) divulgó un coeficiente de correlación de solamente 0,08 entre la longitud de la lactancia y el intervalo del parto en el ganado de Kenana.

La longitud de la lactancia en ganado tropical es una medida de persistencia y es un rasgo hereditario. Las estimaciones del heredabilidad son pocas, y éstas tienen errores de muestreo grandes porque se basan en sistemas algo pequeños de datos. Las estimaciones de la capacidad de repetición, sin embargo, sugieren que la longitud de la lactancia casi sea

hereditaria al mismo grado que la producción de la leche (MCHAU y SYRSTAD, 1991).

Varios estudios han demostrado una asociación cercana entre la longitud de la lactancia y la producción de la leche en ganado tropical. Algunas estimaciones del coeficiente de correlación entre los dos rasgos se consideran en el Cuadro 2. son todas altas, extendiéndose a partir de la 0,34 ascendente (MCHAU y SYRSTAD, 1991).

Cuadro 2. Factores de corrección para la producción de leche en semanas.

Semanas de la lactancia	Producción cuatrisesemanal (kilogramo)	Producción acumulativa (kilogramo)	Factores de corrección
1 -4	217,2	-	7,09
5-8	213,8	431,0	3,57
9-12	190,8	621,8	2,48
13-16	171,8	793,6	2,08
17-20	155,1	948,7	1,62
21 -24	141,4	1090,1	1,41
25-28	128,4	1218,5	1,26
29-32	110,2	1328,7	1,16
33-36	89,8	1418,5	1,09
37-40	71,6	1490,1	1,03
41-44	49,8	1539,9	1,00

Fuente: MCHAU y SYRSTAD (1991)

Este autor señala que la asociación cercana entre la producción de la leche y la longitud de la lactancia se ha tomado a veces como indicación que rinde expedientes se debe "corregir" para la longitud de la lactancia. Los

métodos para manejar el problema causado por variaciones en longitud de la lactancia incluyen el siguiente:

- Los expedientes asociados a lactancias cortas se excluyen de los datos. Esto se ha practicado extensamente en los estudios hechos en los factores que afectaban la producción de la leche en ganado tropical. Pues no se ha adoptado ninguna longitud mínima estándar de la lactancia todavía, los varios autores han fijado sus propios, al parecer arbitrario, límites.

Las restricciones en longitud de la lactancia pudieron influenciar las estimaciones, no solamente para la longitud de la lactancia, pero también para la producción de la leche, y conducen lo más probablemente posible a un diagonal hacia abajo. Una razón frecuente de lactancias cortas en ganado tropical es que las vacas fallan dejado abajo de la leche correctamente. ALBA y KENNEDY (1986), estimaban la hederabilidad de la longitud de la lactancia en 0,41 cuando todos los expedientes eran incluidos, solamente éste cayeron a 0,08 cuando solamente los expedientes con leche normal dejaron abajo eran considerados.

- Los expedientes se restringen a los primeros 305 días (o a otro intervalo definido) después de parir. Practicado en muchos países templados, el propósito de esto es reducir la variación causada por la longitud del intervalo de parto, pero la variación asociada a la longitud de la lactancia se reduce

también. El período estándar de 305 días se ha elegido porque ésta es aproximadamente la longitud normal de la lactancia de las vacas que paren en los intervalos de 12 meses. En ganado tropical, la restricción de los expedientes de la lactancia a 305 días tendría menos efecto, como pocas vacas ordeñan por más de 305 días. Un intervalo más corto sería más eficaz, pero penalizaría vacas con alta persistencia.

- La producción media de la leche por el día de la lactancia es computada y después (si es deseable) convertida a 305 días, por ejemplo, por la multiplicación. Este método no hace caso del hecho de que el nivel de la producción es normalmente el más alto durante la primera parte de una lactancia y después disminuye gradualmente en un cierto plazo de vacas con una producción inicial dada, éstos que tienen las lactancias más cortas serán favorecidos con este método.

- Un procedimiento de la corrección puede ser desarrollado estimando la regresión de la producción de la leche en longitud de la lactancia en una muestra de datos y usando esto para construir la ecuación de la predicción:

$$Y_c = Y - b(L - \bar{L})$$

Donde  $Y_c$  es la producción corregida en la lactancia considerada,  $Y$  es la producción registrada en la lactancia considerada,  $L$  es la longitud de esta lactancia,  $\bar{L}$  es la

longitud media de lactancias en la manada o la casta de la población (es decir) y b es el coeficiente de la regresión de la producción de la leche en longitud de la lactancia. Alternativamente, los expedientes en la muestra se pueden agrupar por longitud de la lactancia, y los factores de la corrección derivados como el cociente entre la producción media en lactancias de la producción estándar de la longitud - por ejemplo, 301 a 310 días - y media en cada uno de los otros grupos:

$$C = Y_r / Y_i$$

Donde está el factor C de la corrección (cociente),  $Y_r$  es el promedio rendimiento del grupo y de la  $Y_i$  de la referencia la producción media del grupo de lactancias de la longitud i.

Ambos métodos pasan por alto el hecho de que la longitud de la lactancia es confundida por la capacidad que produce inherente de la vaca, es decir las vacas con lactancias cortas son generalmente productores pobres. Esto inflará la regresión de la producción de la leche en longitud de la lactancia y puede conducir a los resultados seriamente en polarización negativa. La diferencia en producir capacidad entre las vacas con lactancias largas y éstas con lactancias cortas será enmascarada, pues la producción corregida es independiente de longitud de la lactancia. MADALENA, (1990) encontró que el ajuste según longitud de la lactancia (por la regresión) quitó más genético que la variación no genética.

- Los factores (cocientes) para ampliar las lactancias incompletas (es decir todavía lactancias en marcha o lactancias terminadas porque las vacas murieron o fueron vendidas mientras que todavía ordeñaban) son derivados computando los cocientes entre los expedientes terminados (restringidos generalmente a 305 días) y los expedientes parciales de la misma lactancia. Los mismos factores se pueden utilizar para ajustar los expedientes completos de la lactancia (más pronto de 305 días) para que haya longitud de la lactancia. La asunción subyacente es que la mayoría de las lactancias cortas en ganado lechero son causadas por factores de la gerencia más bien que por la persistencia pobre de las vacas. Esta asunción no sería justificada en ganado tropical, pues tienen a menudo lactancias cortas sin importar la gerencia. Sin embargo, las vacas con lactancias cortas serán favorecidas menos con este método que por los terceros y cuartos métodos descritos arriba.

- La manera óptima de manejar la variación en longitud de la lactancia cuando la producción de la leche de la evaluación con el fin de la selección es incluir longitud de la lactancia así como la producción en un índice de la selección.

