

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**TÍTULO: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA DE LAS VACAS
DEL CENTRO ACADÉMICO DOCENTE EXPERIMENTAL LA TOLA,
CALCULADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA ECUACIÓN DE
WOOD**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para obtener el Grado o Título de
Médico Veterinario Zootecnista**

ALQUINGA YANACALLO BETTY MARGOTH
GUAMÁN CUYACHAMÍN NANCY PAOLA

TUTOR
Jorge Grijalva, Ing. Agr. Ph.D.

QUITO, Julio, 2012

DEDICATORIA

Dedicado a Aquel que es poderoso para hacer todas las cosas mucho más abundantemente de lo que pedimos o entendemos, según el poder que actúa en nosotros.

Porque continúa a mi lado a pesar de mis errores, simplemente, su amor hacia mí no es de este mundo, por eso estoy segura que Él es la razón por la cual vale la pena entregar el corazón en todo lo que hago.

A mi Jesús para gloria y honra de su Nombre.

A mis padres Milton y Lupe por haber sido y continuar siendo un gran apoyo en cada etapa de mi vida, en esencia son un regalo precioso de Dios. Los amo mucho.

Con mucho cariño Nancy =)

AGRADECIMIENTOS

Un enorme agradecimiento a Dios por haber confiado en mí y por permitirme realizar este trabajo, estoy convencida que sin su ayuda no hubiese sido lo mismo. No hay palabras suficientes para expresar toda mi gratitud hacia Él, Su fuerza me permitió continuar con paciencia en el momento de las pruebas.

Agradezco a mis padres por toda la ayuda que me brindaron, no se reservaron nada, me lo entregaron todo. Gracias por sus palabras que me motivaron a continuar hasta alcanzar mi gran sueño. Los amo mucho.

A mi hermano Darío por creer en mí.

A mis queridas Alison y Michell por su apoyo en los momentos duros y por compartir conmigo recuerdos inolvidables.

Al Dr. Jorge Grijalva por su guía y colaboración durante la realización del presente estudio, su gran ayuda fue importante.

A los Ings. José Luis Ampudia y Vicente Morales, administradores del área de ganadería del CADET y al personal que labora en la Hacienda, por su colaboración durante el inicio de este trabajo.

Nancy =)

Dedicatoria

Al final de este importante sueño, y comienzo de otro, dedico este trabajo a todas las personas que quiero y han estado junto a mí, pero principalmente a Dios quien puso en el corazón de mis padres esa convicción de apoyarme incondicionalmente en mis estudios, por ese motivo mis padres Amílcar e Inés, así como mis hermanas Nelly y Lili. Han sido y serán pilares fundamentales en mi vida, gracias a su apoyo e sgrado sobrepasar y superar muchas dificultades, que me han ayudado a fortalecer mi carácter, por eso y mucho más mi familia es mi mayor bendición.

Un texto bíblico que ha quedado grabado en mi corazón y mi mente:

Mira que te mandé que te esfuerces;

Y seas valiente; no temas ni desmayes,

Porque Jehová tu Dios estará contigo

En donde quiera que vayas. (Jos 1:9)

Dios ha cumplido esta promesa, él es fiel, y se ha demostrado muchas veces, si pudiera contar sus bondades

los números simplemente se acabarían.

Gracias por todo

Betty

Agradecimiento

A Dios por permanecer junto a mí siempre, y darme el valor necesario para superar toda dificultad, guiar mi camino, y hacerme entender que sin él nada tiene sentido.

A mi familia por enseñarme el valor de esforzarse por conseguir los objetivos, por todos los consejos que han jugado un importante papel en mi vida y por su amor incondicional.

A mi compañera de tesis, por ser un apoyo importante en la realización de este trabajo, por su amistad y comprensión, en todos esos momentos buenos y malos por los que tuvimos que atravesar.

Al Doctor Jorge Grijalva, que al aceptar ser nuestro director de tesis, se convirtió en nuestro guía, que con paciencia y buen humor, ayudó a concluir exitosamente esta investigación.

A todos que de una y otra manera colaboraron, de corazón gracias.

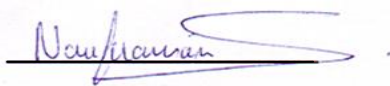
Betty

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Nosotras, BETTY MARGOTH ALQUINGA YANACALLO y NANCY PAOLA GUAMÁN CUYACHAMÍN en calidad de autoras del trabajo de investigación o tesis realizada sobre “ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA DE LAS VACAS DEL CENTRO ACADÉMICO DOCENTE EXPERIMENTAL LA TOLA, CALCULADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA ECUACIÓN DE WOOD”, por la presente autorizamos a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autoras nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

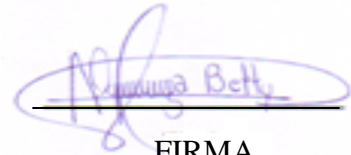
Quito, a 3 de julio de 2012



FIRMA

C.C. 172192505-3

nansalvador@hotmail.com



FIRMA

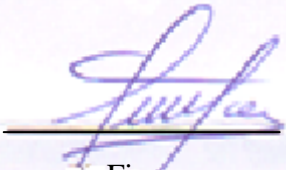
C.C. 1720774106

balquina@hotmail.com

INFORME DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Grado, presentado por las señoritas BETTY ALQUINGA y NANCY GUAMÁN para optar el Título o Grado de Médico Veterinario Zootecnista cuyo título es “ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA DE LAS VACAS DEL CENTRO ACADÉMICO DOCENTE EXPERIMENTAL LA TOLA, CALCULADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA ECUACIÓN DE WOOD”. Considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Quito a los 30 días del mes de noviembre de 2011



Firma

Jorge Grijalva

Cd. N° 1704078342

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA DE LAS VACAS DEL CENTRO ACADÉMICO DOCENTE EXPERIMENTAL LA TOLA, CALCULADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA ECUACIÓN DE WOOD

El Tribunal constituido por:

Dr. Luis Peñaherrera (PRESIDENTE); Dr. Jorge Mosquera (VOCAL PRINCIPAL);
Dr. Germán Fierro (VOCAL PRINCIPAL); Dr. Nelson Jaramillo (BIOMETRISTA)
y Dr. Eduardo Aragón (VOCAL SUPLENTE).

Luego de receptor la presentación del trabajo de grado previo a la obtención del título
o grado de Médico Veterinario Zootecnista presentado por las señoritas BETTY
ALQUINGA y NANCY GUAMÁN.

Con el Título: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA DE LAS VACAS
DEL CENTRO ACADÉMICO DOCENTE EXPERIMENTAL LA TOLA,
CALCULADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA ECUACIÓN DE WOOD

Ha emitido el siguiente veredicto: Dar por aprobado el presente estudio luego de
haber cumplido su respectiva sustentación.

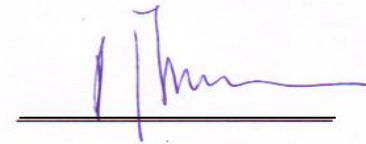
Fecha: 3 de julio de 2012

Para constancia de lo actuado

Dr. Luis Peñaherrera
PRESIDENTE




Dr. Jorge Mosquera
VOCAL PRINCIPAL



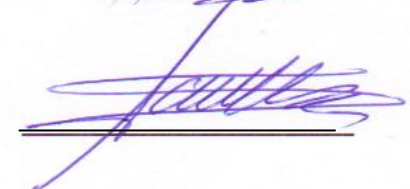
Dr. Germán Fierro
VOCAL PRINCIPAL



Dr. Nelson Jaramillo
BIOMETRISTA



Dr. Eduardo Aragón
VOCAL SUPLENTE



ÍNDICE GENERAL

	pág.
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO	
I. REVISIÓN LITERARIA.....	4
SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A NIVEL NACIONAL.....	4
APORTE DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA SIERRA.....	6
INVENTARIO DE GANADO NACIONAL Y REGIONAL.....	7
DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL ECUADOR.....	8
LACTANCIA.....	12
Componentes de la curva de lactancia.....	13
Etapas productivas en la lactancia.....	14
Factores que influyen en la Curva de lactancia.....	15
Fisiológicos.....	15
Ambientales.....	18
Ventajas del cálculo de la curva de lactancia.....	19
UTILIZACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA DESCRIBIR LAS CURVAS DE LACTANCIA.....	21
Modelos matemáticos.....	21
Modelos para describir la curva de lactancia.....	21
Función Gamma Incompleta o Curva de Wood.....	23

EXPERIENCIAS CON EL USO DE LA ECUACIÓN DE WOOD O GAMMA.....	24
CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL PROGRAMA ELECTRÓNICO MATLAB.....	27
Utilidad del MATLAB.....	28
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
Insumos y equipos.....	30
Campo.....	30
Sistematización.....	30
METODOLOGÍA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	31
TIPO DE ANÁLISIS.....	31
MÉTODOS ESPECÍFICOS DEL MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	32
Fase de campo.....	32
Fase de Sistematización.....	32
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
DEFINICIÓN DEL ESCENARIO.....	34
Escenario de trabajo de la ganadería del Centro Académico Docente Experimental La Tola (CADET).....	34
ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA POR GRUPO DE PRODUCCIÓN..	45
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS CURVAS DE LACTANCIA.....	49
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS.....	54
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS.....	55
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	63
Anexo A. Conformación de los grupos de producción alta, mediana y baja del Centro Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET).....	63
Anexo B. Coeficientes derivados de la ecuación de Wood de las vacas de alta, media y baja producción respectivamente.....	64

Anexo C-1. Curvas de lactancia de vacas de alta producción.....	65
Anexo C-2. Curvas de lactancia de vacas de mediana producción.....	73
Anexo C-3. Curvas de lactancia de vacas de baja producción.....	81
Anexo D. Presupuesto de la Investigación.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	pág.
1. Contribución Regional a la Producción de leche en el Ecuador.....	4
2. Orientación de las UPAs ganaderas en el Ecuador.....	8
3. Curva de lactancia.....	13
4. Ciclo de lactancia.....	15
5. Producción mensual perteneciente al año 2011.....	39
6. Porcentaje de la producción de leche en cada tercio de la lactancia en el CADET.....	39
7. Modelos de Curvas de lactancia para los grupos de alta, media y baja producción.....	47
8. Curva de lactancia de la vaca # 119 del CADET.....	65
9. Curva de lactancia de la vaca # 242del CADET.....	66
10. Curva de lactancia de la vaca # 262 del CADET.....	67
11. Curva de lactancia de la vaca # 187 del CADET.....	68
12. Curva de lactancia de la vaca # 218 del CADET.....	69
13. Curva de lactancia de la vaca # 382 del CADET.....	70
14. Curva de lactancia de la vaca # 78 del CADET.....	71
15. Curva de lactancia de la vaca # 258 del CADET.....	72
16. Curva de lactancia de la vaca # 340 del CADET.....	73
17. Curva de lactancia de la vaca # 219 del CADET.....	74
18. Curva de lactancia de la vaca # 132 del CADET.....	75
19. Curva de lactancia de la vaca # 317 del CADET.....	76
20. Curva de lactancia de la vaca # 220 del CADET.....	77
21. Curva de lactancia de la vaca # 239 del CADET.....	78
22. Curva de lactancia de la vaca # 240 del CADET.....	79
23. Curva de lactancia de la vaca # 207 del CADET.....	80
24. Curva de lactancia de la vaca # 355 del CADET.....	81
25. Curva de lactancia de la vaca # 258 del CADET.....	82
26. Curva de lactancia de la vaca # 270 del CADET.....	83
27. Curva de lactancia de la vaca # 316 del CADET.....	84
28. Curva de lactancia de la vaca # 269 del CADET.....	85
29. Curva de lactancia de la vaca # 373 del CADET.....	86
30. Curva de lactancia de la vaca # 388 del CADET.....	87
31. Curva de lactancia de la vaca # 189 del CADET.....	88

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	pág.
1. Estadísticas nacionales relacionadas con producción de leche 1988-2005.....	5
2. Producción anual de leche por regiones en el período (2000-2008) en miles de litros.....	6
3. Hato ganadero a nivel nacional.....	7
4. Distribución de la producción diaria de la leche en Ecuador.....	8
5. Recepción Industrial de leche en el Ecuador.....	9
6. Distribución Industrial de la leche en Ecuador.....	10
7. Cantidad y destino de la leche a nivel nacional.....	11
8. Derivados de la leche - Lo que produce y compra el país.....	11
9. Coeficientes de la curva de lactancia de vacas Brown Swiss en dos grupos de edades en el Altiplano de Puno, descrita por el modelo de Gamma Incompleta y Compartamental.....	26
10. Número de animales por categorías de la Hacienda el CADET.....	35
11. Producción total por mes del hato- año 2011.....	38
12. Programa de Vacunación del CADET.....	41
13. Programa de Desparasitación del CADET.....	41
14. Especies sembradas y sus densidades en los lotes del CADET.....	44
15. Balanceado La Fortaleza para vacas alta producción.....	45
16. Balanceado La Fortaleza para vaconas crecimiento.....	45
17. Coeficientes obtenidos para los 3 grupos de producción, a partir de los datos de registro de leche, por medio de la función Gamma o curva de Wood.....	46
18. Datos del coeficiente (a) obtenidos a partir de la Ecuación de Wood para los grupos de producción alta, media y baja.....	49
19. Análisis de varianza del coeficiente (a) del modelo MATLAB en vacas de producción alta, media y baja.....	50
20. Escala de posiciones de los tratamientos 1, 2 y 3.....	50
21. Datos del coeficiente (b) obtenidos a partir de la Ecuación de Wood para los grupos de producción alta, media y baja.....	51
22. Análisis de varianza del coeficiente (b) del modelo MATLAB en vacas de producción alta, media y baja.....	51
23. Escala de posiciones de los tratamientos 1, 2 y 3.....	52
24. Datos del coeficiente (c) obtenidos a partir de la Ecuación de Wood para los grupos de producción alta, media y baja.....	52
25. Análisis de varianza del coeficiente (c) del modelo MATLAB en vacas de producción alta, media y baja.....	52
26. Escala de posiciones de los tratamientos 1, 2 y 3.....	53

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA DE LAS VACAS DEL
CENTRO ACADÉMICO DOCENTE EXPERIMENTAL LA TOLA,
CALCULADAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA ECUACIÓN DE
WOOD

Autoras: Betty Margoth Alquina Yanacallo

Nancy Paola Guamán Cuyachamín

Tutor: Dr. Jorge Grijalva

03 de Julio de 2012

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objeto de determinar el comportamiento de las curvas de lactancia en vacas Holstein Friesian en el Centro Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET), Tumbaco – Pichincha. Se analizaron los registros de lactancia de 49 vacas entre enero de 2005 y diciembre de 2010, de las cuales se seleccionaron 24 vacas, estableciéndose 3 grupos de 8 vacas en base al potencial productivo: vacas de alta producción (grupo 1: 8000-6000 l/lactancia), mediana producción (grupo 2: 6000-4000 l/lactancia) y baja producción (grupo 3: menos de 4000 l/lactancia). Para el análisis se utilizó la ecuación de Wood ($Y_x = a \cdot t^x \cdot e^{-cx}$), usada en el programa MATLAB para determinar coeficientes en cada grupo. Los coeficientes encontrados fueron: **a** 24.35, 18.51 y 13.15 para el grupo 1, 2 y 3, respectivamente. Los coeficientes **b** que señalan la tendencia ascendente de la curva para los mismos grupos fueron de 0.12, 0.25 y 0.23, respectivamente; y **c**: 0.04, 0.02 y 0.02, respectivamente. Estos resultados no muestran diferencias apreciables en las pendientes de las curvas antes y/o después del pico de lactancia, lo cual sugiere que las condiciones de manejo y alimentación de la ganadería, son bastante similares para cada uno de los grupos, en consecuencia, no permitieron una expresión adecuada del potencial de las vacas de alta producción del hato estudiado.

Palabras claves: LACTANCIA, PRODUCCIÓN, ECUACIÓN DE WOOD, MATLAB.

**ANALYSIS OF CURVES OF COWS LACTATION CENTRO
EXPERIMENTAL TEACHING THE ACADEMIC TOLA, CALCULATED BY
USING THE EQUATION OF WOOD**

SUMMARY

This study was conducted to determine the dairy production based on lactation curves from Holstein Friesian cows in the Experimental Teaching Academic Center "La Tola" (CADET), Tumbaco - Pichincha. We analyzed the records of 49 lactation cows between January 2005 and December 2010, from them 24 cows were selected, and 3 groups of 8 cows were established based on their production: high-producing cows (group 1: 8000-6000 l/lactation), medium production (group 2: 6000-4000 l /lactation) and low production (group 3: less than 4000 l / lactation). To analyze data, the equation of Wood ($Yx = a.t^x.e^{-cx}$), was used with the MATLAB program to determine coefficients in each group. The coefficients found were: **a** 24.35, 18.51 and 13.15 for group 1, 2 and 3, respectively. The coefficients **b** pointing upward trend of the curve for the same groups were 0.12, 0.25 and 0.23, respectively, and **c**: 0.04, 0.02 and 0.02, respectively. These results did not show appreciable differences in the slopes of the curves before and/or after the peak of lactation, suggesting that the conditions of feeding and management of livestock, are quite similar for each group: therefore, it was not determined an adequate expression of the potential of high-producing cows in the studied herd.

Keywords: LACTATION, DAIRY, EQUATION OF WOOD, MATLAB.

INTRODUCCIÓN

El problema de la mayoría de los sistemas de producción de leche en el Ecuador es la ausencia de registros de producción, su mal manejo o su uso solamente para conocer los niveles de rendimiento de los sistemas, por lo que difícilmente podría realizarse un análisis adecuado de estos sistemas, sino se dispone de una información precisa de las entradas y salidas de leche que estos tienen (Arango, *et al.*; 2000).

A su vez, la falta de información adecuada no permite que la selección de animales sea llevada de la mejor manera, lo que ocasiona que se descarten animales sin un conocimiento técnico y tan solo llevándose por factores no trascendentes como la edad, la improductividad o la infertilidad.

Por otro lado, la curva de lactancia es un proceso biológico que puede ser explicado por medio de una función matemática, la cual es útil en: el pronóstico de la producción total a partir de muestras parciales, planificación del hato con la ayuda de la predicción confiable de la producción y en la selección a partir del conocimiento de las relaciones entre las diferentes partes de la curva; es por ésta razón que se debe encontrar la función matemática que mejor describe la curva de lactancia de los animales en cada unidad de producción (Quintero, *et al.*, 2007).

Por lo tanto, para describir la producción de leche a través de la lactancia en bovinos, se han propuestos diversos modelos matemáticos, entre los cuales se encuentran los modelos de Brody 1923, 1924, Sikka 1950, Wood 1967, Papajcsik y Bordero 1988 (Quintero, *et al.*, 2007), por lo que una vez más se ve la necesidad de realizar este estudio.

Motivación e Importancia de la Investigación

La producción de leche es una de las importantes fuentes de ingresos en países agropecuarios como el Ecuador, ya que es la forma de sustento de muchas personas que se dedican a esta actividad.

Constituye, además, la base para la selección de vacas y toros en un programa de mejoramiento genético (Sere, 1991).

Para lograr una adecuada selección se plantea el uso de herramientas útiles como la Función Gamma o Curva de Wood (1967) para el mejoramiento productivo de la ganadería por medio del establecimiento y análisis de curvas de lactancia, que en nuestro país no son utilizadas ya sea por desconocimiento, porque a los ganaderos no les interesa su establecimiento o porque simplemente no saben cómo hacerlo; por tal razón, este estudio quiere dar una pauta de inicio para que se realicen más investigaciones como la presente, para así poder llegar a una mejor y mayor producción lechera, ya que el manejo de herramientas como ésta nos ayuda a tomar decisiones de manejo y nutrición adecuadas, además de ser de mucha utilidad al momento de seleccionar las vacas más productivas.

De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería (2000), citado por Elizalde, Noblecilla (2007), tradicionalmente la producción lechera se ha concentrado en la región Interandina donde se ubican los mayores hatos lecheros, razón por lo cual este trabajo se concentra precisamente en esta región de importancia ganadera del país.

OBJETIVOS

Objetivo General

Utilizar una Función Gamma o ecuación de Wood para calcular curvas de lactancia, usando los registros de producción de leche de vacas de distinto potencial productivo, pertenecientes al “Centro Académico Docente Experimental la Tola” (CADET), en Tumbaco, Provincia de Pichincha.

Objetivo Específico

Calcular las curvas de lactancia en las vacas del Centro Académico Docente Experimental La Tola, mediante la aplicación de la Función Gamma o Ecuación de Wood, para los grupos alto, medio y bajo de producción y analizar sus diferencias, para predecir el comportamiento de las vacas en producción, a fin de tomar decisiones de manejo, nutrición y selección adecuadas.

HIPÓTESIS

¿Las curvas de lactancia permiten predecir la producción de leche de las próximas lactancias?

¿La ecuación de Wood permite predecir la producción de leche de las próximas lactancias?

CAPÍTULO I

REVISIÓN LITERARIA

SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE A NIVEL NACIONAL

El sector pecuario del Ecuador es una base muy importante del desarrollo social y económico, satisface las demandas de la población en alimentos tan esenciales como la carne y la leche y es fuente esencial de generación de mano de obra e ingreso. La producción de leche es uno de los renglones de mayor importancia del sector agropecuario, a tal punto que el país ahorra 500 millones de dólares anuales al no tener que importarla. También, el sector da trabajo directo a más de 1'500.000 ecuatorianos (Grijalva, 2003).

Según datos de la Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), la producción nacional alcanza a 5'700.000 litros diarios de leche en el 2012, es decir, 23% más que en el 2011, en donde la producción nacional alcanzó los 4,6 millones de litros diarios, de los cuales el 74% está en la sierra, en la costa el 18% y en el oriente y región insular el 8%.

