

Research Article

# Milk Production and Persistence of Crossbred Holstein Cows in the Province of Chimborazo

## Producción y Productividad de las Vacas Holstein Mestizas en la Provincia de Chimborazo

Luis Condo-Plaza<sup>1\*</sup>, Pablo Andino-Najera<sup>2</sup>, Sandra López-Sampedro<sup>2</sup> and Marcelo Moscoso-Gómez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Docente, Facultad de Ciencias Socioambientales, Universidad Regional Amazónica IKIAM

<sup>2</sup>Docente, Facultad Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

### ORCID

Luis Condo-Plaza: <https://orcid.org/0000-0001-9625-9620>

// CONGRESO  
INTERNACIONAL DE  
PRODUCCIÓN PECUARIA Y  
AGROINDUSTRIAL ESPOCH  
2021 (II CEPPEA 2021)

Corresponding Author: Luis  
Condo-Plaza; email:  
lac\_plaza@yahoo.com

Published: 14 June 2022

Production and Hosting by  
Knowledge E

© Luis Condo-Plaza  
et al. This article is distributed  
under the terms of the  
Creative Commons  
Attribution License, which  
permits unrestricted use and  
redistribution provided that  
the original author and  
source are credited.

### Abstract

This study evaluated the milk production and persistence of the crossbreed Holstein cow during lactation. The study was conducted at the Balcashi and Chambo herds located in the Chimborazo province at an altitude of 2980 m.s.n.m. and an average temperature of 11°C. The research included 88 first-time heifers maintained on a rotational grazing system inside an electric fence. The feeding was based on *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, and *Trifolium pratensis*. Milk production was recorded and analyzed by lactation thirds, peak, and persistence using descriptive statistics. Weekly production was measured using the fifth-order regression model. The results showed that in the first third of lactation, the production was  $1559.75 \pm 181.25$  liters of milk, the cost per feed consumption of \$1.91, an income of 5.32 dollars per day, and a benefit of 2.78. The curve of production in the first lactation, productivity, and weekly increase responded to a fifth-order model. The authors concluded that the best feed conversion, weekly production, income, and cost-benefit were reached in the first third of lactation.

**Keywords:** lactation, persistence, peak production, third lactation.

### Resumen

El objetivo de la investigación consistió en evaluar la producción y productividad de las vacas Holstein mestizas durante la lactancia y la persistencia, el estudio se desarrolló en las ganaderías de Balcashí y Chambo ubicadas en la provincia de Chimborazo a una altura de 2980 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 11 °C, la investigación se desarrolló con 88 vacas primerizas mantenidas en un sistema de manejo al pastoreo rotativo y cerca eléctrica, la alimentación se basó en *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium pratensis*. La producción de leche se registró y se analizó por tercios de lactancia, pico y persistencia mediante estadística descriptiva y la producción semanal mediante el modelo de regresión de quinto orden. Los resultados determinaron que en el primer tercio de lactancia la producción fue  $1559,75 \pm 181,25$  litros de leche, el costo por consumo de alimento de 1,91 USD, un ingreso de 5,32 dólares por día y un beneficio de 2,78, la curva de producción en la primera lactancia, la productividad y el incremento semanal respondieron a un modelo de quinto orden. Se concluye que la mejor conversión alimenticia, producción semanal, ingreso y beneficio/costo se alcanzó en el primer tercio de lactancia.

**Palabras Clave:** lactancia, persistencia, pico de producción, tercio de lactancia.

 OPEN ACCESS



## 1. Introducción

En América Latina durante 1493 se establecieron alrededor de 180 ganaderías en el Ecuador, el manejo y mejoramiento bovino fue constante [1, 2], lo cual permite disponer de considerables volúmenes de leche por cada etapa de lactancia, donde se observa el incremento individual de la producción lechera hasta alcanzar al pico de producción aproximadamente entre los 60 y 90 días, para luego ir descendiendo conforme transcurre el tiempo y se queda en cero [3].

La producción de leche está influenciada por el factor genético y el ambiental, donde la producción se ve representada en su mayor proporción por factores ambientales como la temperatura, precipitación, salud del animal y tipo de alimento [4]. Así mismo se puede señalar que la disponibilidad de sólidos totales aumenta cuando la temperatura ambiental está por debajo de los 25 °C. Estos cambios se propician por el efecto de la alimentación a través de la materia seca, que influye en el consumo de forraje. El cambio de la temperatura ambiental afecta directamente en el consumo del forraje en vacas que se manejan bajo un sistema de pastoreo, factor principal que afecta la relación de consumo forraje/concentrado [5].

La persistencia de la lactancia hace referencia a la tasa de descenso de la secreción láctea a partir del pico de producción [6]. Así se puede señalar que, la relación inversa entre el inicio de la producción hasta llegar al pico y su descenso paulatino (persistencia). A mayor descenso se observa una menor persistencia de la lactancia. De otra manera, la persistencia inicia a partir del pico de producción, además se manifiesta que está determinada por la habilidad materna de la vaca, lo que permite mantener los niveles elevados de producción alcanzar el pico de lactancia que posiblemente este dada por la habilidad materna y el estado fisiológico reproductivo [3].