## **2.6 Polinomios segmentados.**

Los polinomios segmentados fueron definidos, como “segmentos de polinomios de grado  $p$ , conectados en puntos llamados “nudos”, que tornan

las primeras derivadas continuas de grado  $p - 1$ . Los segmentos que lo componen son definidos por proceso visual, con un diagrama de puntos, de forma a detectarse los puntos de mudanza de comportamiento de la curva ("nudo"). Los polinomios segmentados promueven el rompimiento de la multicolinealidad, por la inclusión de ceros entre las variables explicatorias, lo que favorece la disminución de la varianza de los parámetros. Por lo que a pesar de solucionar problemas de esta orden, la estimación de los puntos de unión ("nudos") es un problema al trabajar con polinomios segmentados, principalmente cuando estos son de grado elevado (SCHENKEL, 1989).

### **2.6.1 Teoría y uso de polinomios segmentados.**

RICE (1969), indica para que los animales puedan ser comparados, visualizando la selección de reproductores es necesario que los efectos de factores ambientales, sobre las características de interés sean eliminados. Para esto puede ser utilizado ajuste y correcciones para las influencias ambientales conocidas tales como: edad de la vaca al parto, edad del becerro al destete, sexo, año, estación de nacimiento, grupo contemporáneo y otros. Algunos de los efectos ambientales que tienen gran impacto sobre las características de importancia económica pueden ser minimizados por estrategias simples de manejo, como la formación de lotes o grupos de animales manejados siempre en conjunto y sometidos a las mismas influencias ambientales.

SCHENKEL (1989), dentro del grupo, una vez que la mayoría de los efectos de medio ambiente son comunes en todos los animales, las diferencias entre ellos son en gran parte, de origen genético. El concepto de grupo contemporáneo tiene la gran importancia en la mejora animal, identificando los lotes o grupos de animales que realmente pueden ser comparados entre sí, ya que es imposible proporcionar una estandarización de medioambiente para todos los animales. Normalmente, los efectos incluidos en el grupo contemporáneo son el sexo, año y estación del nacimiento, manejo, la granja, las fechas del destete, entre otros.

Los polinomios ordinarios son aquellos que aproximado una función elemento a través de una sola función de la relación entre el explanatorias de las variables (independiente) y la respuesta (la variable dependiente). SCHENKEL (1989), esos polinomios presentan algunos problemas serios para el análisis estadístico, como la multicolinealidad, y la desuniformidad en la determinación de la función a lo largo del dominio de  $X$  (la variable independiente) y la dependencia de la conducta de la función en el área de concentración más grande de puntos

La dificultad principal del uso de polinomios segmentados está en la determinación de los nudos o unión apunta entre los segmentos. El conocimiento anterior en el área técnica específica, el uso de diagramas y promedios para la estimación ruda de los nudos o el uso de un modelo ningún-

lineal para la estimación simultánea de los nudos y de los coeficientes de la regresión, ellos pueden usarse en esta tarea (SCHENKEL, 1989).

### **2.6.2. Uso de polinomios segmentados para el ajuste de curvas de lactancia.**

MUÑOZ (2002), indica que las funciones de polinomio segmentado cuadrático – cuadrático y el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático – cuadrático, acompañan la curva de media que describe la producción de leche, donde se observa que el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático – cuadrático - cuadrático, nos proporciona un ajuste casi perfecto y acompaña todas las oscilaciones de la producción, de esta manera es que la función describe la mejor forma de la curva de lactación media del rebaño estudiado.

EL FARO (1996), menciona que la forma de la curva de lactación de un rebaño debe ser uno de los criterios considerados para escoger una función. Una manera práctica de hacer eso es a través de gráficos, estimar los componentes de la curva para cada función principal, producción inicial, tiempo de pico y producción de pico. MUÑOZ (2002), concluye que el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático - cuadrático – cuadrático, presentará buen ajuste para la curva de lactación en búfalas.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Lugar y fecha de ejecución del trabajo experimental.**

Los datos utilizados son provenientes de los registros del hato de ganado lechero de la granja zootécnica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que presenta un sistema semi extensivo donde se realiza el control lechero diario (dos ordeños), teniendo información desde el año 1966, hasta el 2000. Se encuentra ubicada en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huanuco. Tingo María geográficamente esta ubicada a  $09^{\circ} 17' 58''$  de latitud sur y  $76^{\circ} 07' 07''$  de longitud oeste, con una altitud de 660 m.s.n.m, humedad relativa promedio de 84.09 %, temperatura media anual de 24.85 °C (UNAS, 2002).

#### **3.2 Metodología:**

Para el trabajo de investigación se agruparon vacas que presentaron más del 75% de sangre Brown Swiss; se analizaron 780 lactaciones concernientes a 22318 controles de leche.

Las fichas de producción y reproducción fueron editadas en un archivo conteniendo el número de la vaca, fecha del parto, fecha de seca y producción de leche diaria. Los datos de control lechero fueron ingresados por controles semanales teniendo en cuenta los días de lactación, en el Software Interherd el cual es un programa computarizado, donde se anotan todos los eventos productivos, reproductivos y sanidad de los animales, este programa facilita organizar los datos del control lechero, ajusta los datos obtenidos a 305 días de lactación. Además nos permite identificar a los animales y conocer la producción de sus ancestros y de su progenie, esto nos sirve para seleccionar los reproductores.

Se realizó un descarte de lactaciones que presentaron: vacas con información confusa o deficiente, lactaciones menores a 100 días en control, primer control después de 28 días del parto, vacas que presentan en el periodo de lactación problemas productivos o reproductivos causados por enfermedades, lactaciones con intervalos entre controles mayores a 30 días, principalmente en los primeros meses de lactación, estos fueron procesados en el Software Interherd.

### 3.2.1. Polinomios segmentados usados para el ajuste de las lactaciones.

Fueron probados cuatro polinomios segmentados para ajustar las lactaciones para la curva media. El ajuste se realizó usando todas las producciones en cada semana, considerando los modelos descritos a seguir:

- Polinomio segmentado cuadrático-lineal (PSCL)

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 - a_2Z$$

- Polinomio segmentado con dos segmentos cuadráticos (PSCC)

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + (b_2 - a_2)Z$$

Donde:  $Z=0$  si  $x=c$ ;  $Z=(x-c)^2$  si  $x>c$

- Polinomio segmentado con tres segmentos cuadráticos (PSCCC)

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + c_1Z_1 + c_2Z_2$$

Donde:  $Z_1=(x-c_1)^2, \text{ si } x > c_1, \quad Z_2=(x-c_2)^2, \text{ si } x > c_2,$

- Polinomio segmentado con cuatro segmentos cuadráticos (PSCCCC)

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + b_2Z_1 + c_2Z_2 + d_2Z_3$$

Donde:  $Z_1=(x-c_1)^2, \text{ si } x > c_1, \quad Z_2=(x-c_2)^2, \text{ si } x > c_2, \quad Z_3=(x-c_3)^2, \text{ si } x > c_3,$

Para las funciones citadas:  $y$  es la producción de leche (kg);  $a_0, a_1, a_2, b_2, c_1, c_2, c_3, d_2$  son parámetros de las curvas a ser estimadas;  $c$  es el

punto de unión (“nudo”), entre los segmentos del polinomio en el punto donde la recta cambia el comportamiento,  $x$  es el estadio de la lactación.