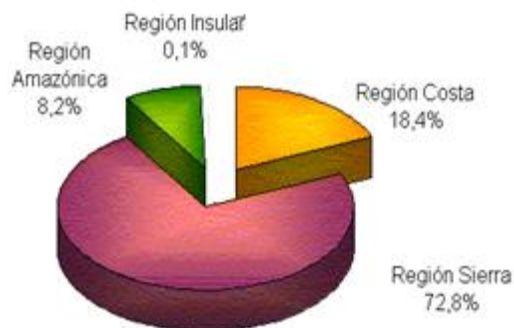


Gráfico 1. Contribución Regional a la Producción de leche en el Ecuador

FUENTE: Proyecto SICA (2010)

ELABORACIÓN: Cámara de Agricultura de la Primera Zona

**Cuadro 1. Estadísticas nacionales relacionadas con la producción de leche
1988-2005**

AÑO	PRODUC- CIÓN NACIONAL	SIERRA	COSTA	ORIEN- TE INSU- LAR	HATO BOVINO	VACAS EN PRODUC- CIÓN	Superficie nacional con pastos	% Superficie total nacional
	(Miles de litros)*				(Número total de cabezas)		(Miles Ha)	
1988	1.312.064	984.048	249.292	78.724	3.997.400	629.990	4.872,90	18,70%
1989	1.475.098	1.106.324	280.269	88.506	4.176.600	658.232	4.899,90	18,80%
1990	1.534.106	1.150.580	291.480	92.046	4.359.000	686.978	4.921,20	18,90%
1991	1.576.689	1.182.517	299.571	94.601	4.516.000	711.722	4.918,50	18,90%
1992	1.632.545	1.224.409	310.184	97.953	4.682.000	737.883	4.932,90	18,90%
1993	1.714.173	1.285.630	325.693	102.850	4.802.000	756.795	5.001,40	19,20%
1994	1.781.818	1.336.364	338.545	106.909	4.937.000	778.071	5.092,70	19,50%
1995	1.840.671	1.380.503	349.727	110.440	4.996.000	899.280	5.106,70	19,60%
1996	1.730.341	1.297.756	328.765	103.820	4.696.240	845.323	4.995,60	19,20%
1997	1.714.358	1.285.769	325.728	102.861	4.649.278	836.870	5.008,00	19,20%
1998	1.680.061	1.260.046	319.212	100.804	4.584.188	825.156	5.022,90	19,30%
1999	1.646.469	1.201.922	312.829	131.718	4.492.504	808.651	4.937,50	18,90%
2000	1.286.625	939.236	244.459	102.930	4.486.020	808.856	5.087,30	19,50%
2001	1.343.237	980.563	255.215	107.459	4.553.310	819.596	5.163,60	19,80%
2002	1.378.161	1.006.085	261.851	110.253	4.621.610	831.890	5.241,10	20,10%
2003	1.529.759	1.116.724	290.654	122.381	5.129.987	923.398	5.319,70	20,40%
2004	2.536.991	1.852.003	482.028	202.959	5.142.485	925.647	5.399,50	20,70%
2005	2.575.167	1.879.872	489.282	206.013	5.283.109	950.960	5.480,50	21,00%
Promedio % 1988-2005	100%	73%	19,00%	8,00%	-	-	-	19,30%

Fuente: MAG, INEC., citado por SICA (2002)

Elaboración: MAG/Consejo Consultivo de leche y derivados

*Las estadísticas han sido ajustadas en función de los últimos datos reales de producción del censo agropecuario 2000, y en base a las tasas de crecimiento del PIB agropecuario desde 1997, donde se nota un deterioro general de la Economía (1997-2000) y la lenta recuperación después de la dolarización. El dato del año 2000 es real, y los demás años a partir de 1995 son nuevas estimaciones. El año 2003 se ponderó.

**Cuadro 2. Producción anual de leche por regiones en el período (2000-2008)
en miles de litros**

AÑO	PRODUCCIÓN			
	Nacional Bruta	Sierra	Costa	Oriente e Insular
2000	1286625	939236	244459	102930
2001	1343237	980563	255215	107459
2002	1378162	1006058	261851	110253
2003	1519759	1116724	290654	112381
2004	2536990	1852003	482028	202959
2005	2575167	1879872	489282	206013
2006	3110000	2270300	590900	248800
2007	3870000	2825100	735300	309600
2008	4180000	3051400	794200	334400
PROPORCIÓN PORCENTUAL PROMEDIO	100%	73%	19%	8%

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería

Elaboración: Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2007)

Las cifras corresponden a la producción total sin descontar autoconsumo en fincas, mermas y desperdicios.

Los datos del 2008 son estimaciones

APORTE DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA SIERRA

La ganadería de leche reviste singular importancia en la región interandina del Ecuador; su contribución al PIB pecuario en 1998 fue del 29% y dio ocupación a más de 1'700.000 personas, con una inversión total estimada en 6.300 millones de dólares. A pesar de ser un importante contribuyente al producto interno bruto, tiene dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido debido a la mala y escasa alimentación suministrada a los bovinos, aún cuando nuestro país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año (León, 2003).

La sierra ecuatoriana es donde se produce más del 70% de la producción nacional de leche, ya que en los valles de la sierra existen muchas ganaderías que alcanzan promedios de producción de 20 litros/vaca/día (León, 2003). Se ha podido constatar que este tipo de producción en su mayor parte continúa siendo extensivo

y la carga animal promedio es de 0,9 reses/ha; sin embargo, hay explotaciones que han evolucionado lentamente a sistemas tecnificados e intensivos (Vásquez, 2008).

INVENTARIO DE GANADO NACIONAL Y REGIONAL

El Ecuador tiene una extensión territorial de 256.370 km² y una superficie agrícola cultivable de 12'355.831 hectáreas, con 842.882 Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs).

La costa y el oriente se dedican la mayor parte al manejo de ganado de carne, mientras que en la sierra al manejo del ganado de leche (AGSO, 2008).

Cuadro 3. Hato ganadero a nivel nacional

PROVINCIA	N° ANIMALES	PORCENTAJE
Azuay	341.799	8%
Bolívar	196.523	4%
Cañar	139.772	3%
Carchi	93.784	2%
Cotopaxi	193.129	4%
Chimborazo	246.787	6%
Imbabura	105.057	2%
Loja	361.455	8%
Pichincha	444.573	10%
Tungurahua	151.258	3%
El Oro	162.467	4%
Esmeraldas	219.385	5%
Guayas	344.798	8%
Los Ríos	117.803	3%
Manabí	783.592	17%
Morona Santiago	229.205	5%
Napo	50.984	1%
Pastaza	26.820	0,6%
Zamora Chinchipe	130.667	3%
Sucumbíos	49.591	1%
Orellana	35.942	1%
Galápagos	11.104	0,3%
Zonas no asignadas	49.516	1%
TOTAL	4'486.021	100%

FUENTE: Dirección de Proyectos AGSO, (2008)

ELABORACIÓN: Dirección de Proyectos AGSO

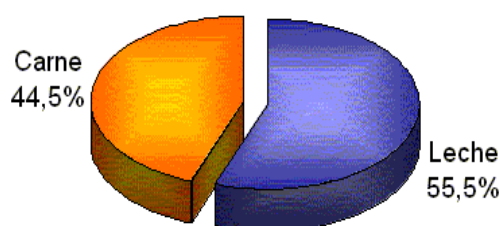


Gráfico 2. Orientación de las UPAs ganaderas en el Ecuador

FUENTE: Proyecto SICA (2010)

ELABORACIÓN: Cámara de Agricultura de la Primera Zona

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL ECUADOR

Se calcula que la leche cruda que se produce en el país es alrededor de 5'700.000 litros/día, que alcanza para un tercio de la población ecuatoriana, que según el último censo es de 14'400.000 personas. De esta forma, la producción de leche solo alcanza para 5 millones de personas y los 9 millones restantes no consumen o lo hacen escasamente.

De acuerdo a los datos proporcionados por la AGSO, a septiembre del 2007, de la producción diaria total, la mayor parte es usada para procesamiento por las industrias como puede apreciarse en el Cuadro 4:

Cuadro 4. Distribución de la producción diaria de la leche en Ecuador

SEGMENTO	LITROS/DÍA	PORCENTAJE (%)
Fincas y Alimentación	880.000	22
Leche Cruda	1'400.000	35
Industrias	1'720.000	43
Total Producción Día	4'000.000	100

Fuente: Dirección de Proyectos AGSO, (2007)

Adaptado por: Las autoras (2012)

El problema es que la industria apenas utiliza el 50% de esa producción, el resto se va en alimentación de finca, producción artesanal (de quesos, yogurt) y en el mercado informal (leche cruda). Esta realidad se avala con un estudio realizado

por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP 2012).

Las cifras revelan que un 21% de la producción se queda sin destino. Además, el consumo por persona en el país es bajo, llega a 100 litros por persona y por año, cuando debería ser 150 litros (Grijalva, 2010). En el Ecuador existen más de 37 industrias legalmente constituidas y cuyos productos finales cuentan con procesos de pasteurización y los respectivos registros sanitarios. En el Cuadro 5 se observa la recepción industrial de la leche por empresa (AGSO, 2008):

Cuadro 5. Recepción Industrial de leche en el Ecuador

INDUSTRIA	CANTIDAD	%
NESTLE	320.000	18,60%
REY LECHE	150.000	8,72%
LÁCTEOS SAN ANTONIO	120.000	6,98%
INDULAC GUAYAQUIL	90.000	5,23%
PASTEURIZADORA QUITO	80.000	4,65%
LEANSA	75.000	4,36%
INDULAC COTOPAXI	50.000	2,91%
TONY	50.000	2,91%
KIOSKO	50.000	2,91%
EL ORDEÑO	60.000	3,49%
MI RANCHITO	50.000	2,91%
PARMALAT LASSO	45.000	2,62%
TANILAC	45.000	2,62%
FLORALP	40.000	2,33%
INLECHE	35.000	2,03%
PROLAC	35.000	2,03%
ECUALAT	35.000	2,03%
PRODUCTOS GONZALEZ	30.000	1,74%
DULAC	25.000	1,45%
LECHERA CARCHI	20.000	1,16%
ALIMEC	10.000	0,58%
LACTODAN	5.000	0,29%
QUESEROS Y OTRAS	300.000	17,44%
TOTAL	1'720.000	100,00%

Fuente : Dirección de proyectos AGSO (2008)

Elaboración: Dirección de Proyectos AGSO

De estas industrias, el 90% se encuentran ubicadas en el callejón Interandino con una fuerte concentración en las provincias del centro norte de la sierra (Pichincha,

Cotopaxi, Imbabura, Carchi) y se dedican principalmente a la producción de leche pasteurizada, quesos, crema de leche y otros derivados en menor proporción (AGSO, 2008).

La parte de la producción destinada a la industria tiene por objetivo la producción de leche pasteurizada y otros derivados. En el Cuadro 6 se detalla:

Cuadro 6. Distribución Industrial de la leche en Ecuador

PRODUCTO	LITROS DÍA
Funda UHT	379900
U.H.T. Cartón	243337,5
Quesos	238150
Funda Pasteurizada	147200
Polvo Industrial	126500
Yogurth	109562,5
Polvo Funda	96500
Polvo Tarro	54000
Otros	7125
SUBTOTAL INDUSTRIAL	1720000
LECHE CRUDA	1400000
FINCAS Y ALIMENTACIÓN	880000
TOTAL DÍA	4000000

Fuente: Dirección de proyectos AGSO (2008)

Elaboración: Dirección de proyectos AGSO

El uso y destino de la producción lechera en el país tiene un comportamiento ya establecido y, según estudios del ministerio de Agricultura y Ganadería (2010), un 32 por ciento de la producción bruta se destina al consumo de terneros, esto es el autoconsumo y un 2 por ciento son mermas. La disponibilidad de leche cruda para el consumo humano representa alrededor del 66 por ciento de la producción bruta, de la siguiente manera: 25 por ciento para la elaboración industrial, con el 19 por ciento para leche pasteurizada y el 6 por ciento para elaborados lácteos.

Un 49 por ciento de esta leche cruda es destinada al consumo humano directo; el 25 por ciento para industrias caseras de quesos frescos y el 1 por ciento restante se lo comercia en la frontera con Colombia.

Cuadro 7. Cantidad y destino de la leche a nivel nacional

ÁMBITO	DESTINO	TOTAL/LITROS
REGIÓN SIERRA	PRODUCCIÓN TOTAL DE LECHE	4.331.866,00
	Alimentación al balde	81.983,00
	Vendida en líquido	3.346.232,00
	Consumo en la UPA	510.461,00
REGIÓN COSTA	PRODUCCIÓN TOTAL DE LECHE	878.829,00
	NÚMERO TOTAL DE VACAS ORDEÑADAS	271.019,00
	Consumo en la UPA	143.851,00
	Procesada en la UPA	308.992,00
	Destinada a otros fines	7.270,00
	Vendida en líquido	409.062,00
	Alimentación al balde	9.654,00

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), Estadísticas Agropecuarias del Ecuador (ESPAC, 2010)

Elaboración: Estadísticas Agropecuarias del Ecuador (ESPAC)

Cuadro 8. Derivados de la leche - Lo que produce y compra el país

Producto	¿Produce el país?	Compra
Leche evaporada	NO	551.221,46 unidades
Leche condensada	NO	1'717.216 unidades
Crema agria	SÍ	7,49 toneladas métricas
Yogurt	SÍ	17.462,3 unidades
Crema de leche	SÍ	7,93 toneladas métricas
Mantequilla	SÍ	21,31 toneladas métricas
Grasa láctea	SÍ	60,26 toneladas métricas
Quesos varios	SÍ	477,77 toneladas métricas
Fórmulas infantiles	Sí algunas	5.249,32 toneladas métricas
Otras fórmulas	NO	991,64 toneladas métricas

Fuente: Diario La Hora (2010)

Elaboración: Diario la Hora, actualizado por las autoras (2012)

LACTANCIA

El período de lactancia es el tiempo que el animal permanece en producción entre dos partos consecutivos.

La lactancia es el resultado de dos procesos fisiológicos y biológicos consecutivos e interdependientes, que se pueden estudiar tanto desde un punto cuantitativo (cantidad de leche) como cualitativo (composición de la leche).

La curva de lactancia refleja la producción de leche de una vaca y tiene una duración aproximada de 10 meses. Debemos tomar en cuenta que la curva de lactancia se ve influenciada por varios factores, que componen y modifican su distribución normal. Por lo general, se considera que el potencial de producción lechera de un animal queda definido poco después del parto. Sin embargo, la producción real de leche durante la lactancia está determinada por la magnitud y el tiempo que pueda mantenerse. Ambos parámetros se ven influenciados, a su vez, por un gran número de factores, que se dividen clásicamente en dos puntos fundamentales:

1. Intrínsecos, o que dependen del animal y no pueden ser modificados fácilmente.
2. Extrínsecos, o del medio ambiente y sobre los que se puede actuar con facilidad mediante prácticas de manejo.

La evolución de la producción lechera desde el parto hasta el secado tiene una relación directa con la producción de pasturas en la pradera, en sistemas de alimentación a potreros, la misma que puede ser representada gráficamente con una curva de lactancia, que es obtenida a partir de los parámetros que la caracterizan, como el nivel de producción inicial, el tiempo requerido en alcanzar la producción máxima, la producción máxima o al pico, la persistencia o el nivel que se mantiene la producción y la longitud de la lactancia, la cual a su vez puede ser descrita por medio de una función matemática de un proceso biológico extremadamente complejo y sujeto a influencias, tanto genética como ambientales. Esto implica que se deba tener cuidado al emplearla para evitar interpretaciones erróneas (Quintero, *et al*, 2007).

Componentes de la curva de lactancia

- 1. Producción inicial:** Estimada por el promedio de producción del 4^{to} al 6^{to} día post-parto, una vez finalizado el período calostrado.
- 2. Producción máxima:** Es la producción de leche diaria en el pico de la curva. Suele presentarse hacia las 3-6 semanas después del parto.
- 3. Producción total:** Es la suma de las producciones lecheras diarias.
- 4. Crecimiento en la fase ascendente:** Se define mediante la diferencia entre la producción máxima y producción inicial. Aquí se toma en cuenta el denominado pico de producción, el mismo que representa la máxima producción que alcanza la vaca en un momento dado y éste variará, dependiendo del nivel productivo de la vaca. Por lo general, las buenas productoras lo alcanzan a los 2 meses y las bajas productoras al mes de lactancia.
- 5. Coeficiente de persistencia:** Se suele calcular como el porcentaje de producción de leche diaria que se mantiene al transcurrir un tiempo determinado; es decir, es el grado de mantenimiento y declinación de la producción láctea de la vaca a través de su lactancia; la persistencia se evalúa después del pico. En el ganado vacuno suele situarse alrededor del 90 al 100% mensual, pero lo óptimo es que no disminuya entre el 8 al 10% mensual (Buxadé, 1995).

Al estudiar las curvas de lactación reales, se observan diferencias notables entre vacas, en cuanto a su duración; además, la lactancia puede prolongarse más de 12 meses en vacas que no quedan gestantes.



Gráfico 3. Curva de Lactancia

Fuente: Grupo SOL, Servicio de Control Lechero de Argentina (2005)

Elaboración: Servicio de Control Lechero de Argentina

Etapas productivas en la lactancia

- **Primer tercio:** Se extiende desde el momento del parto hasta los 100 días de lactancia y donde ocurren varios eventos:
 - Etapa donde se alcanza el pico de la lactancia y aproximadamente el 45% del total de la producción de leche.
 - A los primeros 20 días post-parto la vaca presenta la primera ovulación sin síntomas de celo.
 - La vaca debe ser revisada 30 días post-parto por el Médico Veterinario para determinar si la involución uterina se realiza en forma normal y si sus ovarios están ciclando o no.
 - Se considera que la vaca puede iniciar una nueva gestación a los 80 días sin inconvenientes.
 - En este período la vaca debería estar preñada
 - Certificación de la preñez al final del primer tercio.
- **Segundo tercio de lactancia:** Se extiende desde los 100 días hasta los 200 días de lactancia, etapa en la cual se obtiene el 32% de producción total de leche aproximadamente. Si el manejo reproductivo ha sido óptimo la vaca se encontrará en el primer tercio de gestación, de lo contrario se deberá investigar el problema.
- **Tercer tercio de la lactancia:** Se extiende desde los 200 hasta los 300 días de lactancia; en esta etapa la vaca se encuentra en el segundo tercio de gestación.
 - Aquí se obtiene aproximadamente el 23% de producción total de leche; al final de la etapa se debe hacer la terapia de secado.
- **Período seco:** Es el período que va desde el final de la lactancia al parto siguiente, la vaca debe secarse en el séptimo mes de gestación, lo que coincide con 10 meses de lactancia.

Este período tiene como objetivo recuperar la condición corporal, regeneración de tejidos nobles, preparar la glándula mamaria para la lactancia siguiente.

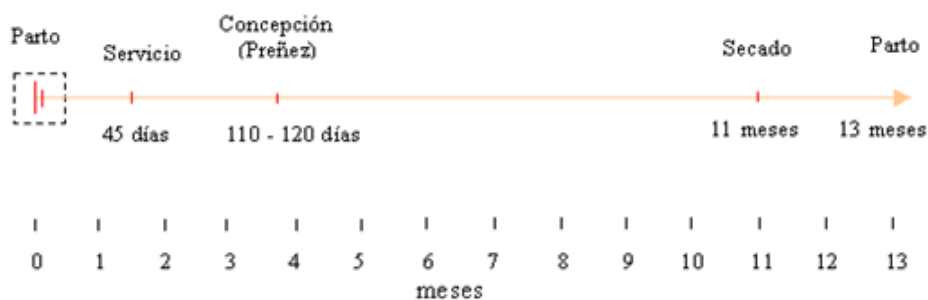


Gráfico 4. Ciclo de Lactancia

Fuente: Grupo SOL, Servicio de Control Lechero de Argentina (2005)

Elaboración: Servicio de Control Lechero de Argentina

Factores que influyen en la Curva de lactancia

Fisiológicos

Número de partos. En la Universidad Autónoma de México (1983) afirmaron que el pico de producción y el comportamiento de la curva de producción de leche dependen de la producción láctea diaria; así tenemos que el número de partos influye en ella; en las vacas de primer parto se obtuvo una producción de $6,22 \pm 0,25$ lts/día; en las de segundo parto $7,28 \pm 0,25$ lts/día; en las de tercer parto se obtuvo $7,10 \pm 0,40$ lts/día y en las de cuarto parto se obtuvo $8,25 + 2,54$ lts/día.

Edad. Holmes (1984) sostiene que la curva de lactancia de las novillas es distinta a las correspondientes vacas de mayor edad; el punto máximo de producción es bajo y la curva es más plana.

La diferencia en la producción y en la curva de lactancia puede deberse a que las vacas de mayor edad tienen más tejido secretor que las novillas, como consecuencia de los efectos a largo plazo del tejido secretor glandular mamario.

Las novillas que paren a los dos años de edad todavía están creciendo y parte de los alimentos se usa para ello; en vacas de mayor edad se utilizan más nutrientes para la producción de leche, posiblemente porque el consumo supera las necesidades de mantenimiento en mayor proporción que las vacas más jóvenes y de menor peso.

Ensminger (1977) señala que la edad tiene un efecto preciso sobre la producción; la mayor parte de vacas llegan a la madurez y a la producción máxima alrededor de los 6 años, después del cual ésta declina. Los registros indican que la vaca produce 25% más leche en la madurez que cuando tiene dos años de edad.

Etapa reproductiva. Holmes (1984) menciona que no está perfectamente aclarado si la gestación frena la lactancia; así, únicamente la intención del ganadero de decidir “secar las vacas” antes de que inicie la nueva lactancia es lo que hace secar la lactación; es probable que muchas vacas puedan continuar produciendo hasta el parto pero la existencia del período de seca mejora la producción de la siguiente lactancia.

Datos experimentales disponibles indican que la gestación puede reducir la producción de leche de una lactancia aproximadamente en uno o dos por ciento en vacas con intervalos entre partos de 365 días y lactancias de 310 días; la mayor parte del descenso tiene lugar en el último mes de lactancia (séptimo mes de gestación) en el que la producción diaria puede reducirse en un 20% o más; asimismo menciona que, más o menos, al comienzo del quinto mes la producción total de leche de vacas que están gestando declina con mayor rapidez que las vacas no preñadas.

Genotipo. La producción de leche está influenciada por factores genéticos y ambientales en un 25 y 75% respectivamente; los primeros están determinados por la información genética con que nacen los animales, pudiendo considerarse del mismo animal (Morrison, 1980, citado por Palaquibay, 2003).

La aptitud lechera es una cualidad transmisible no solo por las hembras sino también por los machos, afectando a la cantidad total de leche como a su cualidad, especialmente la grasa (Torrent, 1980).