La producción diaria de leche durante los 305 días ha permitido construir una curva que se puede interpretar como un modelo matemático [7], la misma que han permitido imitar el comportamiento de la producción de leche a través del tiempo, siendo útiles en procesos fisiológicos, nutricionales y genéticos [8]. Estos modelos capaces de predecir la producción en el futuro proporcionan informaciones aplicables en decisiones de mejoramiento y manejo de las especies animales, principalmente de la crianza de bovinos de leche [9].

Por otro lado, se debe mencionar que la producción de leche a través del tiempo se puede graficar a través de modelos matemáticos como el de Wood, Wiltmink, Cobby, Brody y Sikka, además de modelos polinómicos como el de segundo orden [9]. Por lo expuesto, el objetivo de este trabajo fue: evaluar la producción y productividad de la



vaca primípara Holstein mestiza a través de los tercios y el comportamiento desde el parto hasta el pico y desde el pico hasta el secado de la producción de leche.

## 2. Materiales y Métodos

El estudio se realizó en las ganaderías de Balcashí y Chambo de la provincia de Chimborazo – Ecuador, ubicadas a 2980 m.s.n.m con una temperatura promedio de 11 °C. El número de bovinos que estuvieron bajo observación durante la primera lactancia correspondieron a 88 vacas Holstein mestizas en su primer parto, alimentadas con *Reygrass perenne*, *Dactilis glomerata* y *Trifolium repens* bajo un sistema de pastoreo rotativo con cerca eléctrica, en donde los animales se trasladaban diariamente desde la pradera al establo para ser ordeñadas por la mañana y por la tarde (4:00 y 16:00 horas), luego del ordeño fueron alimentadas controladamente evitando el desperdicio de pasto. En la pradera se disponía de un tanque de agua fresca y sales minerales, para completar los requerimientos nutricionales.

Es necesario mencionar que el manejo sanitario que llevaban este grupo de animales era preventivo con desparasitaciones cada tres meses, vacunadas contra la brucelosis a terneras entre 4 y 8 meses, aftosa, el IVR y leptospira, por otra parte, la mastitis se controlaba con ordeños completos y sanitarios con desinfecciones iniciales y el respectivo sellado posterior al ordeño.

La producción de leche fue obtenida mediante el ordeño mecánico y se registró en los libros productivos individuales y colectivos, los mismos que fueron utilizados para su ordenamiento, proceso y análisis aplicando la estadística necesaria.

Para realizar el cálculo de los indicadores económicos causados por la producción de leche, se consideró el peso del animal, el consumo en base seca y el precio del kg de alimento consumido diariamente, para determinar los ingresos se consideró el volumen de leche producido por el precio del litro de leche a nivel de finca y la relación obtenida entre los ingresos sobre los egresos nos permitió calcular el indicador beneficio/costo por tercio de lactancia.

Los estadísticos utilizados para el análisis de la producción de leche fueron la media, desviación estándar y la regresión de quinto orden ( $\hat{Y} = a + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4x^4 + b_5x^5$ ) que nos permitió graficar la curva de lactancia a un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), donde  $\hat{Y}$  : es la producción de leche, a: es el intercepto,  $b_1, 2, 3, 4$  y  $5$ : son los índices regresivos calculados para cada tiempo y  $x^{1, 2, 3, 4}$  y  $5$ : hace a referencia a los días de lactancia elevado a las diferentes potencias.



### 3. Resultados

Las vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia produjeron  $1559,75 \pm 181,25$  L, en el segundo tercio de lactancia fue  $726,45 \pm 2,20$  L y en el tercer tercio de lactancia  $267,56 \pm 184,02$  L (Tabla 1). La producción por vaca y por día en el primer tercio de lactancia fue  $17,72 \pm 2,06$  L, en el segundo tercio  $8,26 \pm 2,20$  L y en el tercer tercio  $3,32 \pm 1,80$  L, determinándose que la mayor producción de leche se registró en el primer tercio de lactancia. Esta particularidad se debe a diferentes factores como el consumo de alimento, el puerperio, el balance energético negativo.

En las vacas Holstein, en la primera lactancia se registró un periodo de  $282,88 \pm 9,86$  días, las mismas que al ajustar a 305, el primero, segundo y tercer tercio están distribuidos en 102, 102 y 101 días, respectivamente. Las mismas que registraron un peso promedio en la primera lactancia de  $424,39 \pm 24,24$  kg, y alcanzaron consumos calculados en base al peso metabólico.