La ordenación y procesamiento de la base de datos se realizó en el programa computacional Statistical Analysis System (SAS). Después de determinar el comportamiento y la forma de la curva de la producción de leche (PL) en función de la duración de la lactación (DL), se modelaron varias curvas ajustadas por polinomio segmentado cuadrático-cuadrático (CC), cuadrático-cuadrático-cuadrático (CCC) y cuadrático-cuadrático-cuadrático-cuadrático (CCCC). Se buscó presentar el mejor ajuste en función al mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y la menor suma de cuadrados del residuo (SCR) con 'nudos' o puntos de unión a los 151, 213 y 283 días de lactación.

### **3.2.2 Factores de corrección.**

Luego de procesar los datos en el SAS., fueron llevado a una planilla del programa computacional Microsoft Office Excel, donde fueron trabajados en base a los días de lactación (DL), la producción de leche (PL); se encontraron los valores de la producción de leche predicha (PLpred), para luego obtener los factores de corrección ajustados a los 150, 200,250, 270 y 305 días de lactación, se utilizó el polinomio segmentado que más se adecua a

los datos obtenidos a través de la siguiente ecuación:

$$FC = X_{base} / X_p;$$

donde: **FC** = Factor de corrección;

**X base** = Producción de leche estimada en las bases (150, 200, 250, 270 y 305 días);

**Xp** = Producción de leche predicha a partir de la función obtenida por el polinomio segmentado.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Curva media observada para el rebaño en estudio

La curva de lactación media en vacas con alto grado de sangre Brown Swiss se puede observar en la Figura 1, la producción media se inicia con 8.00kg, el pico es alcanzado en la séptima semana de lactación con producción de 9.49kg.

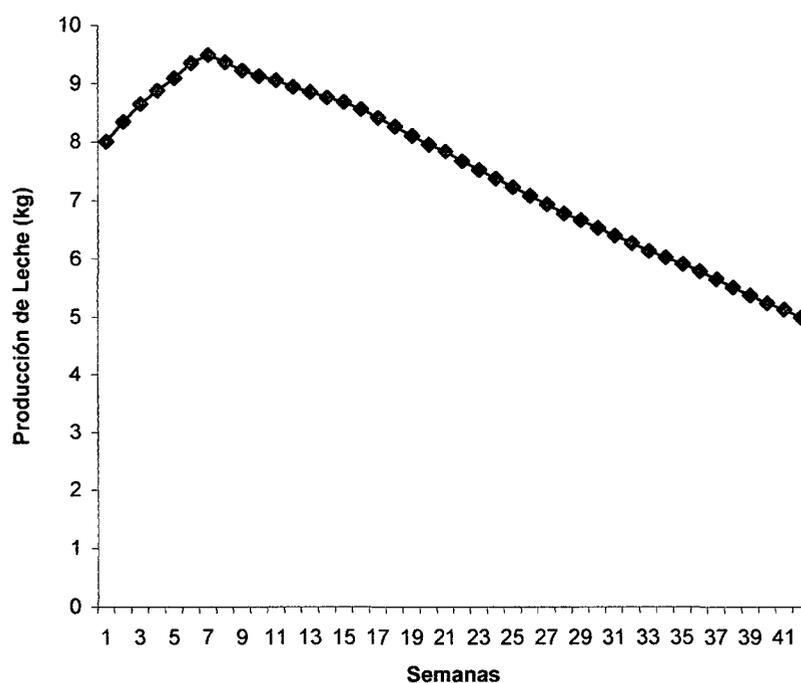


Figura 1. Producción promedio de lactación en vacas con alto grado de sangre Brown Swiss.

En el Cuadro 3, se muestra la producción de leche por orden de parto, además, se muestra la duración de lactación en semanas de acuerdo al número de partos de la vaca, con ello la producción promedio total de leche estimada es de 2122.53kg./vaca y de 272 días de lactación en promedio.

Cuadro 3. Producción y duración de lactación de acuerdo al orden de partos.

<b>Partos</b>	<b>Nº de observaciones</b>	<b>Semanas</b>	<b>Días</b>	<b>Producción</b>
1	201	38.57	270	1907.24
2	173	38.91	272	2082.42
3	168	39.45	276	2205.23
4	156	38.71	271	2201.14
5	51	38.43	269	2136.22
6	22	39.47	276	2183.07
7	9	38.5	270	2142.36
<b>Promedio</b>			<b>272</b>	<b>2122.53</b>

#### 4.2 Determinación del polinomio segmentado a usar

Después de determinar el comportamiento y la forma de la curva de la producción de leche en función a los días de lactación, se modularon las curvas ajustadas por polinomios segmentados cuadrático – cuadrático (CC), cuadrático - cuadrático – cuadrático (CCC) y cuadrático - cuadrático – cuadrático – cuadrático (CCCC). Optándose por la curva que describe el

polinomio CCCC, por presentar el mejor  $R^2$  y menor suma de cuadrados del residuo.

En el sistema que se emplea en la granja obtenemos a través de la observación de las producciones de leche (PL) en función de los días de lactación (DL), en la cual el polinomio segmentado CCCC, es la que mejor ajusta a estos puntos. Donde los “nudos” obtenidos para el efecto de la DL sobre la PL fueron 151, 213 y 283 días de lactación, las cuales, presentaron el mejor coeficiente de determinación ( $R^2= 88.93\%$ ) y la menor suma de cuadrados de residuo (SCR= 1156531102.52).

#### **4.3 Determinación de los factores de corrección**

La Figura 2, muestra la curva ajustada por el polinomio segmentado para la característica de PL en función del efecto de la DL, así mismo se percibe que la curva ajustada segmentada acompaña la tendencia de las medias observadas de PL en función de la DL. Los factores de corrección (FC) de la DL sobre la PL son presentados en el Cuadro 4. se verifica que los FC varían de 0.5777 a 2,5295.