Se cree actualmente que son varios los factores genéticos que condicionan esta aptitud es por ello que Sotillo y Vigil, citados por Torrent, (1980) resumen así las heredabilidades de los caracteres lecheros más interesantes:

Variable	Heredabilidad	Calificación
Persistencia de la lactancia	0,05-0,25%	
Duración de la lactancia	0,10-0,20%	muy débil
Cantidad de leche de repaso	0,10-0,20%	
Cantidad de leche por lactancia	0,20-0,40%	
Cantidad de grasa por lactancia	0,20-0,40%	muy débil
% de leche en los cuartos anteriores	0,40-0,60%	
Cantidad de lactosa	0,40-0,60%	media
Tasa butírica	0,50-0,70%	
Tasa Nitrogenada	0,50-0,70%	fuerte
Velocidad de ordeño	0,50-0,70%	

Torrent, (1980) manifiesta que en el control de la producción de los diversos cruces podemos encontrarnos con lo siguiente:

- Obtención de hijas que superan en producción a sus madres: influencia beneficiosa del toro
- Obtención de hijas que producen menos que sus madres: influencia perjudicial del toro
- Uniformidad en la respuesta de las hijas: fórmula genética del toro homocigótica
- Diversidad de respuesta de las hijas: fórmula genética del toro heterocigótica
- Diversidad de la descendencia: fórmula impura, heterocigótica de las madres

Vargas (1990), citado por Palaquibay, (2003) estima que la vaca en su primera lactancia produce alrededor del 70 al 75%, en la segunda 90% y en la tercera 95%, a partir de este parto alcanza el 100% de su rendimiento. Asimismo, reporta sobre índices reproductivos en ganaderías de leche en la Sierra ecuatoriana, afirmando que los factores ambientales y genéticos influyen en el proceso productivo y reproductivo; así la herencia, como partícipe de la transmisión de la fertilidad, ejerce su acción del 10 al 20%; del 80 al 90% restante corresponde a la acción del

medio ambiente, siendo muy importante la nutrición cuya influencia puede alcanzar hasta un 60% de este subtotal.

Ambientales

Época del año y alimentación. Novoa (1985) indica que si ocurre una subnutrición al comienzo de la lactancia el potencial lechero del animal se verá permanentemente afectado; es decir, aún cuando se mejore la alimentación en los estadios posteriores de la lactancia ésta no logrará que las vacas produzcan igual cantidad de leche que los animales que se alimentan bien desde el principio de la lactancia.

Dado que la producción de leche se basa en el uso de pastos, la pobreza de nutrientes del pasto y sus variaciones en la disponibilidad de forraje del año, llegan a ser, en gran medida, factores determinantes de la producción de leche. La magnitud en que estos factores influirán dependerá de la capacidad genética del animal para la producción de leche.

Schaar, *et. al*, (1981) menciona que la estación en la cual se registran los partos influye en el rendimiento de producción de leche; no se sabe en qué consista esta influencia, pero los resultados fueron menores en rendimiento lechero comparando las vacas que parieron en la época seca que las vacas que parieron durante la estación de lluvias; la influencia de la estación se manifiesta de manera regular pero adquiere importancia estadística durante la tercera lactancia.

Ivita (1984) anota que la menor producción de leche total se da cuando se presenta la época seca durante los meses de verano debido a la mala condición física de la vaca después del parto, especialmente en aquellos animales con mayor porcentaje de sangre europea.

Holmes (1984) al respecto manifiesta que la forma de la curva viene marcada por el modo en que los factores climáticos afectan al crecimiento del pasto y por lo tanto su disponibilidad; la pauta del crecimiento del pasto varía notablemente de un año a otro lo cual se refleja en la curva de lactancia. Es corriente observar una depresión en el centro de la curva como resultado de una sequía veraniega, así como el exceso de lluvia o frío puede hacer que el pico de producción se reduzca.

En cuanto al efecto de la alimentación durante la lactancia, el factor más notable es probablemente la cantidad de energía recibida con los alimentos; el grado de la reducción de la producción depende de la intensidad de la deficiencia en la alimentación y el tiempo que ésta dure.

Si las vacas obtienen una alimentación completa y mantienen su consumo de energía lo más cercano posible a sus necesidades energéticas podrán alcanzar su potencial hereditario de producción y mantenerlos durante períodos más largos. (Davis, 1991).

Ventajas del cálculo de la curva de lactancia

El estudio de la curva de lactancia es importante porque permite la identificación de posibles errores en el manejo de un determinado rebaño, como puede ser una alimentación deficiente, inadecuadas instalaciones, patologías no detectadas, etc.

Permite también conocer la evolución de la producción lechera de los animales, así como sus variaciones a lo largo de una lactancia mediante el seguimiento de un animal o un grupo de ellos, estimándose de este modo su producción lechera total o parcial.

Además, con la elaboración de las curvas de lactancia, se puede detectar anticipadamente los animales potencialmente más productivos de un rebaño, facilitándose de este modo la adopción de decisiones sobre el descarte de los animales por su aptitud productiva (León, *et al*, 2007).

La curva de lactancia tiene una amplia variedad de aplicaciones en la producción lechera. Es usada en la extensión de registros incompletos en evaluaciones genéticas, formulación de raciones, evaluación económica de diferentes esquemas de manejo, planeamiento de la producción lechera en un hato, así como en modelos de simulación de sistemas de producción de leche.

Por lo tanto, una descripción y un correcto entendimiento de la curva de producción de leche son necesarios para predecir la producción y proyectar el ingreso de un sistema lechero (León & Quiroz, 1994).

Madsen (1975), citado por Ochoa (1986) considera de interés práctico el estudio del perfil de la curva de lactancia por varias razones (Quintero, *et al*, 2007):

1. Cuando el alimento es suministrado de acuerdo con la producción estimada con anterioridad, una vaca que tiene una curva de lactancia más plana, necesita menos concentrado durante una lactancia en relación con otra de igual producción total pero con una curva más empinada.
2. Una alta producción de leche al comienzo de la lactancia requiere de la vaca una alta actividad fisiológica, lo que a menudo conduce a desórdenes reproductivos o enfermedades metabólicas. Por consiguiente, una moderada producción inicial combinada con una alta persistencia, es preferible a una alta producción inicial y un rápido descenso.
3. El conocimiento de la probable configuración de la curva de lactancia permitiría realizar ensayos nutricionales mucho más eficientes, puesto que las diferencias entre tratamientos son más fáciles de detectar cuando los animales son agrupados de acuerdo con la curva esperada.

Es por ese motivo que para describir la producción de leche a través de la lactancia en animales domésticos, se han propuesto diversos modelos matemáticos.

En ganado lechero, la modelación de las curvas de lactancia ha sido objeto de extensa investigación. La ecuación más ampliamente utilizada fue la propuesta por Wood en 1967, derivada de la función Gamma Incompleta.

Gipson y Grossman, (1990) aseguran que poder conocer la curva de lactancia en el ganado lechero es una herramienta de importante valor para tomar decisiones de manejo e incluso de selección.

Son numerosos los factores que influyen en la producción de leche: raza, individuo, número de lactancia, estado de lactancia, época del parto, número de crías nacidas, alimentación, tipo de ordeño, manejo y estado sanitario (Pedauye, 1989; Vargas *et al*. 2000, citado por Martínez, 2000).

UTILIZACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA DESCRIBIR LAS CURVAS DE LACTANCIA

Modelos matemáticos

Un modelo matemático es una representación abstracta de una realidad. En términos generales, el modelo o sistema verdadero es desconocido. Sin embargo, por el conocimiento que se dispone de una realidad es posible representarla en un modelo o sistema ideal (León, & Quiroz, 1994).

La calidad de un análisis estadístico es evaluada por el modelo matemático que describe los datos que representan un evento biológico. Un modelo puede ser determinístico o probabilístico. Un modelo determinístico describe una relación funcional entre eventos sin error. Los modelos probabilísticos son encontrados con mayor frecuencia en biología y agricultura, pero no describen exactamente las relaciones entre eventos. Por ejemplo, el peso de una novilla puede ser predicho a partir de su edad, pero el peso depende de varios factores además de la edad.

Modelos para describir la curva de lactancia

La producción de leche es la más importante fuente de ingreso en un sistema de producción lechero. Constituye la base para la selección de vacas y toros en un programa de mejoramiento genético. Consecuentemente, una medida precisa de la producción de leche es requerida para mantener una eficiente y rentable finca lechera. Además, es importante para mejorar la planificación del manejo del hato, prácticas de alimentación, así como para la descripción matemática de un sistema ganadero (León, & Quiroz, 1994).

La representación gráfica de la relación entre la producción de leche y el tiempo describe la “curva de lactancia”. La forma típica de la curva presenta dos partes: un rápido incremento desde el parto al pico máximo de producción y una declinación gradual hasta que el ordeño no es conveniente.

Las fases que describen la curva de lactancia son: el tiempo a la máxima producción, el pico de la producción de leche y la persistencia, la cual queda definida como el porcentaje de producción mantenida desde el pico al final de la lactancia. Estas partes pueden ser influenciadas genéticamente y afectadas por

factores ambientales tales como: prácticas de manejo, días abiertos, días secos, gestación, año, estación y edad al parto. Estos factores afectan el pico de lactancia y la fase de declinación originando curvas de lactancia atípicas. Un rango de 15 a 40% de vacas en un hato presentan curvas de lactancia atípicas (León, 1994).

La curva de lactancia es indispensable para calcular los requerimientos físicos de alimentación y formular el correspondiente presupuesto.

La curva de producción de leche puede ser descrita por los diferentes coeficientes de un modelo matemático. Al respecto, diferentes modelos matemático han sido usados para predecir la producción de leche a diferentes estados de lactación.

El estudio de recorrido de la lactancia puede hacerse a través de funciones matemáticas que estiman el nivel de producción alcanzado en el tiempo; el propósito es encontrar modelos matemáticos que mejoren la explicación de las curvas de lactancia. Los modelos más utilizados para la estimación de curvas de lactancia son:

- **Modelos lineales:** Entre los que se encuentran, cuadráticos, cuadráticos-logarítmicos, polinomiales inversos, polinomios segmentados, lineal hiperbólico y regresión múltiple.
- **Modelos no lineales:** Entre los que están la función Gamma Incompleta o curva de Wood, la parabólica exponencial y el modelo de Wilmink.

Wood, en 1967, propuso ajustar la totalidad de la curva de lactancia a una ecuación polivalente que puede usarse para estimar todos los tramos de la curva de lactancia, así como la evolución de los componentes lácteos “Función Gama Incompleta” (Buxadé., 1995).

En zonas templadas, se han utilizado los modelos de Wood, Batra y Grossman y Koops, los cuales difieren en sus ecuaciones pero describen bien las curvas de lactancia. Grossman y Koops prefirieron el modelo de Wood y Batra por razones de estadística, simplicidad y porque se ajustan mejor sus datos (Osorio, 2005).

Estos modelos, aún siendo útiles y precisos en muchos casos no consiguen explicar correctamente la fase ascendente de la curva de lactancia. Esto ha obligado a estandarizar la producción de leche y actualizar la curva de lactancia,

con el fin de que se puedan comparar distintos animales en situaciones productivas diferentes (Quintero, Serna & Cerón, 2007).

Función Gamma Incompleta o Curva de Wood

El modelo de Wood es considerado como uno clásico muy utilizado en todo el mundo por la precisión al momento de predecir curvas de lactancia en ganado bovino, dando menores errores residuales, mayores coeficientes de determinación y altos porcentajes de convergencia, pero es necesario conocer que no solo en ésta especie se ha utilizado esta función como mecanismo para la evaluación y selección de animales, los ovinos, cabras de leche, búfalas y camélidos sudamericanos también han sido valorados en varios países con muy buenos resultados (Quintero, Serna & Cerón, 2007).

La función Gamma Incompleta propuesta por Wood (1967), citada por Quiroz, (1994) es:

$$Y = a x^b e^{-cx}$$

Dónde:

Y = Rendimiento en el estado de lactancia kg/d

x = Tiempo de lactancia, período (semana o mes)

a,b,c = Parámetros de la función

e = Función exponencial

r² = Coeficiente de determinación

- En términos biológicos se puede expresar que la constante **a** representa la escala de producción del animal a través del período de lactancia, es decir animales con mayores valores de **a** tienen un nivel productivo más alto.
- El coeficiente **b** está directamente relacionado con la fase de desarrollo, es decir denota el incremento de la producción desde el inicio de la lactancia hasta el pico de producción, mientras mayor sea su valor, más rápido se alcanzará el pico de producción.

- El parámetro **c** es la pendiente de la curva en la fase de recuperación o última fase de la lactancia; si el valor absoluto de este parámetro es pequeño se origina una ligera disminución en la producción, por lo que la curva declina suavemente (León & Quiroz, 1994).

A partir de los parámetros **a**, **b**, **c** de la función Gamma, se pueden estimar algunas características de las curvas de lactancia, que son útiles en la selección y prácticas de manejo y la genética. Entre ellas se tiene la persistencia **S**, la cual es una estimación de la magnitud de la tendencia a mantener las máximas producciones de forma constante. Se puede estimar la tasa de declinación relativa en el punto intermedio entre el tiempo en el cual se registra el rendimiento máximo (**N**) y el tiempo cuando termina la lactancia, así:

$$S = C \{(N-t_f)/(N+ t_f)\}(b)$$

El momento en que se produce el pico de la lactancia es **N=b/c**. La producción máxima en el pico de la lactancia está dada por:

$$Y_{m\acute{a}x} = a (b/c) b e^{-b}$$

La producción total por lactancia es la suma de la producción por día.

También se tiene el coeficiente de determinación **r²** que puede interpretarse como el porcentaje de variabilidad de **Y** explicada o debida a la recta de regresión; mide el grado de dependencia entre variables, tomando el valor 0 en caso de correlación nula o el valor 1 en caso de correlación total (León & Quiroz, 1994).

EXPERIENCIAS CON EL USO DE LA ECUACIÓN DE WOOD O GAMMA

El desarrollo metodológico para el análisis de sistemas de producción agropecuarios ha tenido en Latinoamérica una extraordinaria dinámica en los últimos años.

Para el análisis de sistemas ganaderos, se dispone hoy en día de herramientas que permiten, a partir de observaciones puntuales, estimar con un margen bastante aceptable de precisión eventos productivos que se suceden a través del tiempo, como el análisis de curvas de lactancia (Rivera, 1998).

Distintos investigadores han intentado formas de estimar, con mayor precisión y con el menor número de observaciones, la producción de la vaca lechera. En una curva de lactancia elaborada por Wood (1976), a partir de 600.000 lactancias de vacas frisonas inglesas, obtuvo un coeficiente de determinación de 90,7% (Rivera, 1997). Ossa *et al* (1997), analizando 92 lactancias de vacas mestizas de un hato de doble propósito en la región del Caribe, determinaron que la curva de lactancia se ajusta mejor a un modelo de regresión cuadrática, que al modelo matemático descrito por Wood (1967) y que es de uso común como herramienta de predicción de producción de leche. No obstante que se reportan en la literatura diferentes modelos para predecir la producción de leche, su uso generalizado no es recomendado dado la especificidad de la curva a las condiciones de los sistemas. En su defecto, se propone elaborar modelos de predicción, para cada sistema de producción particular. Un modelo de predicción de producción de leche, una vez validado, se convierte en una poderosa herramienta de análisis para el estudio y caracterización de los aspectos económicos, productivos y técnicos de un sistema lechero.

Ossa, Torregroza & Alvarado (1997), con el objeto de determinar el comportamiento de la curva de lactancia en vacas mestizas, manejadas bajo el sistema de doble propósito en las condiciones ambientales del Centro de Investigación Turipaná de Corpoica, Municipio de Cereté, Departamento de Córdoba, Colombia, registraron las lactancias de 92 vacas mestizas entre septiembre de 1990 y enero de 1992. Para el análisis de la muestra obtenida utilizaron el modelo matemático $Y_x = a \cdot x^b \cdot e^{-cx}$, descrito por Wood (1967). Los valores de r^2 derivados del modelo de Wood, fueron de 0,74; 0,85 y 0,80 para los órdenes 1 (primera lactancia), 2 (segunda y tercera lactancia) y 3 (cuarta o más lactancias), respectivamente.

Según el modelo de Wood, el pico de la lactancia se alcanzó en los días 64, 46 y 38 para los órdenes 1, 2 y 3, mientras que las producciones de leche máximas registraron 4,4; 5,5 y 5,5 kg/día, respectivamente. No hubo cambios apreciables en la pendiente de la curva antes y después del pico de producción, pues ésta fue similar entre las vacas con diferente número de lactancias, lo cual sugiere que las condiciones de manejo y alimentación, no dieron lugar a una manifestación

adecuada del potencial de producción de leche de los animales del grupo investigado.

León, (1994) en su estudio, reportó los siguientes resultados que se observan en el Cuadro 9:

Cuadro 9. Coeficientes de la curva de lactancia de vacas Brown Swiss en dos grupos de edades en el Altiplano de Puno, descrita por el modelo de Gamma Incompleta y Compartamental

MODELO	COEFICIENTE	EDAD (años)	
		2 – 4,9	5,0 - 7
Gamma Incompleta	a	18,1 ± 2,4	13,7 ± 4,2
	b	0,06 ± 0,03	0,04 ± 0,06
	c	0,0045 ± 0,0014	0,0056 ± 0,0006
Compartamental	m	111,08 ± 17,23	162,8 ± 10,1
	n	0,006 ± 0,006	0,007 ± 0,0005
	p	0,0016 ± 0,0003	0,0019 ± 0,0002
	q	-131,5 ± 18,4	-72,4 ± 22,5

Fuente: León, (1994)

Actualizado por: Las autoras, (2012)

Los parámetros que describen la curva de lactancia, usando los dos modelos Gamma Incompleta y Compartamental, de 14 vacas, registradas para una edad de 4 a 4,9 años con 288 ± 7 días de lactancia fue de 4038 ± 628 kg; la curva Gamma Incompleta promedió 4012 ± 630 kg, subestimando en -0,6%, y la Compartamental 4087 ± 611 , con una sobreestimación de + 1,2%. Sin embargo, ambas curvas no difieren de los datos reales y son posibles de usar.

Otra investigación realizada en Ecuador por Cajas, (2008) en el análisis de curvas de lactancia en tres predios de distinto potencial productivo en la provincia de Pichincha, estableció que la curva de lactancia para el total de vacas evaluadas en la Hacienda Santa Catalina- INIAP, mediante la aplicación de la ecuación Gamma Incompleta o Curva de Wood utilizada por el modelo matemático MATLAB, obtuvo los siguientes coeficientes: el valor de **a** que representa la escala de

producción del animal a través del periodo de lactancia es de 20,19; el valor de **b** que denota el incremento de la producción desde el inicio de la lactancia hasta el pico de producción es de 0,047 y el valor de **c** que es la pendiente de la curva en la fase de recuperación o última fase de la lactancia es de -0,019.

Nótese también que el coeficiente de determinación es alto, por lo tanto, el 98% de la variabilidad que se da se está ajustando al modelo matemático aplicado.

Betancourt y Coba (2010) en su informe sobre Implementación y Validación de un sistema de identificación electrónica mediante bolos reticulares “Rumitag” en el hato bovino del IASA, demostraron que al establecer la curva de lactancia para el total de vacas evaluadas de primera lactancia en la Hacienda El Prado – IASA 1, mediante la aplicación de la función Gamma Incompleta o curva de Wood, utilizada por el modelo matemático MATLAB, se obtuvieron las siguientes deducciones: para las vacas de primer parto de la Hacienda El Prado IASA 1 se señala los siguientes valores **a** (8,269 litros por día), **b** (0,02281 litros por día), **c** (0,0007495 litros por día) y **r²** (0,2367); por lo tanto, solo el 23,67% se ajustó a la curva del primer parto, esto debido a las características intrínsecas que se presenta ajustándose al modelo matemático aplicado.

CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL PROGRAMA ELECTRÓNICO MATLAB

Ya que la Función Gamma o Curva de Wood, es utilizada por el programa electrónico MATLAB, para la predicción y análisis de las curvas de lactancia, debido a la facilidad de linealización de la curva Gamma Incompleta para estimar sus parámetros, es indispensable conocer sus aplicaciones y usos.

MATLAB (abreviatura de MATrix LABoratory, “Laboratorio de Matrices”), es un programa electrónico matemático que ofrece un desarrollo integrado de matrices, lo que permite resolver problemas en una fracción de tiempo.

Es un entorno de computación orientado para llevar a cabo proyectos en donde se encuentren implicados elevados cálculos matemáticos y la visualización gráfica de los mismos (Wikipedia, 2009).

Integra el análisis numérico, cálculo de matrices, procesamientos de señales y graficación, en un ambiente sencillo de utilizar (Wikipedia, 2009).

Con MATLAB se puede llevar a cabo cálculos numéricos de casi todo tipo, pudiendo manipular vectores y matrices, tanto reales como complejas, con funciones y fórmulas de variadas ramas de las matemáticas (Ramírez, 2002).

Una de las capacidades más atractivas es la de realizar una amplia variedad de gráficos en dos y tres dimensiones.

Cuenta con aplicaciones específicas llamadas toolboxes, que son colecciones de funciones utilizadas para resolver alguna clase particular de problema. Las áreas en donde los toolboxes están disponibles incluye el procesamiento de señales, diseño de sistemas de control, la simulación de sistemas dinámicos, la identificación de sistemas, redes neuronales y otros (Álvarez & Londoño, 2007).

Utilidad del MATLAB

Como ya se mencionó anteriormente, MATLAB es una poderosa herramienta para operar y graficar funciones de variables reales y calcular la inversa y la compuesta de funciones, tales como las polinominales, exponenciales, logarítmica, trigonométricas y funciones por tramos (Álvarez & Londoño, 2007).

Es por eso que la utilidad radica en la gran rapidez para realizar cualquier cálculo anterior y graficar simultáneamente, lo que permite una ágil visualización de los cambios que sufre una función ante una transformación. Además, es posible ver de inmediato el efecto de desplazamiento, alargamiento y reflexión, lo que hace que una de sus características más atractivas sea la posibilidad de resolver problemas de gran complejidad mediante pocas instrucciones, frente a otros programas en los que serían necesarios páginas enteras de códigos (Álvarez & Londoño, 2007).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se llevó a cabo en la Hacienda del Centro Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET), de propiedad de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador, ubicada en:

- **Provincia:** Pichincha
- **Cantón:** Quito
- **Parroquia:** Tumbaco
- **Barrio:** La Tola Chica
- **Sitio:** Centro Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET)
- **Latitud:** 00°13'00” Sur
- **Longitud:** 78°22'00” Oeste
- **Altitud:** 2465 msnm
- **Cuenca Hidrológica:**
 - **Cuenca:** Río Esmeraldas
 - **Subcuenca:** Río Guayllabamba
 - **Microcuenca:** Río Pita
- **Clasificación ecológica:** bosque seco Montano Bajo
- **Precipitación promedio anual:** 860 mm
- **Temperatura promedio anual:** 15,7 °C
- **Temperatura máxima:** 26.5 °C
- **Temperatura mínima:** 7 °C
- **Humedad relativa:** 75,0%
- **Heliofanía:** 1200 y 2000 horas anuales

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2011)

MATERIALES Y MÉTODOS

Insumos y Equipos

Campo

- Registros de producción de leche de las vacas seleccionadas desde el año 2005 – 2011

Sistematización

- Programa electrónico MATLAB

METODOLOGÍA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN

- Revisión de los registros de producción de leche de todas las vacas de la hacienda.
- Selección y agrupación de vacas de acuerdo a su potencial productivo, las mismas que cumplieron con los siguientes requisitos: número de partos, número de lactancias y producciones semejantes de acuerdo al potencial al que pertenezcan, sea este alto, medio o bajo, además de presentar un período de lactancia en el rango de 240 días a 370 días y se procedió a la selección.
- Investigación de los registros para determinar el número de lactancias de las vacas seleccionadas.
- Recolección de datos.
- Ajuste de los datos obtenidos de las lactancias completas de las vacas seleccionadas; es decir que al examinar cada lactancia los valores atípicos fueron corregidos.
- Sistematización de la información recolectada con la utilización del programa electrónico MATLAB
- Predicción de las curvas de lactancia
- Ajuste de las curvas de lactancia

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediante el uso de los coeficientes **a**, **b** y **c**, de la función Gamma, en donde:

- **a** = Representa la escala de producción del animal a través del período de lactancia
- **b** = Denota el incremento de la producción desde el inicio de la lactancia hasta el pico de producción
- **c** = Es la pendiente de la curva en la fase de recuperación o última fase de la lactancia
- **r²** = Coeficiente de determinación o coeficiente de regresión

Se compararon los Coeficientes a, b, y c de las vacas de producción alta, media y baja dentro de la Hacienda, utilizando Análisis de Varianza Completamente al Azar con igual número de repeticiones y Prueba de Duncan.

TIPO DE ANÁLISIS

Con los datos obtenidos de los registros de producción de leche, expresados en producción diaria, se procedió a compararlos mediante la Función Gamma propuesta por Wood (1967), la misma que se describe en el programa electrónico MATLAB para predecir curvas de lactancia.

Ecuación de la Función Gamma

$$Y = a x^b e^{-cx}$$

Dónde:

Y = Rendimiento en el estado de lactancia kg/d

x = Tiempo de lactancia, periodo (días, semana o mes)

a,b,c = Parámetros de la función

e = Función exponencial

MÉTODOS ESPECÍFICOS DEL MANEJO DEL EXPERIMENTO

El proyecto de investigación comprendió las siguientes fases, que se realizaron secuencialmente:

Fase de campo

La fase de campo tuvo una duración de 2 meses, tiempo en el cual se desarrollaron las siguientes actividades:

- Revisión de los registros de producción de leche de todas las vacas.
- Investigación de los registros para determinar el número de partos de las vacas seleccionadas.
- Recolección de datos
- Selección y agrupación de las vacas de acuerdo a su potencial productivo y según el número de partos.

Se tomó en cuenta para la selección que sean vacas con lactancias que se encuentren dentro del siguiente rango: no menores de 240 días y no mayores de 370 días.

Por lo que se seleccionaron 8 vacas para cada tratamiento, alto, medio y bajo respectivamente.

- Ajuste de los datos obtenidos de las lactancias completas de las vacas seleccionadas.
- Investigación del manejo del hato bovino del CADET

Fase de Sistematización

La fase de sistematización tuvo una duración de 3 meses, en la cual se realizaron las siguientes actividades:

- Incorporación de los datos obtenidos en una tabla Excel
- Capacitación de las tesisistas con el programa electrónico MATLAB
- Incorporación de los datos al programa electrónico MATLAB
- Sistematización de la información recolectada con la utilización del programa electrónico MATLAB empleando el modelo de Wood.
- Ensayo del escenario real para cada tratamiento
- Predicción de las curvas de lactancia

- Utilización de datos reales de las vacas seleccionadas
 - Revisión e incorporación de la ecuación de Wood en el programa electrónico MATLAB
 - Corridas de la ecuación para cada vaca
 - Ajuste de curvas de lactancia
 - Obtención de ecuaciones en función del ajuste de la curva de lactancia obtenida por el modelo de Wood.
- Ensayo de escenarios para cada tratamiento
 - Eliminación de datos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DEFINICIÓN DEL ESCENARIO

El presente estudio se realizó en la Hacienda CADET que cuenta con bovinos de la raza Holstein Friesian manejados bajo un sistema de pastoreo semi-intensivo con suplementación. Las praderas tienen una mezcla forrajera entre leguminosas (alfalfa, trébol blanco y rojo) y gramíneas (kikuyo, rye grass perenne y anual). El uso y el nivel de concentrado es aproximadamente 1kg/vaca/ordeño, con un aporte de sal mineralizada de 160 gr/vaca/ordeño.

El nivel de producción es de 8000-6000 litros/lactancia en vacas de alta producción, de 6000-4000 litros/lactancia en vacas de mediana producción y menos de 4000 litros/lactancia en vacas de baja producción aproximadamente.

Escenario de trabajo de la ganadería del Centro Académico Docente Experimental La Tola (CADET)

Manejo del hato bovino en el CADET

El Centro Académico Docente Experimental La Tola, está ubicada en el valle de Tumbaco, sector La Tola, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador.

Es una Hacienda enfocada en la producción agrícola y pecuaria específicamente en el área de ganadería.

Actualmente cuenta con un hato de 124 animales distribuidos en las diferentes categorías:

Cuadro 10. Número de animales por categorías de la Hacienda el CADET

CATEGORÍA	NÚMERO	%
Terneros de 0- 3 meses	7	5,64
Terneros de 3 – 6 meses	3	2,42
Medias	5	4,03
Vaonas fierro y vientres	26	20,96
Vacas del Seco	20	16,12
Vacas producción	63	50,80
Total Unidades Bovinas	114	100

Fuente: Registro de inventario del hato bovino del CADET, (2011)

Elaborado por: Las autoras, (2012)

El plan de manejo bovino se basa en aspectos fundamentales de los procesos de: Producción, Reproducción, Nutrición y Sanidad.

Manejo de terneras (0-3 meses de edad)

- Limpieza de nariz y boca con un trapo limpio al momento del nacimiento para permitir que el ternero respire.
- Desinfección del ombligo con una solución de yodo
- Alimentación de la cría con calostro
 - Durante las primeras 4 horas ingieren el 6% de su peso, es decir de 2 a 2,5 litros de leche (3 a 4 litros el primer día)
 - Pesaje de la cría al nacer
 - Retirar la cría de la madre
- Colocación de los terneros en la sala cuna, que cuenta con :
 - Una cama limpia y seca.
 - Baldes de plásticos limpios para colocar la leche y el agua fresca.
 - Comederos para colocar el pasto.
 - Posteriormente se administra 2 litros de leche cada 12 horas, hasta los 3 meses de edad, reduciendo la cantidad gradualmente.
 - La leche se administra aproximadamente a 37 °C.
 - Alimentación con balanceado a partir de la primera semana de edad.
 - Alimentación con pasto a partir de la segunda semana de edad.

- Descorne; con la utilización de sosa cáustica hasta la segunda semana de edad; caso contrario con hierro caliente a partir del mes de edad.
- Identificación visual (aretes de plástico) a partir de la segunda semana de edad.

Manejo de terneras de 3 a 6 meses

- La alimentación en el corral básicamente consiste en pasto de corte (mezcla forrajera de leguminosas + gramíneas), más balanceado (crecimiento 1 kg/ animal), además de sal mineralizada (50 gr/animal) y agua a voluntad.

El alimento balanceado reúne todos los requerimientos de proteína y energía que requiere el animal para su desarrollo.

- Cumplidos los 6 meses, las terneras pasan a potreros especialmente destinados para animales de esta edad, para evitar que pierdan peso y a la vez ganen, lo que no conseguirían junto con el ganado seco, debido a la competencia por el alimento.

Manejo de vaconas medias (6 - 12 meses de edad) y fierro (12 - 18 meses de edad)

- Determinación del peso y edad al inicio de la etapa reproductiva
- Alimentación en potreros con una mezcla forrajera de leguminosas y gramíneas.
- Administración de sales minerales (50 gr/animal)
- Vitaminización mensual
- Aplicación de reconstituyentes orgánicos cada 15 o 45 días dependiendo de las necesidades de los animales
- Registros de: nutrición, pesaje, reproducción y sanidad
- Los animales que cumplen el año de edad, pasan a formar parte del ganado seco.

Manejo de vaconas vientre (18 meses en adelante)

- Alimentación en potreros con una mezcla forrajera de leguminosas y gramíneas.

- Aporte de sales minerales 2 veces por semana en una cantidad promedio de 50 gr/animal
- Protocolo de gestación:
 - Detección visual del celo, 3 veces al día (mañana, medio día, tarde)
 - Reproducción: por inseminación artificial al alcanzar un peso promedio de 380 kg (raza Holstein) y 270 kg (raza Jersey), aproximadamente 17 a 18 meses de edad.
- Inseminación artificial luego de las 12 horas de haberse detectado el celo
- Cuidado de las hembras gestantes:
 - A los 21 días de la inseminación artificial, se observa que no haya repetición de celo después del servicio.
 - Confirmación de la gestación mediante palpación rectal, 60 días después del servicio.

Manejo de vacas secas

- Suspensión del ordeño progresivamente a las vacas que les falta 2 meses para el parto
- Aplicación de una terapia de secado, utilizando tubos intramamarios con antibióticos
- Alimentación, esencialmente en pastoreo; los potreros cuentan con mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas
- Aporte de sales minerales 2 veces por semana, aproximadamente 50 gr/ animal
- Vitaminización y mineralización mensual

A pesar de saber la importancia de mantener al ganado seco en los mejores potreros, no se puede aplicar, pues éstos están reservados para las vacas de producción. Los potreros donde pastorea el ganado seco están constituidos principalmente, por kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Manejo de vacas en producción

- La alimentación es en base a forraje y balanceado. Se suministra en promedio 2 kg de balanceado vaca/día en un animal con condición

corporal de 2,5 – 3,0 y 4 kg vaca/ día para las que inician el período de lactancia.

- Aporte de sales minerales aproximadamente 100 a 120 gr vaca/ordeño
- Vitaminización y mineralización mensual
- Aplicación de reconstituyentes orgánicos cada 15 o 45 días dependiendo de las necesidades de los animales
- Los potreros para las vacas de producción, constan de una mezcla forrajera entre gramíneas (raygrass anual y perenne) y leguminosas (alfalfa, trébol blanco, rojo, llantén) en una proporción de 75% y 25% respectivamente.
- La distancia que tienen que recorrer las vacas desde el lugar de pastoreo hasta la sala de ordeño causa gasto de energía y pérdida de leche, sumando a esto el mal estado de las dos vías que unen los potreros con el establo.

Producción de leche

La producción promedio de leche vaca/día oscila entre 10 – 20 litros, realizadas en dos ordeños (4 am y 3 pm). La mayor parte de la producción es adquirida por “La Holandesa”, empresa dedica a la fabricación de productos lácteos, el resto está destinado a la alimentación de terneras, a la elaboración de quesos y una pequeña cantidad está reservada para múltiples usos en el bar de la Hacienda.

Cuadro 11. Producción total por mes del hato- año 2011

Mes	Producción mensual (Its.)	%	\bar{X} día
Enero	30500	8,57%	983,87
Febrero	24706	6,95%	882,36
Marzo	29684	8,35%	957,55
Abril	33016	9,28%	1100,53
Mayo	31547	8,87%	1017,64
Junio	27100	7,62%	903,33
Julio	26076	7,33%	841,16
Agosto	28099	7,90%	906,42
Septiembre	28154	7,91%	938,47
Octubre	31951	8,98%	1030,67
Noviembre	31976	9,00%	1065,87
Diciembre	32860	9,24%	1060,00
TOTAL	355669	100,00%	11687,87

Fuente: Registros de producción de la Hacienda CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

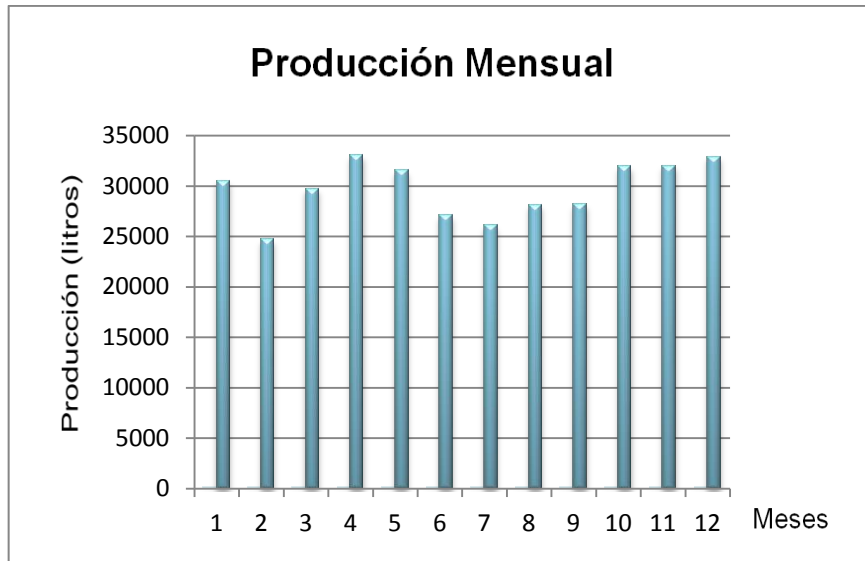


Gráfico 5. Producción mensual perteneciente al año 2011

Fuente: Registros de producción de la Hacienda CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

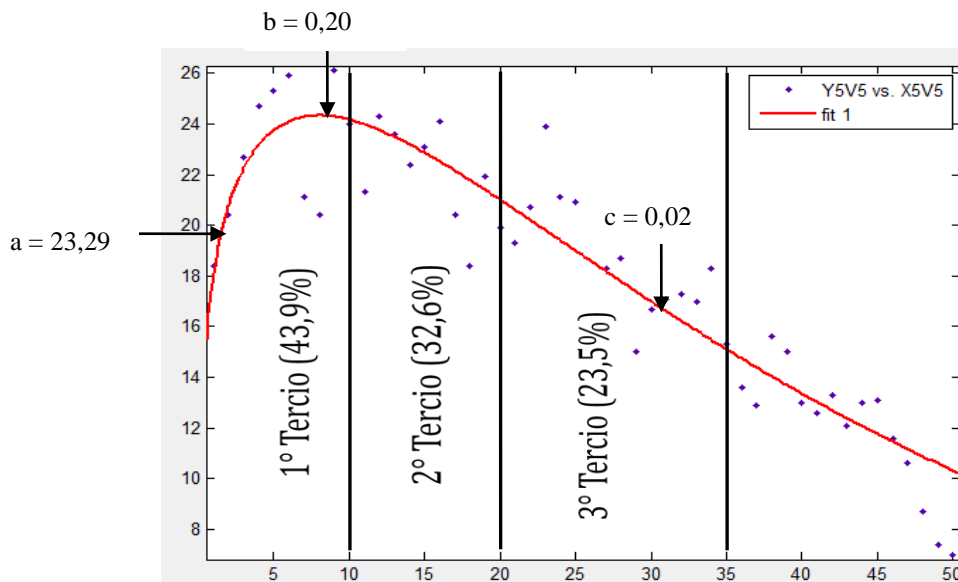


Gráfico 6. Porcentaje de la producción de leche en cada tercio de la lactancia en el CADET

Fuente: Registros de producción de la Hacienda CADET (2011)

Elaborado por: Las autoras

La cantidad de leche total producida en el primer tercio fue de 152937,67 litros que corresponde al 43,9%, en el segundo tercio fue 113814,08 litros que representa el 32,6% del total de la producción y para el último tercio fue de 81803,87 litros que corresponde al 23,5% de la producción total.

Los porcentajes alcanzados difieren ligeramente de los porcentajes de producción lechera de los tercios citados en la literatura.

Como se puede observar en el Gráfico 6, en el cual están representados los coeficientes **a**, **b** y **c**; donde **a** es la escala de producción del animal durante el período de lactancia, animales con mayores valores de **a** tendrán un nivel productivo más alto, en tanto que el coeficiente **b** está directamente relacionado con el incremento de la producción desde el inicio de la lactancia hasta el pico de producción, si su valor es alto, más rápido se alcanzará el pico de producción, en este caso el pico se alcanzó aproximadamente a la sexta semana de producción, tiempo que coincide con lo que señala la literatura para vacas de baja producción.

El coeficiente **c** es la pendiente en la última fase de la lactancia; si el valor es pequeño se origina una ligera disminución en la producción, por lo que la curva declina suavemente, como sucede en el gráfico anterior, mismo que representa una curva de lactancia modelo obtenido de las vacas de producción del CADET, que se sitúa en un 100% mensual y no disminuye del 8% mensual como cita la literatura (pág. 13).

Los coeficientes mencionados anteriormente, no están sujetos a un valor referencial, pues varían de acuerdo a las diferentes condiciones de manejo de cada unidad productiva, por lo que es muy importante saber interpretar éstos valores, para tomar las medidas correctivas más adecuadas, debido a esto los valores obtenidos en este estudio fueron comparados con otras investigaciones realizadas tanto en nuestro país como fuera de él.

Control sanitario

Cuadro 12. Programa de Vacunación del CADET

Edad	Enfermedad	Vacuna	Dosis	Vía	Revacunación
Terberos de 3-6 meses	Brucelosis	Antibag (Cepa 19)	2ml	SC	Única dosis
Terberos de 6-9 meses	Brucelosis	Cepa RB51	2ml	SC	A los 15 meses de edad
Todos los animales	Fiebre aftosa	Aftogen oleosa	2ml	SC	Cada 6 meses
Todos los animales	Triple: Enf. <i>Clostridiales</i> y <i>pasteurella</i>	Sintosep toxoide 8	5ml	IM	Cada 6 meses

Fuente: Registro Sanitario del hato bovino del CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

Cuadro 13. Programa de Desparasitación del CADET

ECTOPARÁSITOS (parásitos externos)				
Producto	Control	Dosis	Aplicación	Frecuencia
Nuvan	Mosca de establo	15 ml/10 lts de agua	Baños de aspersión	Cada 15 días
Neguvón		15 g/20 lts de agua	Baños de aspersión	Cada 15 días
Ectosules		10 ml /animal	Línea dorsal y ombligo	Cada 15 días
ENDOPARÁSITOS (parásitos internos)				
Producto	Control	Dosis	Aplicación	Frecuencia
Fenbendazol	Parásitos gastrointestinales y pulmonares	5 ml/100 kg	VO	Cada 6 meses
Ivermectina		1 ml/50 kg	SC	Cada 6 meses
Levamisoles	Antihelmíntico	1 ml /20 kg	SC	Cada 6 meses

Fuente: Registro Sanitario del hato bovino del CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

Establecimiento y mantenimiento de potreros en el CADET

Para la renovación de potreros se siguen los siguientes pasos:

- Al potrero que va a ser renovado se aplica 1 gr/ha de Glifosato, con el fin matar a las especies forrajeras que han cumplido con su ciclo productivo, además, con el uso de este herbicida se gana tiempo, ya que si se ara

directamente el potrero se debe esperar por lo menos de 4 a 6 meses para que se descomponga la vegetación.

- Después de 6 días se realiza el primer arado; a los 30 días siguientes se realiza un segundo arado y a la vez se pasa una rastra, con el fin de destruir los terrones grandes que quedan después de efectuar el arado.
- Pasada 3 semanas a un mes se pasa nuevamente la rastra y se nivela en lo posible el terreno; el suelo debe quedar bien mullido o suelto.
- Una vez preparado el terreno, se procede a la aplicación del fertilizante, el mismo que se coloca antes de la última mano de rastra, de esta manera el abono quedará al alcance de las raíces de los pastos. La cantidad de fertilizante de establecimiento (Fertiforraje) utilizado es de 4 sacos de 45kg /ha, cuya composición es 12(N) 31(P) 10(Ca)4(Mg)5(S), más 3 sacos de 45 kg/ha de muriato de potasio.
- La siembra no está sujeta a la época del año, pues la hacienda cuenta con un sistema de riego. Las especies forrajeras que se siembran son:
 - 15 kg/ha de alfalfa
 - 48 kg/ha de raygrass anual
 - 22 kg/ha de raygrass perenne
 - 3 kg/ha de trébol blanco y rojo respectivamente.

Estas son sembradas al voleo con una máquina “voleadora centrífuga”.

- Establecido ya el cultivo, se procede al riego por medio de una micro aspersión con el fin de evitar que la semilla salga del suelo.
- Se verifica si se estableció la población (densidad) básica de plantas/m², dependiendo de esto se decide con respecto a la necesidad de hacer resiembras parciales o totales.
- 70 días después de la siembra entra por primera vez el ganado; se hace un pastoreo rápido, es decir en un lapso corto, para evitar el pisoteo excesivo, lo cual compactará el suelo y destruirán las coronas de las raíces de las plántulas.
- Cuando sale el ganado, se procede al corte de igualación, para el control de malezas y obtener un crecimiento uniforme del forraje; además, se realiza la fertilización de mantenimiento, para lo cual utilizan 4 sacos de 45 kg/ha

de fertilizante cuya composición es 21(N) 12(P) 15(Ca) 3(Mg) 4(S), más riego.

La misma fórmula de fertilizante se aplica cada 2 pastoreos; en promedio 5 fertilizaciones al año.

- La dispersión de heces no es una actividad que se la haga con frecuencia.
- Una vez establecido el potrero, el riego se realiza por inundación a través de canales que ingresan el potrero y que se encuentran conectados a la red principal de acequias de la facultad. El riego se realiza cada ocho días siguiendo un orden establecido. La hacienda no lleva un registro de riego de los potreros, por tanto no se puede cuantificar.
- La poca profundidad agrícola que caracteriza a los suelos del CADET permite que exista un deficiente drenaje de agua cuando llueve, provocando el daño de la estructura del suelo por el pisoteo de los animales, apareciendo especies invasoras y malezas que disminuyen la calidad y persistencia del forraje en ciertos potreros.
- La maleza más común que se encuentra en estos potreros es la lengua de vaca (*Rumex crispus*), para lo cual se realiza cortes de igualación en los potreros con problemas de malezas.