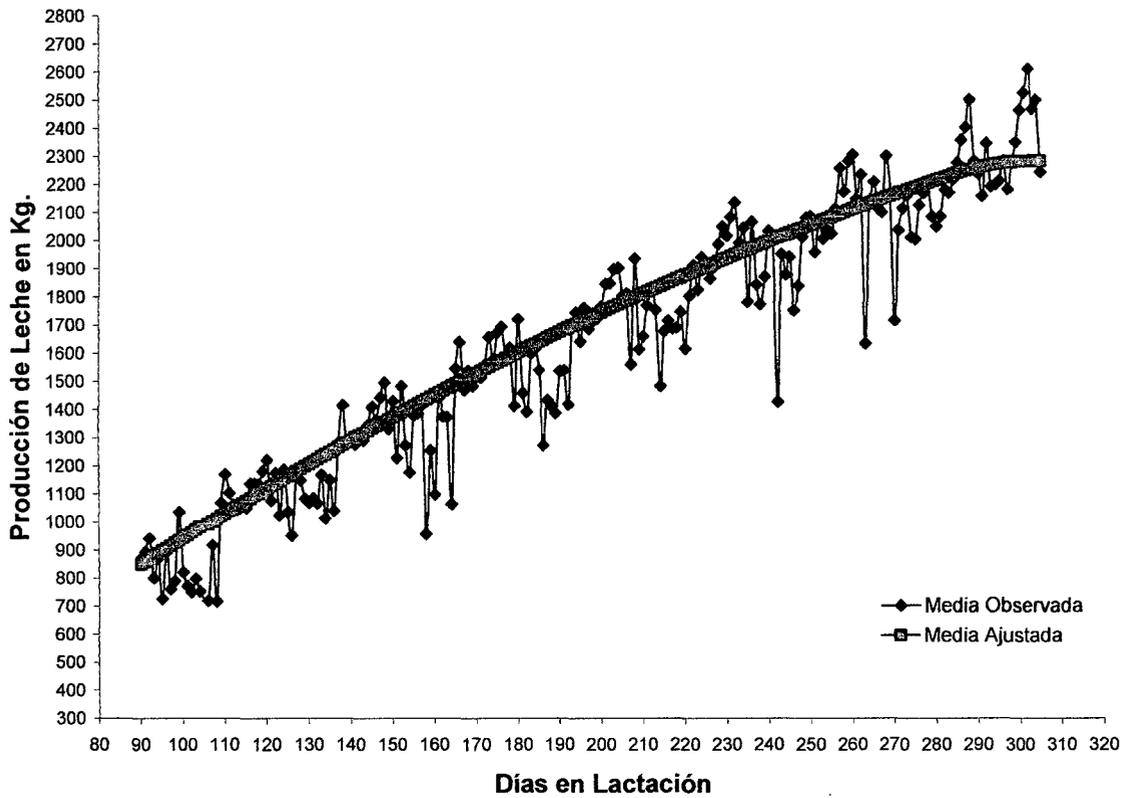


Figura 2. Medias observadas y curvas ajustadas por polinomios segmentados cuadrático- cuadrático- cuadrático – cuadrático (CCCC) para producción de leche (PL), en Kg. para ganado Brown Swiss, por duración de la lactación (DL), en días.

Cuadro 4. Factores de corrección (FC), calculados para producción de leche (PL) en función de la duración de la lactación (DL)

FC Ajustado para 150 Días		FC Ajustado para 200 Días		FC Ajustado para 250 Días		FC Ajustado para 270 Días		FC Ajustado para 305 Días	
DL	FC	DL	FC	DL	FC	DL	FC	DL	FC
100	1.4614	100	1.8535	100	2.1803	100	2.2943	100	<b>2.5295</b>
110	1.3310	110	1.6882	110	1.9858	110	2.0897	110	2.3039
120	1.2249	120	1.5536	120	1.8275	120	1.9231	120	2.1203
130	1.1370	130	1.4421	130	1.6963	130	1.7850	130	1.9680
140	1.0630	140	1.3483	140	1.5859	140	1.6689	140	1.8400
150	1.0000	150	1.2683	150	1.4919	150	1.5699	150	1.7309
160	0.9457	160	1.1995	160	1.4110	160	1.4847	160	1.6370
170	0.8986	170	1.1397	170	1.3406	170	1.4107	170	1.5553
180	0.8572	180	1.0872	180	1.2789	180	1.3458	180	1.4838
190	0.8208	190	1.0410	190	1.2245	190	1.2885	190	1.4207
200	0.7884	200	1.0000	200	1.1763	200	1.2378	200	1.3647
210	0.7596	210	0.9635	210	1.1333	210	1.1926	210	1.3148
220	0.7338	220	0.9307	220	1.0948	220	1.1520	220	1.2702
230	0.7105	230	0.9012	230	1.0600	230	1.1155	230	1.2298
240	0.6894	240	0.8744	240	1.0286	240	1.0824	240	1.1933
250	0.6703	250	0.8501	250	1.0000	250	1.0523	250	1.1602
260	0.6529	260	0.8280	260	0.9740	260	1.0249	260	1.1300
270	0.6370	270	0.8079	270	0.9503	270	1.0000	270	1.1025
280	0.6225	280	0.7895	280	0.9287	280	0.9772	280	1.0774
290	0.6077	290	0.7708	290	0.9067	290	0.9541	290	1.0519
300	0.5887	300	0.7467	300	0.8783	300	0.9242	300	1.0190
305	<b>0.5777</b>	305	0.7328	305	0.8619	305	0.9070	305	1.0000

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Producción media del rebaño en estudio

La curva de lactación media en vacas con alto grado de sangre Brown Swiss se puede observar en la Figura 1, la producción media se inicia con 8.008 kg., el pico es alcanzado en la séptima semana de lactación con producción de 9.49kg. estos resultados se ajustan a lo reportado por MCHAU y SYRSTAD (1991), quien encontró que el pico de producción de leche en ganado tropical alcanza dentro de la 5 - 8 semanas. Pero este resultado no concuerda como lo menciona TORRES (1995), que en trópico húmedo alcanza el pico de producción 4.2 ± 2.35 semanas iniciado la lactación en época de menor precipitación y 4.3 ± 2.45 semanas en época de mayor precipitación en ganado Brown Swiss.

La producción total de leche estimada para la curva media es de 2122.53kg en promedio de las siete lactaciones. En trabajos realizados por MCHAU y SYRSTAD (1991), se encontró una producción de 1539,9 Kg. de leche para ganado cebuínos en el trópico. Además la producción encontrada esta dentro del rango que encontró MUÑOZ (1989), quien evaluó dos sistemas de crianza en Brown Swiss, con parte de esta base de datos encontró la

producción promedio de  $2740.5 \pm 14.74$  Kg./vaca, en el sistema de inseminación artificial con suplementación de concentrado alcanzó una producción promedio de  $2880 \pm 57.16$  Kg./vaca y en el sistema de inseminación al pastoreo alcanza la producción promedio de  $2698.4 \pm 135.88$  Kg./vaca. Pero estos datos debemos tomarlo con cuidado, porque en la producción esta influenciado por varios factores como, la producción de leche por lactancia puede variar de un hato a otro, y aún del mismo hato a través de los años, de acuerdo a las variaciones genéticas, climáticas y de manejo, MUÑOZ (1989).

La duración de lactación fue de 272 días de lactación en promedio, se asemejan a lo encontrado por MEINI (1973), quien evaluó un grupo de vacas Holstein llevados a Pucallpa, estando al pastoreo y con escasa suplementación de concentrado, hallando promedios de días de lactación de 270 y 300 días. ROSSEMBERG (1984), evaluando seis genotipos en Tarapoto, halló una duración de la lactación de 358.6 días para el genotipo de Brown Swiss; ORTIZ (1981), evaluando ganado Brown Swiss y sus cruces, criados al pastoreo, en hatos lecheros en zonas del Bajo Mayo y Huallaga Central, encontró una duración de los días lactación de 258 y 292 días para los 3/4 Brown Swiss 1/4 cebú y 7/8 Brown Swiss 1/8 cebú respectivamente. MUÑOZ (1989), quien evaluó dos sistemas de crianza en Brown Swiss, encontró en sistema de monta natural de  $311.56 \pm 56$  días, en el sistema de inseminación artificial con suplementación de concentrado, alcanzó de  $284.26 \pm 14.25$  días y

en el sistema de inseminación al pastoreo obtuvo  $259.42 \pm 1.67$  días de lactación.

Con la producción promedio y la duración de lactación promedio, obtenemos la producción promedio de 7.7kg/día, esta dentro del rango que menciona ROSSEMBERG (2000) quien trabajó en la región San Martín donde concluye que la producción promedio de leche de las cruces de Holstein y Gyr es de 8.5 – 9.0 L/ vaca, Brown Swiss y Gyr es de 7.0 – 8.0 L/ vaca, esto dependiendo de la alimentación.

## **5.2 Polinomio segmentado usado.**

Se observa que el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático – cuadrático – cuadrático, acompaña todas las oscilaciones de la producción y de esta manera es que la función describe la mejor forma de la curva de lactación media del rebaño estudiado. Este resultado concuerda con lo reportado por MUÑOZ (2002), quien indica que las funciones de polinomio segmentado cuadrático – cuadrático y el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático – cuadrático, acompañan la curva de media que describe la producción de leche, donde se observa que el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático – cuadrático - cuadrático proporciona un ajuste casi perfecto.

El polinomio usado en el presente trabajo para ajustar la curva de lactación se relaciona con lo que menciona EL FARO (1996), que la forma de la

curva de lactación de un rebaño debe ser uno de los criterios considerados para escoger una función. Una manera práctica de hacer eso es a través de gráficos, estimar los componentes de la curva para cada función principal.

### **5.3. Factores de corrección.**

En la Figura 2, nos muestra la curva ajustada por el polinomio segmentado por cuatro segmentos cuadráticos para la característica de PL en función del efecto de la DL, se puede observar que la curva ajustada segmentada acompaña la tendencia de las medias observadas de PL en función de la DL. Los factores de corrección (FC) de la DL sobre la PL son presentados en el Cuadro 4. Se tiene los factores ajustados a 150, 200, 250, 270, y 305 días de lactación, donde se observa que los FC varían de 0.5777 a 2,5295; datos similares reporta MUÑOZ et. al. (2002), en trabajos realizados en búfalos, donde se verifica que los FC varían de 0,7239 a 3,5092 tomándose por base 203, 270 y 305 días de lactación, así mismo señala que los FC para la producción de leche sobre la DL contribuye para la obtención de mayor precisión en la selección de búfalas.

Los resultados de trabajar con factores de corrección es corroborado por PELICIONE et. al. (2001), donde concluye que la utilización de los factores de corrección para las características del peso al nacimiento y ganancia media diaria para evitar los efectos de la edad de la vaca al parto y la edad del becerro al destete contribuye en la mejoría de los modelos de análisis

que se ha utilizado (polinomios segmentados). Además que la inclusión del efecto aleatorio del linaje citoplasmático en el modelo de producción de leche proporcionó mejor ajuste de los datos, explicando mejor la variación de la producción de leche y obteniendo mejores estimaciones de los parámetros genéticos. Además GONÇALVES *et al.*, (2000) encuentra factores de corrección de la producción de leche en función al nivel de manejo, época de parto y si son vacas o vaquillas, en la cual encuentra factores corrección desde mas de 30 días de lactación hasta mas de 240 días de lactación.

También MCHAU y SYRSTAD (1991), hallaron factores de corrección en función de las semanas de lactación, muestran factores de corrección a las 4 semanas (28 días) de lactación, hasta las 44 (308 días) semanas de lactación, los valores que muestra el Cuadro 2, fueron trabajados en el trópico, y son muy semejantes a los encontrados en el presente trabajo, además de ello, ALBA y KENNEDY (1986) menciona que las restricciones en longitud de la lactancia (factores de corrección) pueden influenciar las estimaciones, no solamente para la longitud de la lactancia, sino también en la producción de la leche.

Los factores nos ayudan a predecir la producción de leche en vacas que no fueron encerradas en su producción, tal como lo menciona MCHAU y SYRSTAD (1991), que los factores corrección para ampliar las lactancias incompletas (es decir todavía lactancias en marcha o lactancias

terminadas porque las vacas murieron o fueron vendidas mientras que todavía estaban en ordeño) son derivados computando los cocientes entre los expedientes terminados (restringidos generalmente a 305 días) y los expedientes parciales de la misma lactancia. Los mismos factores se pueden utilizar para ajustar los expedientes completos de la lactancia (más pronto de 305 días) para que haya longitud de la lactancia.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó los factores de corrección, para estimar la producción de leche según los días en producción, ajustadas a 150, 200, 250, 270, y 305 días de lactación.

La función matemática que mejor ajusta a la curva de lactación observada fue por el polinomio segmentado con cuatro segmentos cuadráticos (PSCCCC).

El pico de producción de leche y producción en el pico para la curva media, para el polinomio segmentado cuadrático – cuadrático – cuadrático - cuadrático se alcanzo a las 7.2 semanas y 9.45 kg.(Leche)/día.

La producción total de leche estimada para la curva media es de 2122.53kg 272 días de lactación en promedio.