Manejo del pastoreo

La Hacienda cuenta con una extensión de 97,5 has de las cuales 47 has están destinadas a los potreros de pastoreo y 3 has a la producción de maíz para la elaboración de ensilaje. El suelo del Centro Académico Docente Experimental La Tola cuenta con una profundidad media, fertilidad baja, con un pH de 6,4 (ligeramente ácido) y de textura franco arenosa.

En cuanto a la frecuencia del pastoreo, se toma en cuenta la recuperación de cada potrero, por lo que los animales entran aproximadamente cada 35 días (no antes debido a la presencia de leguminosas principalmente la alfalfa, pues puede causar trastornos metabólicos).

El número de animales por unidad de superficie (carga animal) es de 2,1 UB/ha; se evita el sobrepastoreo para asegurar la máxima utilización del forraje por el animal sin un daño permanente al potrero. El tipo de pastoreo que se realiza en el

CADET es el denominado pastoreo en franjas, conocido también como pastoreo racionado, el cual consiste en subdividir al potrero del sistema rotativo en franjas diarias con ayuda de la cerca eléctrica. Se raciona el pastoreo con 2 franjas diarias, una después de cada ordeño. Cada franja tiene una extensión de 1 ha en promedio. Este tipo de pastoreo brinda ventajas tales como:

- Desperdicio mínimo de forraje
- Se alcanza alta carga animal por unidad de superficie
- Pastoreo más uniforme
- Menor incidencia de meteorismo
- Se da tiempo suficiente para la recuperación del pasto
- Se evita las infestaciones parasitarias

Cuadro 14. Especies sembradas y sus densidades en los lotes del

CADET

Lote	Especies sembradas	Densidades kg/ha	%
4.1 - 4.2 - 4.5	Ryegrass anual	15,0	29,4
	Ryegrass perenne	15,0	29,4
5.1 - 5.2 - 5.3 - 5.4	Trébol blanco	3,0	5,9
	Trébol rojo	3,0	5,9
6.3 - 6.4	Alfalfa	15,0	29,4
7.5.3			
	Total	51,0	100,0

Fuente: Registro de Manejo de Pastos del CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

El 58,8% de la semilla corresponde a gramíneas y el restante 41,2% son leguminosas.

Suplementación

Está de acuerdo con el nivel de producción. Como se mencionó anteriormente, se utiliza un balanceado de las siguientes características:

Cuadro 15. Balanceado La Fortaleza para vacas alta producción

Proteína mínimo	18%
Grasa mínimo	4%
Fibra máximo	12%
Ceniza máximo	12%
Humedad máximo	13%
TDN mínimo	80%

Fuente: Planta Procesadora de Alimentos “LA FORTALEZA” (2012)

Adaptado por: Las autoras

Cuadro 16. Balanceado La Fortaleza para vaconas crecimiento

Proteína mínimo	16%
Grasa mínimo	2%
Fibra cruda máximo	15%
Ceniza máximo	10%
Humedad máximo	12%

Fuente: Planta Procesadora de Alimentos “LA FORTALEZA” (2012)

Adaptado por: Las autoras

Para vaconas con más de 6 meses de edad, hasta los 7 meses de preñez y para vacas en su periodo seco.

ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LACTANCIA POR GRUPO DE PRODUCCIÓN

Luego de aplicar la ecuación matemática propuesta por Wood en el programa electrónico MATLAB, se obtuvieron los siguientes coeficientes, que se presentan en el Cuadro 17:

Cuadro 17. Coeficientes obtenidos para los 3 grupos de producción, a partir de los datos de registro de leche, por medio de la función Gamma o curva de Wood ($Y=ax^b e^{-cx}$)

Producción	Coeficientes				Ecuación General
	a	b	c	r ²	
Alta	24,35	0,12	0,04	0,82	$24,35X^{0,12} \exp^{-0,04X}$
Media	18,51	0,25	0,02	0,70	$18,51X^{0,25} \exp^{-0,02X}$
Baja	13,15	0,23	0,02	0,65	$13,15X^{0,23} \exp^{-0,02X}$

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

Para las vacas de alta producción el valor de **a**, que representa la escala de producción del animal a través del período de lactancia, es de 24,35; el valor de **b**, que denota el incremento de la producción desde el inicio de la lactancia hasta el pico de producción, es de 0,12 y el valor de **c**, que es la pendiente de la curva en la fase de recuperación o última fase de lactancia, es 0,04; nótese que el coeficiente de determinación es alto; por lo tanto, el 82% de la variabilidad que se da se está ajustando al modelo matemático aplicado en el CADET.

Para el grupo de mediana producción los valores de **a**, **b** y **c** reportados fueron: 18,51; 0,25 y 0,02, respectivamente, notándose una ligera variación entre **a** y **b**. El coeficiente de determinación que se obtuvo fue de 0,70.

Para el último grupo se obtuvieron los siguientes resultados: para **a**, 13,15; para **b**, 0,23 y **c**, 0,02. El valor del coeficiente de determinación fue de 0,65.

Los valores de **b** reportados para las vacas de mediana y baja producción indican que alcanzaron más rápido el pico de producción, en tanto que el tiempo para llegar al pico de lactancia se prolongó en las vacas de alta producción, lo cual coincide con la literatura al mencionar que el crecimiento en la fase ascendente depende del nivel productivo; es decir mientras menor sea el nivel productivo del animal más rápido se alcanzará el pico y viceversa.

El tiempo en alcanzar la producción máxima para los 3 grupos de producción fue de 6 semanas aproximadamente.

Los valores de c obtenidos para los tres grupos de producción muestran un coeficiente de persistencia óptimo, debido a que la pendiente de la curva declina de manera gradual, principalmente en los grupos de mediana y baja producción, es decir que el nivel de mantenimiento y descenso de la producción láctea se mantuvo constante a través de su lactancia, lo cual coincide con lo señalado en la literatura (pág. 13).

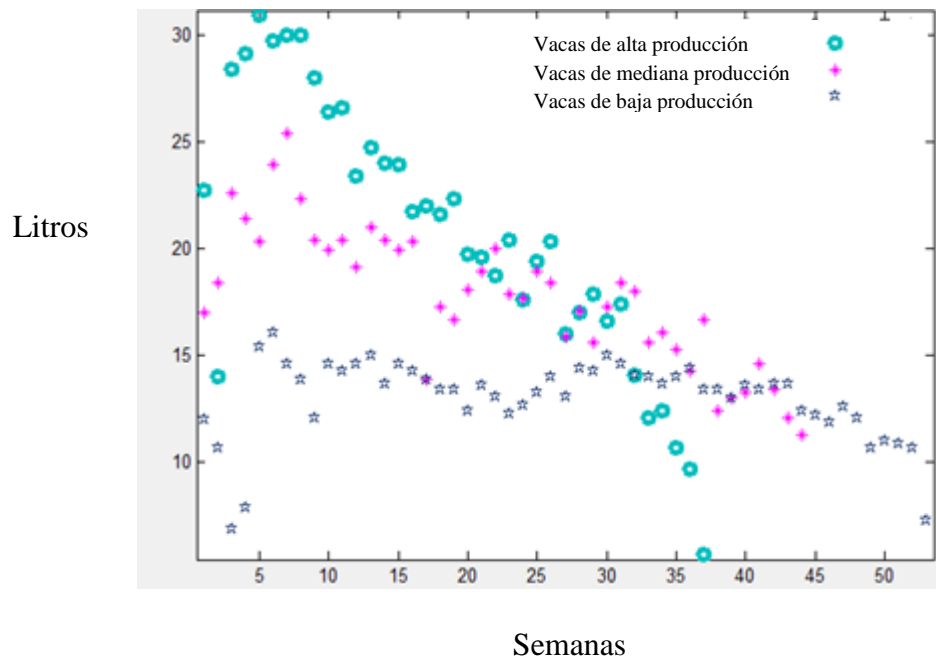


Gráfico 7. Modelos de Curvas de lactancia para los grupos de alta, media y baja producción

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

Como se puede observar en el Gráfico 7, las curvas de lactancia que presentan los 3 grupos de producción tienen un incremento significativo desde el inicio de la lactancia hasta el pico de producción; además presentan una buena persistencia de la curva, principalmente las de media y baja producción debido a que éstas pudieran tener niveles iniciales de producción menores a las vacas de alta producción, es decir que los dos últimos grupos de producción, después de alcanzar el pico de lactación, la producción de leche tiende a decrecer, pero la

capacidad de mantener el volumen de leche producido con respecto al mes anterior es adecuado para su nivel de producción, resultando la disminución en una producción constante (suave y progresiva) durante el último tercio de la lactación, lo cual es óptimo según indica la literatura, pues no debe disminuir entre el 8 al 10% mensual.

Los valores de los coeficientes **a**, **b** y **c** de este estudio son superiores a los reportados por Cajas (2008) en su estudio realizado en la Hacienda Santa Catalina-INIAP, donde analizó curvas de lactancia de vacas de distinto potencial productivo y obtuvo los siguientes resultados: para **a** 23,29; para **b** 0,041 y **c** 0,018 en el grupo correspondiente a las vacas de alta producción, para las de mediana producción fue de 19,92; 0,044 y -0,016 en ese mismo orden, y para las vacas de baja producción fue de 16,13; 0,14 y -0,029 respectivamente.

Por los resultados obtenidos, se puede apreciar una clara diferencia del coeficiente **a** entre los tres grupos producción; dichas diferencias, probablemente, están dadas por el nivel productivo de los animales, condición corporal, número de partos, el tipo de cruzamiento y estado de salud. En tanto que los valores de **b** y **c** son similares.

Numerosos autores coinciden en señalar a la carga animal como el factor más importante capaz de afectar el potencial productivo; en el caso de la Hacienda CADET la carga animal promedio es de 2,1/animal/ha, cada potrero se divide en lotes de 1 ha en promedio y el ciclo de pastoreo se da cada 35 días. La mezcla forrajera está compuesta, principalmente por: alfalfa, trébol blanco y rojo, rye grass y kikuyo, en una proporción de 25% y 75% respectivamente. Al momento de realizar el análisis de estos parámetros se pudo apreciar que el punto de referencia para el pastoreo es una unidad de superficie sin tener en cuenta sus variaciones en la disponibilidad forrajera, por lo tanto a lo largo del año se pudieron crear sucesivamente situaciones de sobre y sub-pastoreo, situación que afectó a las vacas de alta producción, impidiendo que demuestren su verdadero potencial. Sabiendo que la suplementación es un importante componente capaz de modificar el incremento de la producción de leche, siempre y cuando exista una buena disponibilidad de forraje que genere una repuesta positiva del potencial

animal, en la mayoría de haciendas no se aplica dicho concepto, por lo que es necesario su uso racional en base al nivel productivo de las vacas.

La mayoría de vacas en estudio no contaban con una condición corporal adecuada, lo que sugería una posible presencia de desórdenes sub-clínicos, que se manifestaban en una disminución de la producción láctea y en el consumo de alimento, dando como consecuencia vacas flacas que no tenían las suficientes reservas corporales para poder producir la cantidad de leche que su capacidad genética indica, ni tampoco para regresar rápida y en forma eficiente al grupo de vacas gestantes, igual situación ocurría con las vacas secas.

Los animales de la Hacienda en estudio consumen 160 gr de sal mineralizada/ordeño, con el objetivo de cubrir sus necesidades, pues la disponibilidad biológica de los minerales en los forrajes, se ve afectada por el tipo de suelo, pH, clima y temperatura de la zona.

Se debe considerar también que el mayor coeficiente de determinación fue para el grupo de alta producción, diferenciándose estadísticamente de las de media y baja producción.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS CURVAS DE LACTANCIA

Cuadro 18. Datos del coeficiente (a) obtenidos a partir de la Ecuación de Wood para los grupos de producción alta, media y baja

	T1	T2	T3
	28,30	19,56	19,16
	21,90	17,66	13,06
	27,20	18,60	14,37
	27,76	16,02	15,46
	23,29	18,84	9,22
	20,60	20,25	12,51
	26,03	19,13	11,90
	19,72	18,00	9,48
$\Sigma =$	194,80	148,06	105,16
$\bar{X} =$	24,35	18,50	13,14

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Cuadro 19. Análisis de varianza del coeficiente (a) del modelo MATLAB en vacas de producción alta, media y baja

ANADEVA (Coeficiente a)					
Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft 5%
Tratamiento	2	502,51	251,30	13,91	3,47
Error	21	379,49	18,07	-	-
Total	23	8529,90	-	-	-

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Ho = T1=T2=T3 Rechazo

H1 = T1≠T2≠T3 Acepto (Diferencia Altamente Significativa)

Rango Mínimo de Diferencia 5% (RMD)

Sx = 1,51		
2	3	4
2,95	3,10	3,18

$$T1 \text{ vs } T2 = 24,35 - 18,50 = 5,85 > 4,80 \text{ DS}$$

$$T1 \text{ vs } T3 = 24,35 - 13,14 = 11,21 > 4,68 \text{ DS}$$

$$T2 \text{ vs } T3 = 18,50 - 13,14 = 5,36 > 4,45 \text{ DS}$$

Cuadro 20. Escala de posiciones de los tratamientos 1, 2 y 3

3°	2°	1°
T3	T2	T1
13,14	18,50	24,35

c **b** **a**

^{a,b,c} Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos, según prueba de Duncan.

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Cuadro 21. Datos del coeficiente (b) obtenidos a partir de la Ecuación de Wood para los grupos de producción alta, media y baja.

	T1	T2	T3
	0,09	0,10	0,10
	0,15	0,17	0,34
	0,10	0,24	0,13
	0,45	0,18	0,16
	0,20	0,13	0,23
	0,34	0,88	0,28
	0,12	0,03	0,18
	0,18	0,19	0,37
$\Sigma =$	1,26	1,96	1,82
$\bar{X} =$	0,16	0,25	0,22

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Cuadro 22. Análisis de varianza del coeficiente (b) del modelo MATLAB en vacas de producción alta, media y baja.

ANADEVA (Coeficiente b)					
Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft 5%
Tratamiento	2	0,03	0,01	0,38	3,47
Error	21	0,84	0,04	-	-
Total	23	0,87	-	-	-

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Ho = T1=T2=T3 Acepto (Diferencia No Significativa)

H1 = T1≠T2≠T3 Rechazo

Rango Mínimo de Diferencia 5% (RMD)

Sx = 0,07		
2	3	4
2,95	3,10	3,18

T2 vs T1 = 0,25 – 0,16 = 0,09 < 0,22 DNS

T2 vs T3 = 0,25 – 0,22 = 0,03 < 0,22 DNS

T3 vs T1 = 0,22 – 0,16 = 0,06 < 0,21 DNS

Cuadro 23. Escala de posiciones de los tratamientos 1, 2 y 3

3°	2°	1°
T1	T3	T2
0,16	0,22	0,25
cb	ba	a

^{a,b,c} Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos, según prueba de Duncan.

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Cuadro 24. Datos del coeficiente (c) obtenidos a partir de la Ecuación de Wood para los grupos de producción alta, media y baja.

	T1	T2	T3
	0,01	0,01	0,02
	0,01	0,01	0,03
	-0,02	0,03	0,01
	0,16	0,01	0,02
	0,02	0,02	0,01
	0,05	0,02	0,03
	0,02	0,01	0,01
	0,02	0,02	0,03
$\Sigma =$	0,31	0,17	0,19
$\bar{X} =$	0,03	0,02	0,02

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Cuadro 25. Análisis de varianza del coeficiente (c) del modelo MATLAB en vacas de producción alta, media y baja

ANADEVA (Coeficiente c)					
Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft 5%
Tratamiento	2	0,002	0,001	1	3,47
Error	21	0,021	0,001	-	-
Total	23	0,023	-	-	-

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Ho = T1=T2=T3 Acepto (Diferencia No Significativa)

H1 = T1≠T2≠T3 Rechazo

Rango Mínimo de Diferencia 5% (RMD)

Sx = 0,01		
2	3	4
2,95	3,10	3,18

T1 vs T2 = 0,03 – 0,02 = 0,01 < 0,035 **DNS**

T1 vs T3 = 0,03 – 0,02 = 0,006 < 0,034 **DNS**

T3 vs T2 = 0,02 – 0,02 = 0,004 < 0,032 **DNS**

Cuadro 26. Escala de posiciones de los tratamientos 1, 2 y 3

3°	2°	1°
T2	T3	T1
0,02	0,02	0,03

cb ba a

^{a,b,c} Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos, según prueba de Duncan.

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS

ACTIVIDAD	DURACIÓN																											
	1er Mes				2do Mes				3er Mes				4to Mes				5to Mes				6to Mes							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Selección de las vacas con periodo de lactancia de 240 a 370 días	■	■																										
2. Agrupación de las vacas de acuerdo al número de partos, número de lactancias y producciones semejantes			■																									
3. Establecimiento de los tres grupos de producción: alta media y baja mediante la fórmula $X \pm S$				■																								
4. Ajuste de los datos obtenidos					■																							
5. Incorporación de los datos obtenidos en una tabla Excel						■																						
6. Incorporación de los datos en el programa electrónico MATLAB							■																					
7. Visualización de las curvas de lactancia de las vacas seleccionadas en el programa electrónico MATLAB								■																				
8. Ajuste de las curvas de lactancia de las vacas seleccionadas									■																			
9. Selección de las vacas más productivas										■																		
10. Cálculo del análisis de varianza mediante la comparación de los parámetros de la función (a, b, c)											■	■																
11. Discusión de los resultados obtenidos de cada grupo experimental													■	■														
12. Revisión bibliográfica															■	■	■	■	■	■								
13. Comparación de los resultados estándares con los resultados obtenidos																			■	■								
14. Conclusiones																							■					
15. Recomendaciones																								■				
16. Calificación																									■			
17. Corrección																										■		
18. Aprobación final																												■

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS

ACTIVIDAD	DURACIÓN																											
	1er Mes				2do Mes				3er Mes				4to Mes				5to Mes				6to Mes							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Selección de las vacas con periodo de lactancia de 240 a 370 días	■	■																										
2. Agrupación de las vacas de acuerdo al número de partos, número de lactancias y producciones semejantes			■																									
3. Establecimiento de los tres grupos de producción: alta media y baja en base a los coeficientes derivados de la función Gamma				■																								
4. Establecimiento del escenario de trabajo en el Centro Académico Docente Experimental “La Tola”					■	■																						
5. Incorporación de los datos obtenidos en una tabla Excel							■	■																				
6. Familiarización con el Programa electrónico MATLAB									■	■																		
7. Incorporación de los datos en el programa electrónico MATLAB									■	■	■																	
8. Visualización de las curvas de lactancia de las vacas seleccionadas en el programa electrónico MATLAB									■	■	■																	
9. Ajuste de las curvas de lactancia de las vacas seleccionadas									■	■	■																	
10. Cálculo del análisis de varianza mediante la comparación de los parámetros de la función (a, b, c)												■	■	■														
11. Discusión de los resultados obtenidos de cada grupo experimental															■	■	■											
12. Revisión bibliográfica																	■	■	■	■								
13. Conclusiones																									■			
14. Recomendaciones																										■		
15. Calificación																											■	
16. Corrección																											■	■

Se realizaron las siguientes variaciones en cuanto a las actividades programadas:

- El establecimiento de los 3 grupos de producción: alta media y baja mediante la fórmula $X \pm S$ no fue efectuado de esa forma, en su lugar fue constituido en función de los coeficientes derivados de la ecuación de Wood en el programa electrónico MATLAB con el fin de obtener valores más homogéneos en cuanto a los valores de dichos coeficientes y realizar un análisis estadístico más preciso.
- Se realizó el establecimiento del escenario de trabajo en el Centro Académico Docente Experimental “La Tola”, con el fin obtener información para efectuar la discusión posterior.
- Familiarización con el Programa electrónico MATLAB, para adquirir un conocimiento definido sobre la herramienta informática que se utilizaría durante el presente estudio.
- Comparación de los resultados estándares con los resultados obtenidos, no fue posible hacerlo debido a que los coeficientes no están sujetos a un valor estándar, pues éstos sufren variaciones de acuerdo a las condiciones de manejo y alimentación de cada sistema productivo.

Los valores estándar se refieren a valores referenciales que pueden ser locales, nacionales o internacionales, o los referentes de cada raza en su país de origen.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Es posible la utilización de la función Gamma o curva de Wood como herramienta válida para el análisis de curvas de lactancia en los hatos bovinos del país, ya que sirve para calcular y predecir la producción total de la lactancia, el incremento de la producción desde el inicio de la lactancia hasta el pico de producción y la pendiente de decremento de la curva de lactancia.
2. El manejo del programa electrónico MATLAB es funcional, por su simplicidad y por su facilidad en la obtención de resultados y gráficos de manera clara y rápida.
3. Los resultados encontrados demuestran que el manejo del hato en el CADET, sobre todo en el manejo del pastoreo, no diferencia entre los diferentes grupos de producción, lo que afecta la eficiencia de utilización de la pastura, favoreciendo a las vacas de menor potencial y perjudicando las exigencias nutricionales de vacas de mayor potencial.
4. El uso de concentrado, sin diferenciar entre vacas de alto, medio o bajo nivel de producción, representa un limitante para una adecuada respuesta productiva del hato. Además, en condiciones reales de producción, la carga animal es el parámetro más utilizado, ya que tanto la presión de pastoreo como la receptividad suponen mediciones periódicas de la disponibilidad forrajera, que son difíciles de practicar en nuestro medio.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el empleo de la función Gamma o curva de Wood como sistema de evaluación productiva de vacas, bajo un estricto control de los registros de producción de leche como método y procedimiento de evaluación de animales en las ganaderías bovinas del país.
2. Para mantener la producción de leche elevada se recomienda un pastoreo, cuya oferta nutritiva deberá ser ajustada a las necesidades del ganado, en cuanto a mantenimiento, recuperación del peso, producción lechera y gestación.

REFERENCIAS

1. ÁLVAREZ, Y. & LONDOÑO G., 2007; **Funciones reales con MATLAB**; Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM; Consultado el 15 de noviembre de 2011. Disponible en:
http://www.lalibreriadelau.com/catalog/product_info.php/manufacturers_id/79/products_id/12291?sid=18623cd7040c7f82d97dc0b2903892cc
2. APOCADA, S., RANGEL S., AYALA O. & RAMIREZ F., 2008; **Efectos de mes en la producción diaria de leche y su impacto sobre la curva de lactancia en el trópico húmedo**; Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en:
ammveb.net/XXVIII%20CNB/memorias/genetica/gen05.doc
3. ARANGO, J. & GRANOBLES J., 2000; **Elaboración y validación de modelos de estimación de producción en sistemas especializados**; Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias; Consultado el 15 de noviembre de 2011. Disponible en:
<http://www.condesan.org/memoria/COL0500.PDF>
4. ÁVILA, S. & GUTIÉRREZ, J., 2010; **Producción de leche con ganado bovino**; 2da Edición, Editorial El Manual Moderno S.A., México D.F.; pp. 143, 272-273.
5. BETANCOURT, P. & COBA, G., 2010; **“Implantación y Validación de un Sistema de identificación electrónica mediante bolos reticulares “RUMITAG” en el hato bovino del IASA I”**; Sangolquí-Ecuador; pp. 65-68, 89-97.
6. BUXADÉ C., 1995; **Zootecnia Bases de Producción Animal Tomo VII Producción Vacuna de Leche y Carne**; Mundi Prensa; España; pp. 91-93, 97.
7. CAJAS, M., 2008; **Análisis de curvas de Lactancia en tres predios de distinto potencial productivo en la Provincia de Pichincha, mediante la utilización de la Función Gamma o Curva de Wood**; Tesis de Ingeniería Agropecuaria, Quito, Ecuador; Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias; págs. 1-5

8. Diario **LA HORA**; Consultado el 25 de marzo de 2012. Disponible en:
<http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101353257>
9. ELIZALDE, R. & NOBLECILLA, J., 2007; **Análisis de rentabilidad en una ganadería lechera del Cantón Santa Rosa, Provincia del Oro**; Consultado el 15 de noviembre de 2011. Disponible en:
www.uees.edu.ec/investigacion/csectorial3/Ganaderia.PDF
10. GUADALUPE J., MARTÍNEZ E., DOMINGUEZ R. & FLORES A.; **Comparación de ecuaciones para ajustar curvas de lactancia en bovinos**; Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en:
www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798...sci...
11. LEÓN, C. & QUIROZ, R., 1994;” **Análisis de Sistemas Agropecuarios: Uso de modelos bio-matemáticos**”; Ed. CIRNMA; 1994; Puno-Perú; págs. 91-93
12. LEÓN, J., QUIROZ, J., PLEGUEZUELOS, J., MARTÍNEZ, E., & DEGADO, J., 2007; **Curva de lactación para el número de lactación en cabras murciano-granadinas**; Consultado el 31 de mayo de 2011.
Disponible en:
www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01_08_51_46CurvaLeon.pdf
13. LEÓN, R.; 2003; “**Pastos y Forrajes Producción y Manejo**”; Primera edición; Editorial ediciones científicas Agustín Álvarez A. Cía. Ltda.; pp 2,7, 30.
14. OSORIO, M. & SEGURA, J., 2005; **Factores que afectan la curva de lactancia en vacas *Bos Taurus* x *Bos Indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México**; Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en:
<http://www.tecnicapecuaria.org.mx/publicaciones/publicacion04.php?IdPublicacion=476>
15. OSSA, G., TORREGROZA, L. & ALVARADO, L., 1997;
Determinación de la curva de lactancia de un hato de doble propósito

en la Región Caribe de Colombia; Consultado el 14 de Junio de 2011.

Disponible en:

www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/8_Determinacindelacurvadl.PDF

16. PALAQUIBAY, A., 2003; **Efecto de la suplementación con remolacha forrajera (*Beta vulgaris L.*) en la producción de vacas Holstein en la Hacienda Santa Isabel;** Tesis de Ingeniería Agropecuaria, Quito, Ecuador; Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
17. PEDRAZA, C., MANSILLA A., VIDAL A. & FAJARDO P.; **Aplicación de un modelo múltiple de curva de lactancia para vacas lecheras;** Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en: www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365...script...
18. QUINTERO J., SERNA J., HURTADO L. & MUÑOZ F., 2007; **Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero;** Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en: rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/271
19. RAMÍREZ V., ESCOBAR A. & GARCÍA J., 2002; **Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein Friesian en pastoreo;** Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en: redalyc.uaemex.mx/pdf/302/30211207002.pdf
20. SERE, C., 1991; **Participación de la investigación en el desarrollo de la lechería de la sierra ecuatoriana;** Quito, Ecuador; Fundación para el desarrollo agropecuario; pp. 3-24
21. SICA, 2002; **Ecuador, Estadísticas nacionales relacionadas con producción de leche;** Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/cadenas/leche/docs/estadisticas_leche.htm
22. SICA, 2010; **Orientación de las UPAS ganaderas en el Ecuador;** Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/cadenas/leche/htm>

23. SICA, 2010; **Contribución Regional a la Producción de Leche en el Ecuador**; Consultado el 31 de mayo de 2011. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/cadenas/leche/docs/estadisticas_leche.htm
24. TORRENT, M.; **Bovinotecnia Lechera y Cárnica, Morfología, Razas, Genética**; Barcelona, España; Tomo I; Editorial AEDOS; pp. 41-159
25. TORRENT, M.; **Bovinotecnia Lechera y Cárnica, Morfología, Razas, Genética**; Barcelona, España; Tomo II; Editorial AEDOS; pp. 11-49
26. TORRES, L.; 2009; **“Estudio de prefactibilidad para la implementación de la producción y comercialización de leche cruda en la finca La Floresta”**; Quito-Ecuador; pp. 2-4, 10.
27. VIGLIZO, E., 1991; **Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera**, 1era Edición, Editorial Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires-Argentina, pp. 25-26, 71-7

ANEXOS

Anexo A. Conformación de los grupos de producción alta, mediana y baja del Centro Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET)

GRUPOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE

GRUPO 1: ALTA PRODUCCIÓN

Nº	Arete	Litros/lactancia	Nº días de lactancia	Nº de partos	Edad	Litros/día
1	119	8647	364,8	5	11,4	
2	242	7294	326,2	4	7,3	
3	262	6687	307,5	3	6,9	
4	187	7262	334,9	3	4	
5	218	6906	331,1	4	7	
6	382	5232	318,8	2	3,9	
7	78	5895	293,4	8	12,9	
8	258	6785	354,4	4	6	
SUMA		54708	2611,1	33	54,9	
PROMEDIO		6838,5	326,4	4,13	7,42	20,9

GRUPO 2: MEDIANA PRODUCCIÓN

Nº	Arete	Litros/lactancia	Nº días de lactancia	Nº de partos	Edad	Litros/día
9	340	5381	303,2	4	8,8	
10	219	6485	356,6	3	6,4	
11	132	6299	346,8	5	8	
12	317	6197	346,8	3	5,4	
13	220	5348	258,7	5	8,1	
14	239	4762	365,5	3	6	
15	240	4974	308	3	6	
16	207	5582	292,2	5	8	
SUMA		46028	2569,8	31	56,7	
PROMEDIO		5753,5	321,2	3,88	7,09	17,9

GRUPO 3: BAJA PRODUCCIÓN

Nº	Arete	Litros/lactancia	Nº días de lactancia	Nº de parto	Edad	Litros/día
17	355	4946	327,2	2	4,7	
18	234	4636	298,6	5	8	
19	270	5516	299,6	3	5,8	
20	316	4907	292,3	3	5,4	
21	269	4520	319,3	4	6,8	
22	373	4408	313,3	2	4,2	
23	388	3795	283,1	2	3,8	
24	189	5451	335,3	4	8,2	
SUMA		38161	2468,7	25	13,73	
PROMEDIO		4770,13	308,6	3,13	1,72	15,3

Fuente: Investigación de campo (2012)

Elaborado por: Las autoras

Nota: Los grupos de producción fueron establecidos en función de los coeficientes derivados de la Ecuación de Wood en el programa electrónico MATLAB, para formar grupos más homogéneos en cuanto a los valores de dichos coeficientes y obtener un análisis estadístico más preciso.

**Anexo B. Coeficientes derivados de la ecuación de Wood ($Y = a \cdot x^b \exp^{-c \cdot x}$)
de las vacas de alta, media y baja producción respectivamente**

N° de vaca	Coeficientes						
	a	b	c	r ²	SSE	r ² A	RMSE
119	28,30	0,09	0,01	0,81	267,30	0,80	2,31
242	21,90	0,15	0,01	0,54	350,60	0,52	2,82
262	27,20	0,10	-0,02	0,87	139,40	0,87	1,84
187	27,76	0,04	0,16	0,82	166,50	1,81	1,19
218	23,29	0,20	0,02	0,90	140,70	0,90	1,76
383	20,60	0,03	0,05	0,83	229,80	0,82	2,60
78	26,03	0,12	0,02	0,92	104,00	0,91	1,63
258	19,72	0,18	0,02	0,86	113,40	0,86	1,53
PROMEDIO	24,35	0,12	0,04	0,82	188,96	0,94	1,96

N° de vaca	Coeficientes						
	a	b	c	r ²	SSE	r ² A	RMSE
340	19,56	0,10	0,01	0,78	65,44	0,77	1,26
219	17,66	0,17	0,01	0,77	126,70	0,76	1,62
132	18,60	0,24	0,03	0,87	148,10	0,87	1,77
317	16,02	0,18	0,01	0,38	377,20	0,35	2,83
220	18,84	0,13	0,02	0,73	117,70	0,72	1,69
239	20,25	0,88	0,02	0,61	239,50	0,59	2,47
240	19,13	0,03	0,01	0,59	131,70	0,57	1,75
207	18,00	0,19	0,02	0,83	142,20	0,82	1,77
PROMEDIO	18,51	0,25	0,02	0,70	168,54	0,69	1,90

N° de vaca	Coeficientes						
	a	b	c	r ²	SSE	r ² A	RMSE
355	19,16	0,10	0,02	0,80	98,46	0,79	1,55
234	13,06	0,34	0,03	0,87	66,05	0,87	1,26
270	14,37	0,13	0,01	0,48	114,60	0,46	1,53
316	15,46	0,16	0,02	0,80	74,83	0,79	1,30
269	9,22	0,23	0,01	0,36	115,20	0,33	1,51
373	12,51	0,28	0,03	0,85	58,60	0,84	1,16
388	11,90	0,18	0,01	0,33	130,50	0,34	1,76
189	9,48	0,37	0,03	0,68	90,41	0,66	1,54
PROMEDIO	13,15	0,23	0,02	0,65	93,58	0,64	1,46

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

Anexo C-1. Curvas de lactancia de vacas de alta producción

ARETE		119															
NOMBRE: Laurita																	
DÍA SEMANA		L	M	M	J	V	S	D							TOTAL	PROM/(ltr/día)	
SEMANA LACTANCIA	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM/(ltr/día)			
1ª									9	14	12	14	16	16	81	27.0	
2ª	16	14	16	15	16	12	15	12	16	14	15	14	16	15	206	29.4	
3ª	15	16	16	16	16	15	16	16	13	14	16	15	15	15	214	30.6	
4ª	18	16	16	16	16	15	14	16	16	15	18	17	16	16	225	32.1	
5ª	16	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	221	31.6	
6ª	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	15	16	16	15	221	31.6	
7ª	16	16	16	15	16	16	16	16	15	15	14	15	15	12	213	30.4	
8ª	16	15	16	16	16	16	16	15	16	16	15	16	16	16	221	31.6	
9ª	16	16	13	14	15	14	14	13	14	15	15	14	14	14	201	28.7	
10ª	14	13	14	13	14	14	14	14	14	14	15	15	14	14	196	28.0	
11ª	13	14	12	14	12	15	13	14	14	14	13	13	13	13	187	26.7	
12ª	13	15	13	14	12	13	13	13	13	13	14	14	14	13	187	26.7	
13ª	13	13	11	11	11	13	13	14	10	12	12	11	13	10	167	23.9	
14ª	10	14	14	13	13	13	12	12	12	13	11	15	14	12	178	25.4	
15ª	14	12	13	13	13	13	13	13	13	15	14	14	13	15	188	26.9	
16ª	12	12	13	13	14	13	12	14	14	13	13	15	14	13	185	26.4	
17ª	15	15	15	13	13	15	12	12	14	15	14	14	14	14	195	27.9	
18ª	12	13	14	10	11	10	12	12	12	13	13	12	13	12	169	24.1	
19ª	11	12	12	12	13	11	12	13	12	13	12	12	12	13	170	24.3	
20ª	13	12	13	12	12	13	12	12	12	13	13	13	12	12	174	24.9	
21ª	12	14	14	14	13	13	13	14	14	13	14	13	14	14	189	27.0	
22ª	14	14	13	15	13	14	13	15	13	14	14	14	13	13	192	27.4	
23ª	13	13	14	10	13	15	15	13	15	12	13	13	11	12	182	26.0	
24ª	14	12	14	13	13	13	13	13	13	13	14	13	13	13	184	26.3	
25ª	12	12	12	13	13	12	13	13	12	11	13	13	13	12	174	24.9	
26ª	10	13	11	13	12	13	13	13	13	14	13	14	14	12	178	25.4	
27ª	13	12	13	12	13	13	15	13	13	14	13	14	13	12	183	26.1	
28ª	12	12	12	13	10	14	14	13	13	15	14	13	14	13	182	26.0	
29ª	13	12	12	12	13	10	10	13	13	11	10	11	11	12	163	23.3	
30ª	10	12	11	12	10	11	10	11	10	12	12	12	10	12	155	22.1	
31ª	10	12	10	12	12	12	10	12	11	11	10	12	10	11	155	22.1	
32ª	12	12	12	12	12	13	13	11	13	12	12	12	12	11	169	24.1	
33ª	12	10	10	12	10	12	13	12	12	11	14	12	12	12	164	23.4	
34ª	12	12	12	12	12	13	11	13	12	13	13	12	13	13	173	24.7	
35ª	13	12	13	12	12	13	12	12	13	14	13	12	14	12	177	25.3	
36ª	12	11	11	13	12	13	12	13	12	12	12	11	13	12	169	24.1	
37ª	10	11	10	10	10	12	10	10	10	9	10	9	10	10	141	20.1	
38ª	12	10	10	10	10	10	10	11	11	10	10	12	10	11	147	21.0	
39ª	10	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	143	20.4	
40ª	10	10	10	10	10	11	10	10	10	12	10	11	10	10	144	20.6	
41ª	12	10	10	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	142	20.3	
42ª	9	10	10	10	10	10	10	12	10	10	9	10	10	10	140	20.0	
43ª	10	10	8	10	9	11	8	10	10	10	9	10	9	10	134	19.1	
44ª	10	10	8	8	8	10	10	10	10	10	9	8	9	9	129	18.4	
45ª	9	8	10	8	10	8	8	7	10	9	10	9	10	10	126	18.0	
46ª	10	9	9	9	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	122	17.4	
47ª	8	8	7	8	9	10	8	8	10	10	10	9	10	9	124	17.7	
48ª	10	10	9	10	8	10	9	9	8	10	10	9	8	9	129	18.4	
49ª	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	10	8	125	17.9	
50ª	9	9	10	10	9	9	8	10	9	10	9	9	9	8	128	18.3	
51ª	8	8	8	9	9	8	9	8	8	8	12	12	10	7	107	15.3	
52ª	12	13	12	12	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	62	8.9	
53ª	6	10													16	8.0	
PROMEDIO															8647	23.7	364.8

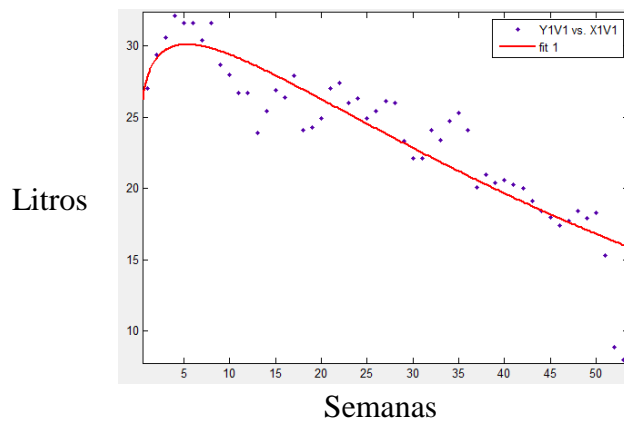


Gráfico 8. Curva de lactancia de la vaca # 119 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

ARETE		187															
NOMBRE: Erika																	
DÍA SEMANA																	
		L		M		M		J		V		S		D			
SEMANA LACTANCIA	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)	
1ª	8	9	9	15	16	17	13	16	14	14	14	15	13	173	24.7		
2ª	14	13	16	12	15	15	14	14	15	14	16	15	12	15	200	28.6	
3ª	15	13	14	14	15	13	15	14	17	16	13	14	15	13	201	28.7	
4ª	15	14	15	15	15	12	14	14	14	13	14	14	14	14	197	28.1	
5ª	14	16	15	14	15	15	16	14	15	14	15	15	13	15	206	29.4	
6ª	15	14	15	14	14	16	15	13	16	16	18	15	13	13	207	29.6	
7ª	14	14	15	12	16	12	16	13	16	14	15	12	15	13	197	28.1	
8ª	15	15	15	15	15	13	14	12	13	10	13	12	15	13	190	27.1	
9ª	15	15	14	13	14	14	15	13	16	13	15	14	15	13	199	28.4	
10ª	15	14	13	11	15	13	14	12	16	15	13	12	15	12	190	27.1	
11ª	14	11	14	10	15	13	16	12	14	12	12	10	15	12	180	25.7	
12ª	12	12	12	12	12	13	15	12	14	13	12	9	12	12	172	24.6	
13ª	10	10	11	11	11	12	12	10	12	11	11	11	10	12	154	22.0	
14ª	10	11	11	12	12	8	12	10	11	12	14	11	12	10	156	22.3	
15ª	12	11	13	8	14	13	11	12	14	12	13	13	13	12	171	24.4	
16ª	13	9	11	12	11	10	9	11	13	10	11	9	10	11	150	21.4	
17ª	13	9	12	9	11	11	11	10	14	13	14	12	12	11	162	23.1	
18ª	12	10	13	12	11	12	12	11	12	12	13	10	10	10	160	22.9	
19ª	13	9	12	11	12	12	12	11	12	10	11	11	12	10	158	22.6	
20ª	13	11	9	10	13	12	12	11	13	11	12	10	12	10	159	22.7	
21ª	14	11	12	11	11	10	12	11	12	10	13	9	12	10	158	22.6	
22ª	12	8	12	11	11	9	11	12	11	10	9	9	11	10	146	20.9	
23ª	12	11	12	11	12	10	12	11	14	12	13	11	13	11	165	23.6	
24ª	12	9	10	10	12	10	11	11	12	9	11	9	11	10	147	21.0	
25ª	10	9	11	10	10	10	10	10	11	10	12	10	11	10	144	20.6	
26ª	11	10	11	10	11	10	11	10	12	10	10	10	10	9	145	20.7	
27ª	11	9	10	9	10	10	12	10	10	8	10	9	10	8	136	19.4	
28ª	9	7	9	10	11	10	13	11	12	10	10	7	12	8	139	19.9	
29ª	10	11	11	10	9	9	10	8	8	9	9	8	10	9	131	18.7	
30ª	8	9	9	9	10	10	11	10	10	10	12	9	12	13	142	20.3	
31ª	10	10	12	10	11	12	12	12	14	10	9	10	11	10	153	21.9	
32ª	11	9	11	9	10	11	8	9	10	9	10	11	10	11	139	19.9	
33ª	9	10	12	9	10	10	10	10	11	9	12	8	12	9	141	20.1	
34ª	10	10	10	10	10	10	10	9	12	8	8	10	13	9	139	19.9	
35ª	10	10	10	11	12	10	10	11	12	11	12	11	12	10	152	21.7	
36ª	10	10	10	10	10	9	10	9	10	9	10	9	10	10	136	19.4	
37ª	9	9	12	9	11	8	13	10	12	11	10	10	11	9	144	20.6	
38ª	10	9	10	10	10	9	10	9	10	7	10	9	10	8	131	18.7	
39ª	10	6	9	9	11	9	11	7	10	9	10	8	11	8	128	18.3	
40ª	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9	8	10	6	132	18.9	
41ª	9	9	10	8	9	9	9	8	10	7	10	10	10	10	128	18.3	
42ª	9	9	10	9	10	10	11	10	6	9	10	8	10	8	129	18.4	
43ª	9	8	9	7	8	8	9	8	8	8	9	9	9	8	117	16.7	
44ª	9	7	7	8	9	7	10	9	9	8	9	9	10	7	118	16.9	
45ª	9	8	10	8	11	8	9	8	8	8	8	7	8	8	118	16.9	
46ª	8	7	10	7	6	6	9	8	8	7	8	7	7	8	106	15.1	
47ª	7	7	7	7	7	5	6	6	6	5	6	6	5	5	85	12.1	
48ª	5	7	3	4	7	1	1	1	2						31	7.8	
PROMEDIO															7262	21.7	334.9

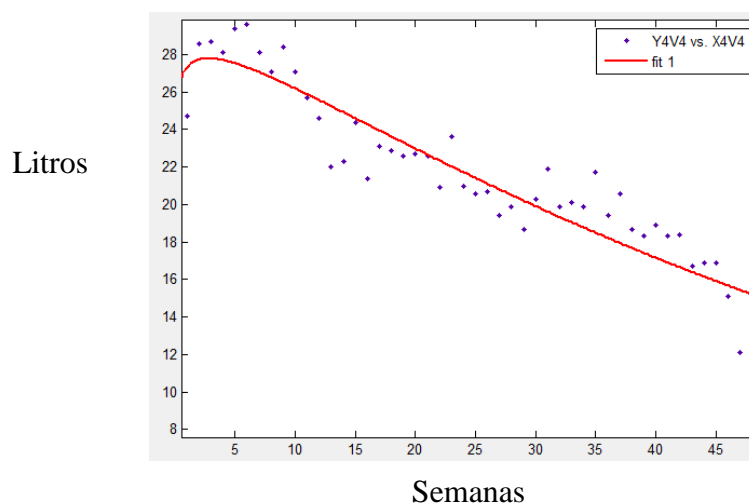


Gráfico 11. Curva de lactancia de la vaca # 187 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)
Elaborado por: Las autoras