## **VII. RECOMENDACIONES**

El manejo de registros, para poder llevar un control adecuado de la producción de leche diaria en las diferentes ganaderías y obtener resultados precisos en el empleo de factores de corrección para la selección de ganado.

En la realización de posteriores trabajos similares, se recomienda el cálculo de factores de corrección por estación y por orden de parto.

Capacitar a los docentes y estudiantes en el manejo del Programa SAS. para la evaluación de los fundos de la zona.

## **VIII. ABSTRACT**

### **“MODELLING TO DETERMINE CORRECTION FACTORS TO ADJUST LACTATION LENGTH IN HIGH CROSSES OF BROWN SWISS CATTLE”**

The execution of the present research was carried out at zootecnia farm of UNAS in Tingo Maria city, Huanuco región – Peru. The aim of the work was to generate an adequate methodology to determine correction factors (FC) in milk cattle with high crosses of Brown Swiss breed and estimate the lactation length influence (DL) over milk production (PL) at 305 days. The animals were breeding under a semi extensive system, where they were feeding with Camerun (*Echinochloa polystachea*) pasture and during the milking balanced dry food was offered to them. In this study 780 lactations were analyzed, concerning to 22318 milk controls, arrangement and processing of data SAS. Software was used. The mathematical function that fits better to PL curve was modeled by the quadratic - quadratic - quadratic - quadratic Segmented polynomial (PSCCCC). And correction factors for DL were calculated considering as base 150, 200,250, 270 and 305 days of lactation. The FC change from 0.5777 to 2, 5295 and the result showed that use of FC in PL to

remove the DL effect contribute to obtain a higher precision in a selection program, making possible a better comparison between animals.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- BIANCHINI, S. E. 1984. Estudo da curva de lactação de búfalas da raça Gyr. Riberao Preto, FMRP/USP. 88p. (Tese de Doutorado).
- CANNELL, R.Q. 1970. Producción y comercialización de ganado vacuno. Zaragoza, España. Editorial Acribia 157p.
- EL FARO, L. 1996. Estudo da curva de lactação de um rebanho da raça caracu. Jaboticabal, UNESP FCAVJ, SP. 179p. (Disertacao de Mestrado).
- DE ALBA, J. & KENNEDY, B.W. 1986. Milk production in the Latin American criollo and its crosses with the Jersey. In Annual Report, Centre for Genetic Improvement of Livestock, Department of Animal and Poultry Science, Ontario Agricultural College, University of Guelph, Canada. Anim. Breed. Abstr., 56: 10.
- FLORES, L. 1992. Sistemas de producción en el Alto Huallaga XX Reunión Científica Anual APPA. 1997. UNAS. Tingo Maria. Peru. 154 – 157p.
- GIANNONI, M.A. & GIANNONI, M.L. 1987. Gado de leite: Genética e Melhoramento. Brasil. Editora Liuraria Wobel S.A. 111-116p.

- GIRON P.A. M. 1987. Mathematical functions applied to dairy cow lactation curves. University of Florida, Florida. 243p (Master of Science).
- GONÇALVES, T. M. ; MELO, C. M. R. ; MARTINEZ, M. L. e OLIVEIRA, A.I. G.;VERNEQUE, R.S. 2000. Fatores multiplicativos para estimar a produção de leite no dia do controle, leiteiro, a partir da produção de leite da manhã ou da tarde. Anais da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza, n.33, 48 – 50p.
- GOWEN, J.W. 1928. Studies in milk secretion VII. On the influence of age on milk yield and butterfat percentage as determines from 365 day records of Holstein- Friesian cattle. Maine, Agr. Exp. Sta. Bull, 293p.
- MADALENA, F. 1990. Crossbreeding effects in tropical dairy cattle. proceedings of fourth world congress on genetics applied to livestock production, Edinburgh, Scotland, July 1990, Vol. XIV: 310-319p.
- MCHAU, K.W. & SYRSTAD, O. 1991. Production characteristics of cattle. 2. shape of the lactation curve. World Anim. Rev., 66: 49-54p.
- MEINI, G. 1973. Adaptación al trópico de Pucallpa de um hato de hosltein holandês. informe presentado IV Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Huancayo – Peru.
- MILLER, P. 1973. A recent study of age adjustment. J. Dairy Sci. 56- 952.
- MUÑOZ, B. M. H. 1989. Evaluación reproductiva y productiva de ganado lechero Brown Swiss en dos sistema de crianza. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agrária de la Selva. Tingo Maria – Peru 33p.

- MUÑOZ, B. M. H. 2002. Funções matemáticas para ajuste da curva de lactação de búfalas da raça Murrah e seus mestiços. Jaboticabal, UNESP FCAVJ, SP. 107p. (Tese de Doutorado).
- MUÑOZ , B.M., THOLON, P., PELICIONE, L.C., & THONATI, H. (2002). Determinación de factores de corrección para el efecto de duración de la lactación sobre la producción de leche en búfalas Murrah y sus mestizos en Brasil, usando polinomios segmentados. VI World Buffalo Congress. Venezuela. 300-364 p.
- ORTIZ, T. R. 1981. Evaluación de aspectos productivos y reproductivos de hatos lecheros en las zonas del bajo mayo y huallaga central. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agrária - La Molina. Lima – Peru 53p.
- PELICIONE, S.L., PASCOA L.M., DE SOUZA D.A., QUEIROZ S.A. 2001. Efeito da idade da vaca ao parto e da data juliana de nascimento sobre características pré-desmama de bezerros da Raça Gir . Rev. Bras. Zootec. vol.31 no.1 Viçosa Jan./Feb.
- RICE, J.R. 1969. The approximation of functions. V. II. Addison – Wesley, Masechussetts. 41p.
- ROSSEMBERG M. 1984. Producción de ganado Holstein, Brown Swiss y cruces de Brown Swiss con Cebú en Tarapoto (1967-.1982). Tesis Magister Scientiac. Universidad Nacional Agraria la Molina . Lima – Perú. 19p.

- ROSSEMBERG M. 2000. Producción de Ganado Vacuno de Carne y de Doble Propósito. CONCYTEC. Universidad Nacional Agraria la Molina – Facultad de Zootecnia. Lima – Perú. 241 p.
- SANDERS, H.G. 1998. The variation in milk yield caused by season of the year, service and dry period, and their elimination. J. agr. Sci. 18 p.
- SCHENKEL, F. S. 1989. Utilização de Polinômios Segmentados na Pesquisa Zootécnica: considerações teóricas e práticas. U.F.R.G.S., Porto Alegre.
- SCHMIDT, G. H. 1974. Bases científicas de la producción lechera. Zaragoza (España). Editorial Acribia. 583 p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS) 1995. Institute Inc. SAS. Language Guide, v.6.03 Editions, Care, NC: SAS INSTITUTE INC., 530 p.
- TELLEZ, I.G. 1990. Sistemas de Producción pecuaria. Bogotá – Colombia. Editorial Mc Graw – Hill. 257 p.
- TORRES L, A. E. 1995 Determinación Cronológico de la Máxima Producción de Leche en Vacunos en el Trópico Húmedo. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria – Peru 29p.
- TORRENT, M. 1980. Bovinotecnia. Barcelona. Editorial Aedos. 485 p.
- VELEZ, M. 1997. Producción de Ganado lechero en el trópico. 2da. Edición. Honduras. Editorial Zamorano Academia Press. 189 p.

WILSON, R.T., WARD, P.M., SAEED, A.M., LIGHT, D. 1987. Milk production characteristics of the Kenana breed of *Bos indicus* in Sudan. *J. Dairy Sci.*, 70: 2673-2679.

WOOD, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in Cattle. *Nature*. London, v. 206. 164-165 p.

## **X. ANEXOS**

Cuadro 5. Datos obtenidos del SAS. Para ser procesados en el Excel.

Obs	w	w2	z1	z2	z3	x	x2	c1	c2	c3	PYQQQQ
1	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	90	8100	0	0	0	849.83
2	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	91	8281	0	0	0	859.47
3	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	92	8464	0	0	0	869.08
4	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	93	8649	0	0	0	878.67
5	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	94	8836	0	0	0	888.23
6	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	95	9025	0	0	0	897.77
7	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	96	9216	0	0	0	907.27
8	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	97	9409	0	0	0	916.75
9	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	98	9604	0	0	0	926.21
10	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	99	9801	0	0	0	935.64
11	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	100	10000	0	0	0	945.04
12	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	101	10201	0	0	0	954.41
13	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	102	10404	0	0	0	963.76
14	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	103	10609	0	0	0	973.08
15	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	104	10816	0	0	0	982.37
16	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	105	11025	0	0	0	991.64
17	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	106	11236	0	0	0	1000.88
18	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	107	11449	0	0	0	1010.09
19	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	108	11664	0	0	0	1019.28
20	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	109	11881	0	0	0	1028.44
21	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	110	12100	0	0	0	1037.58
22	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	111	12321	0	0	0	1046.68
23	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	112	12544	0	0	0	1055.76
24	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	113	12769	0	0	0	1064.82
25	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	114	12996	0	0	0	1073.85
26	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	115	13225	0	0	0	1082.85
27	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	116	13456	0	0	0	1091.82
28	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	117	13689	0	0	0	1100.77
29	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	118	13924	0	0	0	1109.69
30	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	119	14161	0	0	0	1118.58
31	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	120	14400	0	0	0	1127.45
32	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	121	14641	0	0	0	1136.29
33	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	122	14884	0	0	0	1145.10
34	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	123	15129	0	0	0	1153.89
35	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	124	15376	0	0	0	1162.65
36	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	125	15625	0	0	0	1171.39
37	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	126	15876	0	0	0	1180.09
38	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	127	16129	0	0	0	1188.77
39	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	128	16384	0	0	0	1197.43
40	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	129	16641	0	0	0	1206.05
41	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	130	16900	0	0	0	1214.65
42	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	131	17161	0	0	0	1223.23
43	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	132	17424	0	0	0	1231.78
44	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	133	17689	0	0	0	1240.30
45	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	134	17956	0	0	0	1248.79
46	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	135	18225	0	0	0	1257.26
47	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	136	18496	0	0	0	1265.70
48	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	137	18769	0	0	0	1274.11
49	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	138	19044	0	0	0	1282.50
50	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	139	19321	0	0	0	1290.86
51	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	140	19600	0	0	0	1299.19
52	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	141	19881	0	0	0	1307.50
53	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	142	20164	0	0	0	1315.78
54	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	143	20449	0	0	0	1324.03
55	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	144	20736	0	0	0	1332.26
56	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	145	21025	0	0	0	1340.46

Obs	w	w2	z1	z2	z3	x	x2	c1	c2	c3	PYQQQQ
57	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	146	21316	0	0	0	1348.63
58	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	147	21609	0	0	0	1356.78
59	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	148	21904	0	0	0	1364.90
60	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	149	22201	0	0	0	1372.99
61	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	150	22500	0	0	0	1381.06
62	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	151	22801	0	0	0	1389.10
63	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	152	23104	1	0	0	1397.11
64	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	153	23409	4	0	0	1405.10
65	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	154	23716	9	0	0	1413.07
66	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	155	24025	16	0	0	1421.00
67	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	156	24336	25	0	0	1428.91
68	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	157	24649	36	0	0	1436.80
69	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	158	24964	49	0	0	1444.66
70	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	159	25281	64	0	0	1452.49
71	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	160	25600	81	0	0	1460.30
72	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	161	25921	100	0	0	1468.09
73	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	162	26244	121	0	0	1475.85
74	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	163	26569	144	0	0	1483.58
75	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	164	26896	169	0	0	1491.28
76	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	165	27225	196	0	0	1498.97
77	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	166	27556	225	0	0	1506.62
78	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	167	27889	256	0	0	1514.25
79	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	168	28224	289	0	0	1521.85
80	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	169	28561	324	0	0	1529.43
81	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	170	28900	361	0	0	1536.99
82	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	171	29241	400	0	0	1544.51
83	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	172	29584	441	0	0	1552.02
84	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	173	29929	484	0	0	1559.49
85	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	174	30276	529	0	0	1566.94
86	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	175	30625	576	0	0	1574.37
87	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	176	30976	625	0	0	1581.77
88	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	177	31329	676	0	0	1589.14
89	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	178	31684	729	0	0	1596.49
90	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	179	32041	784	0	0	1603.81
91	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	180	32400	841	0	0	1611.11
92	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	181	32761	900	0	0	1618.38
93	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	182	33124	961	0	0	1625.62
94	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	183	33489	1024	0	0	1632.84
95	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	184	33856	1089	0	0	1640.04
96	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	185	34225	1156	0	0	1647.21
97	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	186	34596	1225	0	0	1654.35
98	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	187	34969	1296	0	0	1661.47
99	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	188	35344	1369	0	0	1668.56
100	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	189	35721	1444	0	0	1675.63
101	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	190	36100	1521	0	0	1682.67
102	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	191	36481	1600	0	0	1689.68
103	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	192	36864	1681	0	0	1696.67
104	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	193	37249	1764	0	0	1703.63
105	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	194	37636	1849	0	0	1710.57
106	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	195	38025	1936	0	0	1717.49
107	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	196	38416	2025	0	0	1724.37
108	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	197	38809	2116	0	0	1731.23
109	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	198	39204	2209	0	0	1738.07
110	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	199	39601	2304	0	0	1744.88
111	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	200	40000	2401	0	0	1751.66
112	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	201	40401	2500	0	0	1758.42
113	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	202	40804	2601	0	0	1765.16
114	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	203	41209	2704	0	0	1771.86