ARETE		218																
NOMBRE: Cleo																		
DÍA SEMANA		L		M		M		J		V		S		D				
SEMANA	LACTANCIA	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)	
1º										5	6	12	12	16	14	65	21.7	
2º		17	14	15	12	15	13	13	14	13	13	14	14	13	13	193	27.6	
3º		13	10	12	15	15	16	13	12	14	13	10	10	17	13	183	26.1	
4º		16	12	13	15	12	13	15	14	16	14	15	15	14	16	200	28.6	
5º		13	15	13	14	14	16	13	14	14	13	14	11	15	13	192	27.4	
6º		17	13	16	13	15	16	16	15	15	13	16	13	16	14	208	29.7	
7º		16	12	11	11	15	10	17	12	12	14	14	12	12	12	180	25.7	
8º		15	13	14	14	13	14	13	12	13	13	14	13	13	13	187	26.7	
9º		15	13	15	14	17	13	13	15	15	15	13	15	15	14	202	28.9	
10º		14	13	15	14	14	15	15	14	16	14	14	14	13	15	200	28.6	
11º		14	15	15	11	12	13	10	14	12	11	10	14	12	13	176	25.1	
12º		14	11	14	11	13	13	14	12	12	13	13	14	14	13	181	25.9	
13º		12	14	13	14	10	11	12	13	13	10	11	10	12	12	167	23.9	
14º		11	12	12	14	12	12	12	10	13	12	12	12	12	12	168	24.0	
15º		14	16	12	12	8	10	10	13	12	13	12	14	14	14	174	24.9	
16º		10	12	13	14	10	13	14	12	10	12	12	12	13	13	170	24.3	
17º		11	12	11	14	13	14	13	13	11	11	12	11	14	11	171	24.4	
18º		15	12	11	15	13	14	14	11	12	13	12	12	12	11	177	25.3	
19º		10	12	15	12	13	11	12	11	12	11	11	12	11	11	164	23.4	
20º		11	11	10	11	10	10	12	12	10	11	10	10	11	11	150	21.4	
21º		12	10	11	11	12	11	13	12	13	11	12	12	11	11	162	23.1	
22º		12	13	15	12	15	11	11	14	12	13	12	13	12	12	177	25.3	
23º		11	11	10	12	9	12	11	13	11	10	10	12	14	12	158	22.6	
24º		14	11	11	11	10	9	13	11	13	10	9	13	12	10	157	22.4	
25º		13	10	10	12	12	12	11	10	12	12	11	11	12	12	160	22.9	
26º		10	11	11	10	11	10	11	11	9	11	11	10	12	12	150	21.4	
27º		9	10	11	9	10	8	12	12	13	11	10	11	8	9	143	20.4	
28º		10	10	9	11	11	10	12	11	11	9	11	8	8	12	143	20.4	
29º		12	9	13	11	10	12	11	11	10	11	10	10	9	11	150	21.4	
30º		11	11	11	9	10	8	10	9	11	11	10	9	11	9	140	20.0	
31º		8	9	8	10	10	10	11	10	10	10	9	10	10	10	135	19.3	
32º		11	9	11	9	10	11	10	8	8	10	9	8	9	10	133	19.0	
33º		8	11	9	10	7	8	9	8	9	9	8	8	9	8	121	17.3	
34º		9	9	8	9	9	10	9	9	10	9	9	10	8	9	127	18.1	
35º		11	7	10	7	7	9	9	7	8	8	8	8	8	8	115	16.4	
36º		8	8	7	9	10	9	7	8	8	8	8	8	8	8	114	16.3	
37º		8	8	8	10	8	7	8	9	8	9	8	9	10	8	118	16.9	
38º		8	9	10	8	8	6	7	8	8	8	8	7	7	7	109	15.6	
39º		9	9	9	9	8	9	8	9	8	8	8	8	8	7	117	16.7	
40º		8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	8	9	9	8	117	16.7	
41º		9	10	8	8	8	8	8	9	9	7	10	7	9	8	118	16.9	
42º		8	8	9	10	7	7	7	7	7	6	6	8	7	7	104	14.9	
43º		7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	5	95	13.6	
44º		7	7	6	7	7	8	7	6	6	7	7	6	7	6	94	13.4	
45º		6	6	6	7	6	7	5	6	6	6	6	5	6	5	83	11.9	
46º		5	5	6	6	5	4	6	5	5	5	4	5	5	5	71	10.1	
47º		5	6	4	4	5	4	5	4	4	5	5	3	7	4	65	9.3	
48º		4	2	4	3		5		4							22	5.5	
PROMEDIO																6906	20.9	331.1

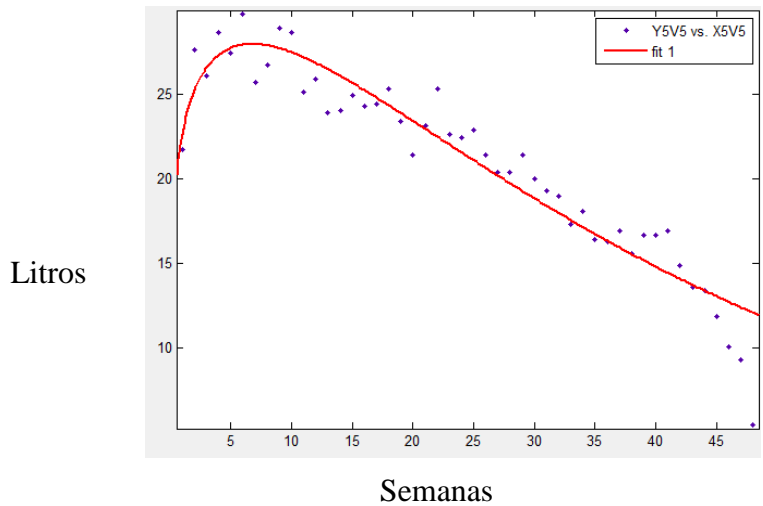


Gráfico 12. Curva de lactancia de la vaca # 218 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)
Elaborado por: Las autoras

ARETE		382															
NOMBRE: Ivón																	
DÍA SEMANA		L		M		M		J		V		S		D			
SEMANA LACTANCIA	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)	
1º							5	6	6	6	11	12	12	12	70	17.5	
2º	13	5	14	11	11	11	12	10	12	10	12	11	11	13	156	22.3	
3º	12	11	11	10	10	11	10	9	10	10	9	9	9	10	141	20.1	
4º	12	9	10	10	10	9	11	8	5	10	10	9	9	9	131	18.7	
5º	8	10	11	10	10	11	10	8	10	7	10	9	9	9	132	18.9	
6º	10	8	10	9	12	9	11	9	12	7	10	9	5	13	134	19.1	
7º	4	10	11	10	12	11	10	7	12	11	11	7	11	9	136	19.4	
8º	12	9	6	10	10	10	10	9	10	9	8	8	10	8	129	18.4	
9º	10	8	9	9	10	9	10	8	12	11	12	9	11	9	137	19.6	
10º	12	9	10	10	11	10	10	10	10	10	10	8	7	8	135	19.3	
11º	9	9	7	10	9	9	9	9	8	7	10	8	7	10	121	17.3	
12º	8	8	8	8	8	7	9	8	8	10	8	9	7	9	115	16.4	
13º	10	7	11	8	8	10	8	7	11	9	9	6	10	6	120	17.1	
14º	9	8	9	7	9	6	8	7	8	7	6	7	7	9	107	15.3	
15º	8	9	11	10	10	8	10	8	10	8	11	9	11	9	132	18.9	
16º	9	6	8	7	10	7	9	8	9	10	7	7	8	6	111	15.9	
17º	10	9	9	7	10	8	8	7	8	8	9	7	11	9	120	17.1	
18º	8	7	8	8	8	8	10	9	8	10	9	10	9	8	120	17.1	
19º	10	8	8	8	9	8	8	8	9	7	10	7	9	7	116	16.6	
20º	8	6	8	7	9	8	11	8	8	8	9	5	9	8	112	16.0	
21º	8	6	9	6	8	7	11	7	8	7	8	7	9	7	108	15.4	
22º	7	7	9	8	9	9	9	9	7	9	10	7	8	9	117	16.7	
23º	8	10	9	8	10	8	10	9	9	9	9	8	9	8	124	17.7	
24º	10	8	9	5	6	7	11	8	8	8	8	7	9	10	114	16.3	
25º	8	8	9	8	9	8	9	8	9	8	10	7	9	7	117	16.7	
26º	11	7	9	9	8	8	9	7	9	9	7	6	8	7	114	16.3	
27º	7	7	9	7	10	8	9	7	9	9	10	8	10	8	118	16.9	
28º	10	8	10	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	8	121	17.3	
29º	9	8	8	9	8	8	10	8	9	7	10	8	9	8	119	17.0	
30º	10	9	9	8	10	9	8	8	9	7	8	8	9	8	120	17.1	
31º	9	6	8	8	9	8	8	8	8	7	8	8	8	8	111	15.9	
32º	8	8	10	10	8	10	7	8	9	8	9	7	7	7	116	16.6	
33º	7	7	9	8	9	8	8	6	8	7	10	8	10	7	112	16.0	
34º	10	10	9	8	10	8	11	8	10	9	8	7	10	8	126	18.0	
35º	8	6	9	8	9	6	7	6	8	8	8	7	8	7	105	15.0	
36º	7	6	10	7	10	7	8	7	7	8	8	7	8	7	107	15.3	
37º	8	7	9	8	10	7	8	8	9	7	8	8	7	7	111	15.9	
38º	9	7	10	8	9	7	9	7	9	8	8	7	8	7	113	16.1	
39º	8	7	8	7	8	8	8	8	8	8	9	6	8	8	109	15.6	
40º	10	8	10	8	9	7	9	6	8	7	7	7	8	3	107	15.3	
41º	6	6	7	6	8	4	8	6	7	6	8	7	7	5	91	13.0	
42º	7	6	7	5	8	6	7	7	7	6	6	6	6	6	90	12.9	
43º	7	6	6	5	7	6	6	6	7	6	6	5	5	7	85	12.1	
44º	6	5	7	6	8	7	6	5	8	7	7	8	8	5	93	13.3	
45º	7	5			10		9		5		8		9		61	8.7	
46º		5			8		7		8		8		8		48	6.9	
PROMEDIO															5232	16.4	318.8

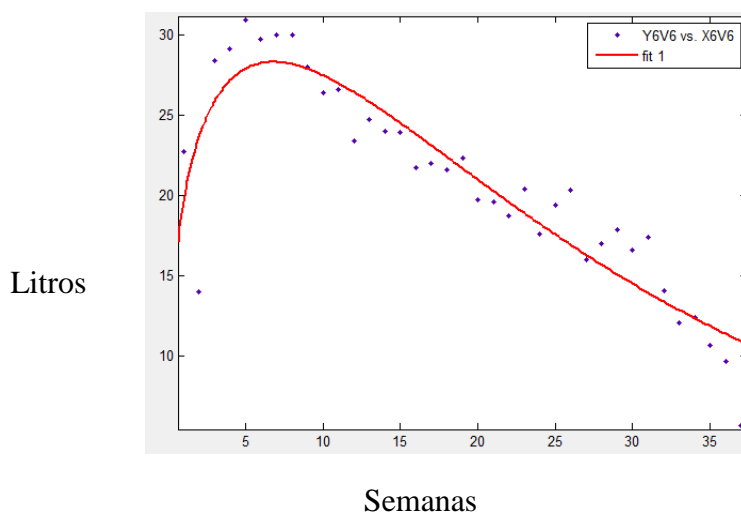


Gráfico 13. Curva de lactancia de la vaca # 382 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

ARETE		317																
NOMBRE: Betty																		
DÍA SEMANA		L		M		M		J		V		S		D				
SEMANA	LACTANCIA	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Dia)	
1º																35	8.8	
2º		5	9	12	9	11	10	10	11	10	10	10	10	13	10	140	20.0	
3º		10	10	13	8	11	10	12	9	12	9	14	10	12	9	149	21.3	
4º		12	12	10	13	11	9	11	12	10	13	13	10	14	13	163	23.3	
5º		11	7	12	9	11	11	13	10	12	10	13	10	11	13	153	21.9	
6º		12	13	14	8	9	11	15	12	14	12	14	11	12	13	170	24.3	
7º		14	13	13	11	12	13	13	13	11	13	14	12	12	10	174	24.9	
8º		12	10	10	12	11	12	13	11	9	9	13	10	10	10	152	21.7	
9º		10	10	10	12	9	11									62	8.9	
10º				12	10	13	11	10	12	10	12	10	12	10	10	132	18.9	
11º		13	10	11	10	9	9	13	10	10	8	11	10	9	10	143	20.4	
12º		12	11	13	10	11	12	8	14	13	10	9	11	13	8	155	22.1	
13º		10	11	10	10	10	10	10	9	10	8	9	9	11	10	137	19.6	
14º		10	10	9	10	9	10	11	9	10	8	12	7	9	10	134	19.1	
15º		8	11	11	10	8	9	10	8	9	8	9	9	12	9	131	18.7	
16º		12	12	11	11	10	9	10	10	7	7	11	10	10	10	140	20.0	
17º		8	10	10	10	10	10	10	10	12	9	10	9	9	8	135	19.3	
18º		11	9	11	7	10	8	8	9	8	7	8	10	10	10	126	18.0	
19º		11	6	10	10	9	8	9	9	9	8	9	9	10	8	125	17.9	
20º		8	8	10	8	8	9	10	8	10	8	12	8	8	7	122	17.4	
21º		9	6	9	7	9	9	10	9	8	9	9	9	9	9	121	17.3	
22º		8	6	8	7	8	9	8	9	9	9	9	9	11	8	118	16.9	
23º		11	10	10	11	11	10	12	9	4	10	10	9	12	6	135	19.3	
24º		6	9	10	5	8	6	9	11	9	9	11	10	9	10	122	17.4	
25º		12	11	8	10	9	12	10	10	11	11	8	9	11	10	142	20.3	
26º		10	10	10	10	11	10	12	10	12	9	10	10	10	11	145	20.7	
27º		13	13	11	11	9	10	10	9	9	12	10	9	11	10	147	21.0	
28º		10	11	10	7	9	11	6	8	9	9	12	9	10	5	126	18.0	
29º		8	8	9	9	10	8	9	9	8	8	8	9	10	9	122	17.4	
30º		10	9	9	9	11	8	10	8	9	9	9	10	9	8	128	18.3	
31º		12	10	9	11	8	9	8	9	10	8	8	10	11	10	133	19.0	
32º		10	9	8	7	10	9	9	9	8	8	10	8	9	9	123	17.6	
33º		9	11	10	9	10	9	8	9	10	9	9	8	10	10	131	18.7	
34º		10	10	10	9	10	8	8	10	7	8	8	10	8	11	127	18.1	
35º		9	10	9	10	10	8	9	10	10	9	10	8	10	8	130	18.6	
36º		10	8	10	10	9	8	10	9	9	9	8	8	10	9	127	18.1	
37º		9	9	9	9	8	8	9	9	9	10	9	9	9	8	124	17.7	
38º		8	8	11	8	7	7	6	8	6	7	6	6	8	7	103	14.7	
39º		8	7	6	5	6	7	9	10	10	7	10	8	8	7	108	15.4	
40º		8	5	7	7	7	7	8	8	9	6	8	5	9	9	103	14.7	
41º		8	9	9	8	10	8	10	8	10	9	10	9	7	10	125	17.9	
42º		7	9	8	9	9	9	8	7	11	8	10	8	10	9	122	17.4	
43º		10	8	9	9	10	8	8	8	9	7	9	8	8	7	118	16.9	
44º		10	7	7	8	8	8	9	8	8	7	9	6	7	8	110	15.7	
45º		8	7	7	7	8	7	7	9	6	6	7	7	7	6	99	14.1	
46º		6	8	8	7	10	7	7	6	8	7	6	6	6	7	99	14.1	
47º		8	7	7	8	8	7	8	7	9	7	6	6	7	6	101	14.4	
48º		8	6	7	6	8	6	8	7	7	7	7	7	7	7	98	14.0	
49º		8	7	9	7	8	7	9	6	8	5	7	5		5	91	13.0	
50º		7		8		8										23	7.7	
PROMEDIO																6179	17.8	346.8

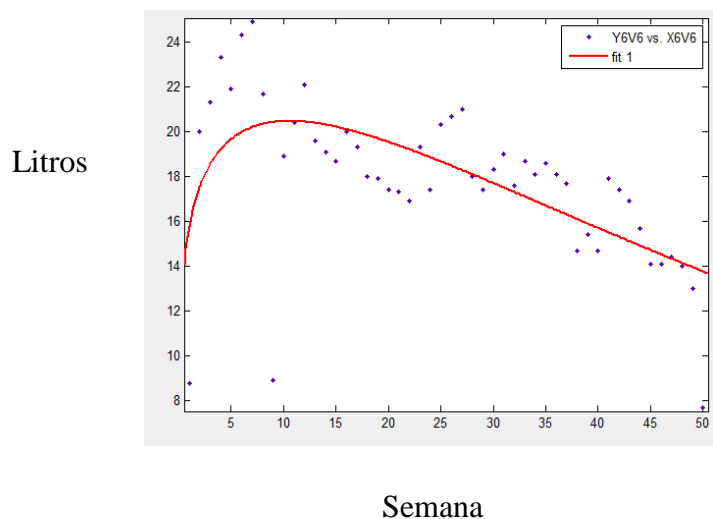


Gráfico 19. Curva de lactancia de la vaca # 317 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)
Elaborado por: Las autoras

ARETE		207																	
NOMBRE: Paloma																			
DÍA SEMANA		L		M		M		J		V		S		D					
SEMANA LACTANCIA		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)		
1º														3	3	5	11	5.5	
2º		5	6	6	6	6	7	8	7	7	7	10	8	9	10	102	14.6		
3º		10	9	10	10	10	10	10	10	11	11	10	10	11	10	142	20.3		
4º		10	11	10	10	12	12	12	12	13	11	12	10	12	11	158	22.6		
5º		11	11	11	10	11	12	12	10	10	12	12	10	8	9	149	21.3		
6º		9	10	9	10	10	10	10	11	13	12	12	12	12	12	152	21.7		
7º		10	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	12	173	24.7		
8º		12	12	13	12	14	13	14	12	13	13	10	12	12	10	172	24.6		
9º		12	12	12	12	10	13	13	13	14	14	14	14	13	13	179	25.6		
10º		14	12	14	12	12	10	10	13	10	13	12	12	13	13	170	24.3		
11º		12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	13	12	13	12	168	24.0		
12º		12	12	12	12	10	10	10	8	7	8	7	8	8	7	131	18.7		
13º		8	8	8	10	11	10	11	10	10	11	10	11	10	11	139	19.9		
14º		11	10	10	11	10	11	13	10	12	11	12	12	11	11	155	22.1		
15º		11	12	12	11	10	12	12	10	12	10	12	10	12	12	160	22.9		
16º		12	12	12	12	12	12	12	12	10	13	12	12	12	10	165	23.6		
17º		10	10	12	10	10	12	12	12	13	12	10	12	10	11	156	22.3		
18º		10	11	11	10	12	10	10	10	10	10	10	9	11	10	144	20.6		
19º		11	10	10	10	10	12	12	12	11	12	12	12	10	11	155	22.1		
20º		11	11	11	10	10	11	10	11	10	8	10	10	10	10	143	20.4		
21º		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	11	140	20.0		
22º		10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	10	10	9	137	19.6		
23º		9	10	10	10	8	10	8	10	10	10	10	10	10	12	137	19.6		
24º		10	10	10	10	10	10	10	12	11	10	10	10	10	8	141	20.1		
25º		10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	139	19.9		
26º		10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	10	12	10	140	20.0		
27º		10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	9	10	136	19.4		
28º		9	10	9	10	10	9	10	10	10	11	11	10	12	10	141	20.1		
29º		12	12	10	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	150	21.4		
30º		10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	9	9	10	10	137	19.6		
31º		9	9	10	10	10	9	8	10	10	10	10	9	9	10	133	19.0		
32º		8	10	9	9	10	9	10	9	8	10	8	8	9	8	125	17.9		
33º		8	10	10	9	9	9	8	9	10	8	9	9	9	8	125	17.9		
34º		9	8	8	8	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	111	15.9		
35º		8	8	8	8	9	7	8	7	8	7	7	8	8	9	110	15.7		
36º		7	8	8	8	9	8	8	9	8	7	7	8	9	7	111	15.9		
37º		8	8	10	8	8	8	10	8	9	8	9	8	9	8	119	17.0		
38º		9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	114	16.3		
39º		8	8	7	7	8	8	7	8	8	7	7	8	8	6	105	15.0		
40º		6	6	7	7	6	5	6	6	6	7	7	7	7	7	90	12.9		
41º		7	6	7	6	6	6	6	6	7	6			9	8	80	11.4		
42º			8		6		6		6		5			6		37	6.2		
PROMEDIO																	5582	19.1	292.2

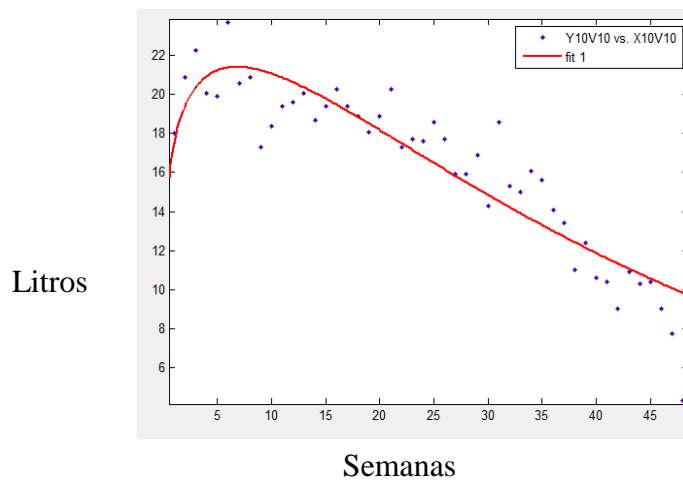


Gráfico 23. Curva de lactancia de la vaca # 207 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

Anexo C-3. Curvas de lactancia de vacas de baja producción

ARETE		355															
NOMBRE: Marina																	
DÍA SEMANA																	
SEMANA LACTANCIA																	
	L		M		M		J		V		S		D		TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T			
1º			4	4	5	5	4	5	7	8	7	8	9	8	74	12.3	
2º	6	9	8	9	9	10	10	11	11	11	10	10	9	8	131	18.7	
3º	12	11	10	9	10	10	9	10	9	10	8	11	10	9	138	19.7	
4º	10	9	10	11	8	10	10	10	12	8	7	8	10	10	133	19.0	
5º	9	9	9	8	9	7	9	10	6	10	8	8	10	10	122	17.4	
6º	12	10	10	10	9	11	10	9	7	8	9	9	9	7	130	18.6	
7º	10	9	11	9	10	9	9	10	9	9	10	10	10	9	134	19.1	
8º	11	10	9	10	8	7	6	8	10	11	11	9	12	11	133	19.0	
9º	6	10	10	9	8	10	11	9	10	8	8	9	9	8	125	17.9	
10º	10	8	10	8	8	8	9	7	8	8	9	11	9	9	122	17.4	
11º	8	9	8	8	8	8	10	8	8	8	8	7	9	9	116	16.6	
12º	9	10	9	8	9	10	10	10	9	10	10	10	9	8	131	18.7	
13º	9	9	6	11	9	8	8	8	5	9	9	8	7	9	115	16.4	
14º	8	8	8	8	8	12	10	7	6	7	8	8	8	11	117	16.7	
15º	8	8	10	9	6	8	10	7	8	9	10	8	10	7	118	16.9	
16º	8	8	10	7	7	7	8	9	9	10	10	7	7	9	116	16.6	
17º	7	8	9	8	9	8	10	7	8	10	9	7	9	8	117	16.7	
18º	9	9	8	7	9	7	9	9	8	9	9	8	8	9	118	16.9	
19º	8	7	8	8	9	8	9	7	9	8	9	7	8	8	113	16.1	
20º	7	7	6	7	8	8	8	7	7	8	8	9	8	8	106	15.1	
21º	8	7	7	7	8	8	7	8	8	8	8	9	7	6	106	15.1	
22º	9	8	8	9	8	9	8	9	9	8	9	8	8	7	117	16.7	
23º	9	9	7	8	6	8	8	9	7	7	7	8	8	8	109	15.6	
24º	8	8	6	8	6	8	5	6	7	7	8	7	9	8	101	14.4	
25º	9	6	8	9	9	6	8	7	8	7	8	8	9	9	111	15.9	
26º	7	7	9	8	9	8	7	8	8	7	8	8	9	8	111	15.9	
27º	8	9	7	10	8	7	9	7	7	8	7	8	6	7	108	15.4	
28º	7	6	7	8	10	10	10	10	10	10	9	9	9	8	123	17.6	
29º	9	7	8	7	10	6	7	7	7	6	8	10	7	7	106	15.1	
30º	7	5	8	8	8	8	3	6	8	8	8	7	8	7	99	14.1	
31º	8	8	9	7	8	8	7	7	8	6	8	6	9	7	106	15.1	
32º	8	7	8	7	8	9	7	9	10	8	9	8	1	8	107	15.3	
33º	10	7	8	8	10	7	7	7	7	8	8	7	8	8	110	15.7	
34º	8	6	7	6	8	7	6	7	7	7	7	9	7	6	98	14.0	
35º	6	5	5	4	5	7	5	7	8	6	7	5	7	7	84	12.0	
36º	6	5	7	7	7	6	7	6	7	6	8	6	7	6	91	13.0	
37º	7	6	6	6	8	7	7	7	6	6	6	7	8	7	94	13.4	
38º	6	6	8	6	7	7	8	6	8	8	8	7	7	7	99	14.1	
39º	7	6	7	6	6	5	6	7	7	6	6	6	7	5	87	12.4	
40º	7	6	6	6	7	5	5	6	5	6	6	5	5	6	81	11.6	
41º	6	6	5	5	6	5	6	5	6	5	5	4	6	5	75	10.7	
42º	6	5	6	5	6	5	6	5	7	7	6	5	8	5	82	11.7	
43º	6	5	7	5	7	6	6	5	6	5	5	6	5	7	81	11.6	
44º	6	6	5	5	7	5	5	4	6	5	6	8	7	7	82	11.7	
45º	5	5	5	5	5	6	4	4	5	5	5	4	5	5	68	9.7	
46º	5	5	4	4	4	7	4	7	4	3	5	4	4	4	64	9.1	
47º	5	4	4	3	4	3	4	4		6					37	7.4	
PROMEDIO															4946	15.1	327.2

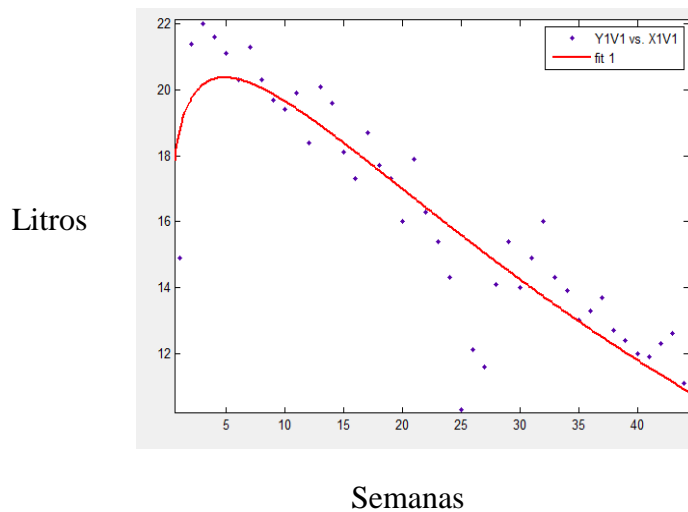


Gráfico 24. Curva de lactancia de la vaca # 355 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)
 Elaborado por: Las autoras

ARETE	269																
NOMBRE: Luisa																	
DÍA SEMANA	L		M		M		J		V		S		D				
SEMANA LACTANCIA	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)	
1ª					6	4	5	6	5	5	6	6	6	6	55	11.0	
2ª	6	6	5	7	8	7	7	7	8	7	7	8	8	8	99	14.1	
3ª	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	9	9	8	116	16.6	
4ª	9	9	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	8	9	120	17.1	
5ª	8	8	9	9	9	8	12	8	8	5	10	10	9	8	121	17.3	
6ª	9	8	8	8	8	9	9	8	9	7	9	8	9	9	118	16.9	
7ª	10	8	9	8	9	9	9	8	10	9	9	8	8	8	122	17.4	
8ª	9	8	8	8	10	9	9	8	8	9	10	8	9	9	122	17.4	
9ª	7	6	11	8	10	9	8	9	9	9	10	9	9	8	122	17.4	
10ª	11	8	10	9	11	10	10	9	9	9	11	9	9	10	135	19.3	
11ª	9	9	10	9	8	10	10	10	10	10	9	8	10	9	131	18.7	
12ª	9	9	9	8	9	9	10	9	9	9	10	8	8	8	124	17.7	
13ª	8	8	8	8	9	9	9	8	11	9	9	9	9	9	123	17.6	
14ª	8	7	8	7	9	10	9	7	7	8	8	8	8	9	113	16.1	
15ª	8	8	8	6	7	7	8	8	7	8	7	8	8	7	105	15.0	
16ª	9	9	9	9	9	8	9	8	9	8	8	9	8	8	120	17.1	
17ª	9	8	9	7	9	8	9	7	8	7	10	8	9	8	116	16.6	
18ª	9	8	8	8	9	8	9	8	8	7	7	7	6	7	109	15.6	
19ª	8	10	9	8	7	8	8	6	7	8	9	6	7	7	108	15.4	
20ª	8	8	8	8	8	7	7	8	7	8	9	8	12	8	114	16.3	
21ª	8	7	8	8	9	7	7	7	7	7	7	7	8	7	104	14.9	
22ª	9	8	8	7	7	8	8	7	9	8	8	8	8	8	111	15.9	
23ª	8	7	7	8	7	7	8	7	8	6	8	7	7	6	101	14.4	
24ª	9	7	7	6	7	7	7	6	8	7	6	7	6	7	97	13.9	
25ª	6	8	8	7	7	8	8	7	8	7	7	7	7	7	102	14.6	
26ª	7	8	7	6	8	6	7	7	6	7	7	7	7	7	97	13.9	
27ª	7	8	5	8	7	7	7	7	8	7	7	6	7	7	98	14.0	
28ª	7	7	7	6	7	7	8	7	7	6	7	6	7	6	95	13.6	
29ª	6	5	6	7	7	6	6	5	7	7	7	6	6	6	87	12.4	
30ª	7	6	8	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	97	13.9	
31ª	8	7	9	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	102	14.6	
32ª	7	6	7	6	8	5	7	6	6	7	6	7	5	5	88	12.6	
33ª	7	7	6	6	6	6	7	6	7	6	7	5	7	6	89	12.7	
34ª	7	7	7	6	7	5	6	6	7	5	7	4	6	4	84	12.0	
35ª	6	4	6	4	6	6	6	5	5	6	7	5	7	6	79	11.3	
36ª	6	6	7	6	6	6	7	5	6	6	6	5	7	5	84	12.0	
37ª	6	5	6	7	7	6	6	5	6	5	6	6	8	6	85	12.1	
38ª	7	5	6	5	7	6	7	5	6	6	7	5	7	5	84	12.0	
39ª	8	6	5	6	6	5	6	5	6	5	5	5	5	5	78	11.1	
40ª	5	6	5	6	6	7	9	6	6	7	5	5	6	9	88	12.6	
41ª	8	5	7	4	6	5	6	6	6	6	8	5	8	6	86	12.3	
42ª	6	5	6	7	7	5	6	6	7	6	6	5	5	5	82	11.7	
43ª	5	5	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5	6	5	73	10.4	
44ª	6	6	6	5	4	5	5	4	5	5	6	4	5	5	71	10.1	
45ª		7		6		6		6		7		6		5	43	6.1	
46ª		5		6		5		6							22	5.5	
PROMEDIO															4520	14.2	319.3

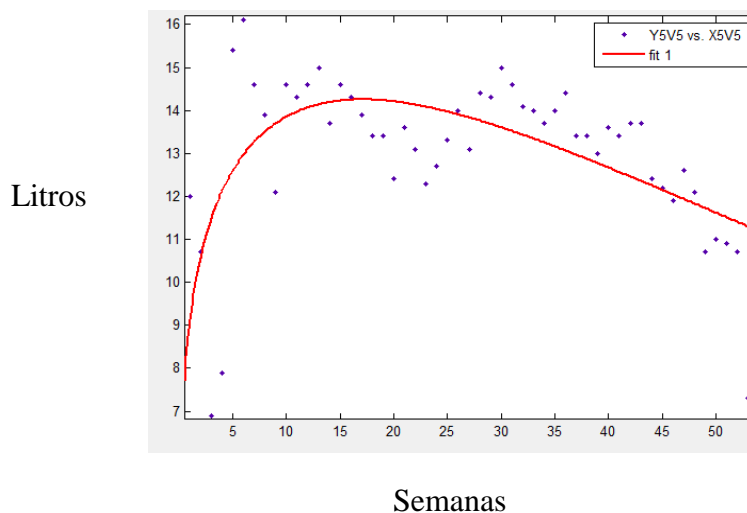


Gráfico 28. Curva de lactancia de la vaca # 269 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

ARETE		373																
NOMBRE: Nicole																		
DÍA SEMANA		L		M		M		J		V		S		D				
SEMANA LACTANCIA		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)	
1º		2		2	3	3	2	2	2	2	3	2	10	10	8	51	8.5	
2º		9	8	7	9	9	8	8	7	8	7	10	7	8	8	113	16.1	
3º		7	9	9	9	9	10	7	8	8	7	8	8	8	8	115	16.4	
4º		9	7	8	7	8	7	7	7	7	7	10	7	10	8	109	15.6	
5º		6	6	8	7	8	7	7	6	6	7	8	7	8	7	98	14.0	
6º		7	6	8	6	8	8	9	8	7	9	7	9	8	7	107	15.3	
7º		8	7	5	7	7	8	8	9	9	9	6	6	6	7	102	14.6	
8º		6	7	6	7	9	7	10	6	7	8	10	6	7	6	102	14.6	
9º		9	6	7	6	7	6	7	9	9	8	10	9	8	6	107	15.3	
10º		8	8	6	9	8	7	10	7	10	7	8	8	10	8	114	16.3	
11º		9	6	9	9	10	8	9	10	10	8	10	9	9	7	123	17.6	
12º		8	7	10	7	10	10	7	8	9	9	9	8	9	9	120	17.1	
13º		7	7	8	7	8	7	7	6	6	5	6	3	2	4	83	11.9	
14º		7	5	8	6	8	6	7	10	8	7	7	6	7	7	99	14.1	
15º		7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	8	7	6	6	90	12.9	
16º		7	6	8	6	8	7	7	7	8	7	8	7	8	8	102	14.6	
17º		10	8	9	7	8	7	8	8	8	8	8	6	9	7	111	15.9	
18º		5	5	8	6	9	6	8	6	7	7	6	6	9	6	94	13.4	
19º		8	7	7	7	8	7	7	7	7	6	8	7	6	7	99	14.1	
20º		1	6	8	6	7	7	7	7	7	7	8	6	8	6	91	13.0	
21º		8	8	8	7	7	6	9	9	8	7	9	6	8	8	108	15.4	
22º		8	7	9	8	9	6	9	7	9	7	9	8	7	5	108	15.4	
23º		7	7	7	7	8	7	7	7	9	7	9	7	8	6	103	14.7	
24º		7	7	7	7	7	6	7	6	9	6	8	6	7	8	98	14.0	
25º		7	6	7	6	8	6	8	8	7	7	9	8	7	7	101	14.4	
26º		8	7	9	6	8	8	7	8	9	8	9	8	9	7	111	15.9	
27º		9	6	8	8	8	8	6	7	6	7	7	6	8	7	101	14.4	
28º		7	6	8	6	6	6	8	7	9	9	9	8	9	6	104	14.9	
29º		10	6	8	9	8	10	10	9	9	8	8	7	8	7	117	16.7	
30º		7	5	7	7	7	6	8	8	7	7	7	6	8	7	97	13.9	
31º		8	6	8	8	8	7	8	8	8	8	9	8	9	7	110	15.7	
32º		10	9	8	8	9	7	8	8	9	6	8	7	8	5	110	15.7	
33º		8	6	7	6	8	8	6	7	7	6	5	7	7	7	95	13.6	
34º		7	7	8	9	8	6	8	7	8	7	9	8	8	7	107	15.3	
35º		7	7	7	9	8	8	7	7	7	6	7	6	6	6	98	14.0	
36º		7	6	8	6	8	6	7	7	8	7	9	7	9	5	100	14.3	
37º		9	6	7	6	7	7	8	6	8	7	8	6	8	7	100	14.3	
38º		7	7	7	7	8	7	6	5	6	5	7	6	7	7	92	13.1	
39º		7	5	6	7	7	7	7	7	7	5	7	4	6	5	87	12.4	
40º		4	5	6	6	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	76	10.9	
41º		6	6	6	6	7	6	8	6	7	7	7	7	7	5	91	13.0	
42º		7	6	7	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	7	91	13.0	
43º		6	3	4	5	6	5	6	6	5	5	7	7	6	6	77	11.0	
44º		5	5		9	9		8		7		7		8		58	8.3	
45º		6		8		8		7	5	4						38	7.6	
PROMEDIO																4408	14.1	313.3

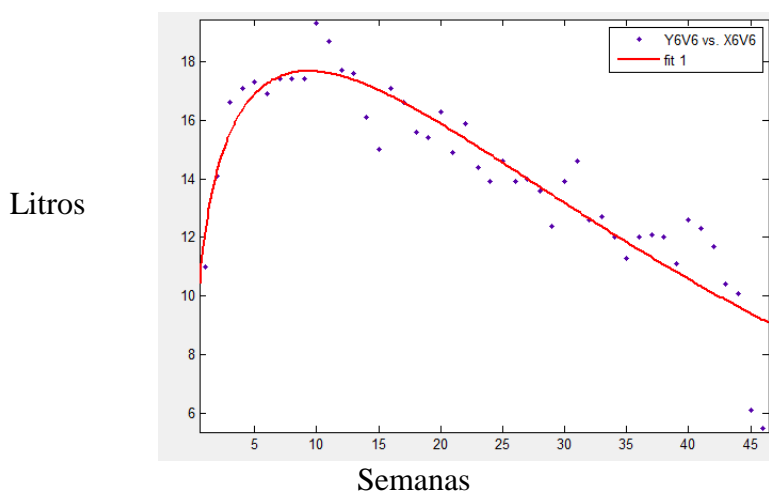


Gráfico 29. Curva de lactancia de la vaca # 373 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

ARETE	388														TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)			
NOMBRE: Esther																			
DÍA SEMANA		L		M		M		J		V		S		D		TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)		
SEMANA LACTANCIA	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	TOTAL	PROM.DIA (Lts/Día)	
1º									3	5	5	6	6	5			30	10.0	
2º	5	6	5	6	7	6	6	5	8	8	8	7	7	7			91	13.0	
3º	5	5	6	9	4	7	6	6	7	8	6	9	5	7			90	12.9	
4º	6	8	5	5	8	8	8	7	7	7	7	7	8	6			97	13.9	
5º	6	6	8	7	8	9	7	7	9	7	7	8	8	8			105	15.0	
6º	7	6	9	8	6	6	9	8	8	7	8	8	7	8			105	15.0	
7º	9	7	10	7	6	7	7	7	6	7	7	7	8	7			102	14.6	
8º	8	6	7	9	10	5	7	7	6	6	6	5	7	6			95	13.6	
9º	7	9	9	9	8	8	9	8	9	6	9	8	9	8			116	16.6	
10º	8	7	7	8	7	8	7	7	10	8	7	8	7	6			105	15.0	
11º	6	7	7	6	8	7	7	6	8	6	9	7	8	6			98	14.0	
12º	9	7	8	8	9	8	9	6	9	9	9	8	8	7			114	16.3	
13º	8	8	9	7	8	7	8	7	8	7	8	7	9	6			107	15.3	
14º	8	6	7	7	10	8	9	8	9	7	7	6	8	8			108	15.4	
15º	8	6	7	7	8	7	9	7	6	7	8	9	9	7			105	15.0	
16º	7	6	7	5	7	7	7	8	8	6	8	6	7	6			95	13.6	
17º	9	7	7	7	8	7	8	8	7	7	8	6	8	7			104	14.9	
18º	9	7	8	8	7	7	7	8	9	7	9	7	7	8			108	15.4	
19º	7	7	9	8	9	7	9	8	9	7	9	7	9	6			111	15.9	
20º	9	7	9	7	7	8	9	7	8	6	8	6	9	7			107	15.3	
21º	7	7	8	7	8	7	8	8	8	7	9	8	8	7			107	15.3	
22º	8	8	8	8	8	7	8	7	9	8	6	7	9	7			108	15.4	
23º	9	7	8	6	8	6	7	7	9	7	8	7	8	7			104	14.9	
24º	8	7	9	7	7	8	8	8	8	7	8	7	8	7			107	15.3	
25º	8	7	7	8	8	7	7	7	8	7	8	7	8	6			103	14.7	
26º	7	8	7	6	8	6	7	7	8	8	8	6	8	6			100	14.3	
27º	8	6	8	7	8	7	7	6	7	7	8	7	8	7			101	14.4	
28º	8	9	7	7	8	7	9	7	8	8	8	6	7	7			106	15.1	
29º	7	7	6	6	7	6	7	6	7	6	7	7	7	7			93	13.3	
30º	6	6	7	7	8	6	5	6	8	8	8	7	7	6			95	13.6	
31º	7	6	8	7	8	7	7	6	7	6	7	7	7	6			96	13.7	
32º	7	7	9	7	8	6	7	6	7	7	8	7	6	6			98	14.0	
33º	7	6	8	7	7	7	6	7	6	6	7	7	6	6			93	13.3	
34º	8	6	6	7	6	7	7	6	7	6	6	5	7	3			87	12.4	
35º	6	5	6	5	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4			59	8.4	
36º	4	4	5	5	5	4	6	5	6	5	5	5	5	5			69	9.9	
37º	6	5	5	4	6	5	6	6	6	5	5	4	3	5			71	10.1	
38º	7	5	6	5	7	6	6	5	6	5	6	6	5	5			80	11.4	
39º	6	5		7		8		7		6		7		6			52	7.4	
40º		4		6		6		7		7		6		7			43	6.1	
41º		6		6		6		6		6							30	6.0	
PROMEDIO																	3795	13.4	283.1

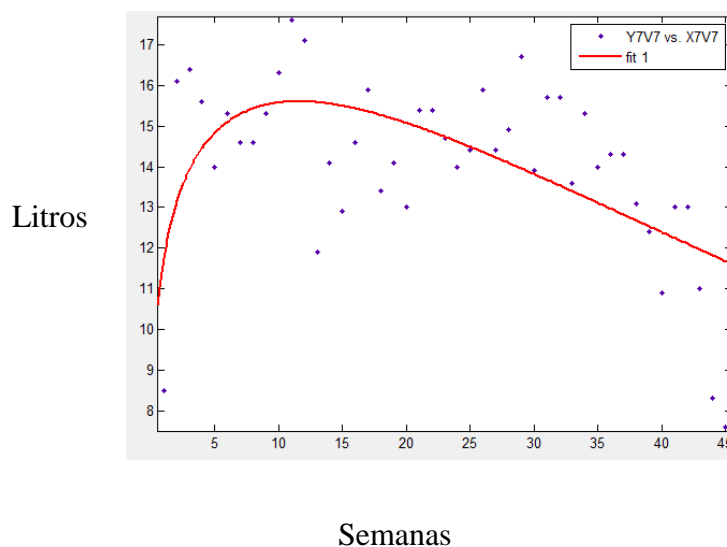


Gráfico 30. Curva de lactancia de la vaca # 388 del CADET

Fuente: Registros de producción lechero - CADET (2012)

Elaborado por: Las autoras

ANEXO D. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Transporte	Días	125	2,30	287,50
Alimentación	Días	125	3,00	375,00
Internet	Horas	500	0,35	175,00
Hospedaje	Días	6	10,00	60,00
Suministros de oficina	Hoja	1200	0,005	60,00
Misceláneos	Día	1	11,20	11,20
Imprevistos	Día	1	31,30	31,30
TOTAL				1000,00

CONCEPTO	FINANCIAMIENTO
Alimentación (1 ^{er} mes)	Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador
Hospedaje (1 ^{er} mes)	