Obs	w	w2	z1	z2	z3	x	x2	c1	c2	c3	PYQQQQ
115	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	204	41616	2809	0	0	1778.55
116	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	205	42025	2916	0	0	1785.20
117	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	206	42436	3025	0	0	1791.83
118	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	207	42849	3136	0	0	1798.44
119	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	208	43264	3249	0	0	1805.02
120	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	209	43681	3364	0	0	1811.57
121	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	210	44100	3481	0	0	1818.10
122	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	211	44521	3600	0	0	1824.60
123	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	212	44944	3721	0	0	1831.08
124	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	213	45369	3844	0	0	1837.53
125	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	214	45796	3969	1	0	1843.96
126	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	215	46225	4096	4	0	1850.36
127	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	216	46656	4225	9	0	1856.75
128	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	217	47089	4356	16	0	1863.11
129	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	218	47524	4489	25	0	1869.45
130	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	219	47961	4624	36	0	1875.76
131	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	220	48400	4761	49	0	1882.05
132	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	221	48841	4900	64	0	1888.33
133	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	222	49284	5041	81	0	1894.57
134	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	223	49729	5184	100	0	1900.80
135	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	224	50176	5329	121	0	1907.00
136	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	225	50625	5476	144	0	1913.19
137	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	226	51076	5625	169	0	1919.34
138	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	227	51529	5776	196	0	1925.48
139	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	228	51984	5929	225	0	1931.60
140	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	229	52441	6084	256	0	1937.69
141	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	230	52900	6241	289	0	1943.76
142	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	231	53361	6400	324	0	1949.80
143	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	232	53824	6561	361	0	1955.83
144	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	233	54289	6724	400	0	1961.83
145	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	234	54756	6889	441	0	1967.81
146	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	235	55225	7056	484	0	1973.77
147	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	236	55696	7225	529	0	1979.70
148	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	237	56169	7396	576	0	1985.62
149	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	238	56644	7569	625	0	1991.51
150	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	239	57121	7744	676	0	1997.38
151	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	240	57600	7921	729	0	2003.22
152	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	241	58081	8100	784	0	2009.05
153	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	242	58564	8281	841	0	2014.85
154	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	243	59049	8464	900	0	2020.63
155	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	244	59536	8649	961	0	2026.38
156	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	245	60025	8836	1024	0	2032.12
157	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	246	60516	9025	1089	0	2037.83
158	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	247	61009	9216	1156	0	2043.52
159	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	248	61504	9409	1225	0	2049.18
160	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	249	62001	9604	1296	0	2054.83
161	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	250	62500	9801	1369	0	2060.45
162	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	251	63001	10000	1444	0	2066.05
163	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	252	63504	10201	1521	0	2071.63
164	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	253	64009	10404	1600	0	2077.18
165	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	254	64516	10609	1681	0	2082.71
166	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	255	65025	10816	1764	0	2088.22
167	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	256	65536	11025	1849	0	2093.71
168	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	257	66049	11236	1936	0	2099.18
169	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	258	66564	11449	2025	0	2104.62
170	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	259	67081	11664	2116	0	2110.04
171	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	260	67600	11881	2209	0	2115.44
172	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	261	68121	12100	2304	0	2120.82

Obs	w	w2	z1	z2	z3	x	x2	c1	c2	c3	PYQQQQ
173	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	262	68644	12321	2401	0	2126.17
174	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	263	69169	12544	2500	0	2131.50
175	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	264	69696	12769	2601	0	2136.81
176	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	265	70225	12996	2704	0	2142.10
177	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	266	70756	13225	2809	0	2147.36
178	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	267	71289	13456	2916	0	2152.60
179	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	268	71824	13689	3025	0	2157.82
180	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	269	72361	13924	3136	0	2163.02
181	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	270	72900	14161	3249	0	2168.19
182	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	271	73441	14400	3364	0	2173.35
183	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	272	73984	14641	3481	0	2178.47
184	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	273	74529	14884	3600	0	2183.58
185	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	274	75076	15129	3721	0	2188.67
186	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	275	75625	15376	3844	0	2193.73
187	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	276	76176	15625	3969	0	2198.77
188	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	277	76729	15876	4096	0	2203.79
189	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	278	77284	16129	4225	0	2208.78
190	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	279	77841	16384	4356	0	2213.76
191	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	280	78400	16641	4489	0	2218.71
192	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	281	78961	16900	4624	0	2223.64
193	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	282	79524	17161	4761	0	2228.54
194	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	283	80089	17424	4900	0	2233.43
195	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	284	80656	17689	5041	1	2238.17
196	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	285	81225	17956	5184	4	2242.67
197	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	286	81796	18225	5329	9	2246.92
198	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	287	82369	18496	5476	16	2250.91
199	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	288	82944	18769	5625	25	2254.65
200	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	289	83521	19044	5776	36	2258.15
201	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	290	84100	19321	5929	49	2261.39
202	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	291	84681	19600	6084	64	2264.38
203	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	292	85264	19881	6241	81	2267.12
204	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	293	85849	20164	6400	100	2269.61
205	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	294	86436	20449	6561	121	2271.85
206	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	295	87025	20736	6724	144	2273.83
207	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	296	87616	21025	6889	169	2275.57
208	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	297	88209	21316	7056	196	2277.06
209	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	298	88804	21609	7225	225	2278.29
210	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	299	89401	21904	7396	256	2279.28
211	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	300	90000	22201	7569	289	2280.01
212	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	301	90601	22500	7744	324	2280.49
213	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	302	91204	22801	7921	361	2280.72
214	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	303	91809	23104	8100	400	2280.70
215	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	304	92416	23409	8281	441	2280.43
216	12.0555	-0.01334	.000533	.00162	-0.11425	305	93025	23716	8464	484	2279.91

CUADRO 6. Formula en Excel para obtener la producción de leche predicha (PLpred), en base a los días de lactación (DL) y la producción de leche (PL) para poder determinar los factores de corrección.

---

DL	PL	PLpred
A	B	C
		D
		E
		F
		Intercepto +W * A1+ W2*(A1) ^2 + z1*D1 + Z2*E1 + Z3*F1
		= Si A1>1no (A1-1no)^2 0
		= Si A1>2no (A1-2no)^2 0
		= Si A1>3no (A1-3no)^2 0

---