**Table 1**

*Producción, lactancia y análisis económico en las vacas de primera lactancia.*

Variables	Primera lactancia		
	1er tercio	2do tercio	3er Tercio
Producción total (L)	$1559,75 \pm 181,25$	$726,45 \pm 2,20$	$267,56 \pm 184,02$
Producción /vaca / día (L)	$17,72 \pm 2,06$	$8,26 \pm 2,20$	$3,32 \pm 1,80$
Conversión Alimenticia	$0,73 \pm 0,09$	$1,64 \pm 0,37$	$6,06 \pm 4,55$
Costo/kg leche	$1,91 \pm 0,00$	$1,91 \pm 0,00$	$1,91 \pm 0,00$
Ingreso (USD)	$5,32 \pm 0,62$	$2,48 \pm 0,66$	$0,98 \pm 0,55$
Beneficio / Costo	$2,78 \pm 0,32$	$1,30 \pm 0,35$	$0,51 \pm 0,29$

**Fuente:** Autores, 2021

En el primer tercio de lactancia la conversión alimenticia fue  $0,73 \pm 0,09$ , en el segundo tercio de lactancia fue  $1,64 \pm 0,37$  y en el tercer tercio  $6,06 \pm 4,55$ ; determinándose mayor eficiencia en el primer tercio y la menor eficiencia en el tercer tercio, esto se debe a que la producción en el primer tercio es más alto y por ende mayor eficiencia de los alimentos, además en el primer tercio la vaca consume menor cantidad de alimento con relación a su peso debido a su estado fisiológico, el balance energético negativo causado por el puerperio (reabsorción de células del útero hasta alcanzar el tamaño normal).

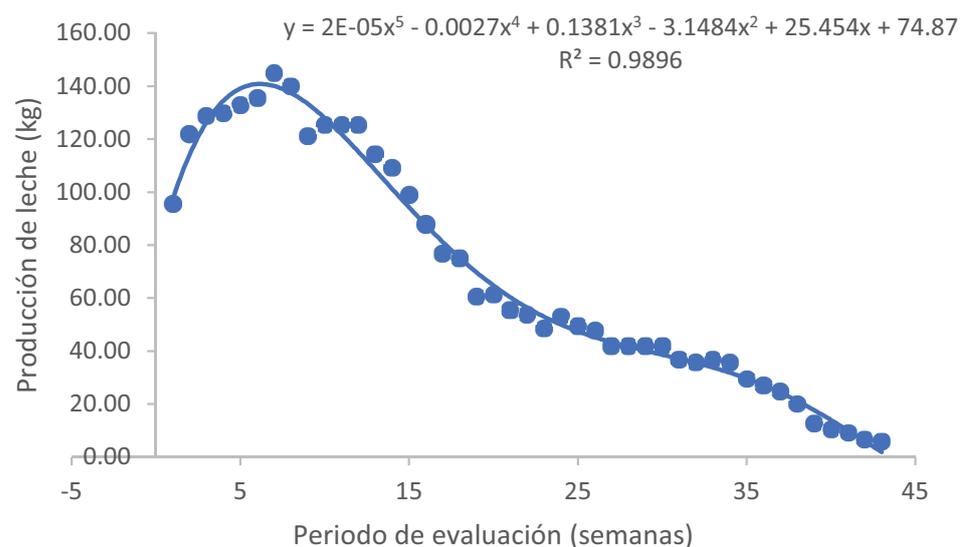
El costo de producción de leche en el primero, segundo y tercer tercio de lactancia fue  $1,91 \pm 0,00$  y un ingreso de  $5,32 \pm 0,62$ ,  $2,48 \pm 0,66$  y  $0,98 \pm 0,55$  USD respectivamente, lo que permitió determinar un mejor beneficio/costo en el primer tercio (2,58), en el tercer tercio fue muy bajo, consiguiendo un beneficio costo negativo en donde



únicamente se pudo determinar que en ese tercio la vaca aporta con parte de costo de producción, incluso esa producción no permite pagar los costos de alimento, sin embargo el beneficio está desarrollándose en su vientre con la nueva cría y su próxima lactancia.

El pico de producción en promedio se alcanzó en las siete primeras semanas acumulando 888,30 L, una producción promedio de  $127,04 \pm 15,54$  L, una productividad del  $87,62 \pm 10,72$  % y un incremento de  $1,08 \pm 0,10$  L/semana, mientras que posterior al pico conocido como la persistencia se produjo 2087,03 L con un promedio/vaca de  $57,97 \pm 38,91$  L, una productividad del  $39,98 \pm 26,84$  % y una tasa de persistencia promedio de  $0,89 \pm 0,18$  (Tabla 2). La curva de producción y persistencia ajustada a 305 días al analizar semanalmente se determinó un modelo de quinto orden en donde se puede evidenciar que hasta la séptima semana existe un incremento, para luego ir decreciendo paulatinamente hasta llegar a cero cuyo modelo es  $Y = 74,48 + 25,454x - 3,148x^2 + 0,138x^3 - 0,00027x^4 + 2E - 5x^5$  (Figura 1).

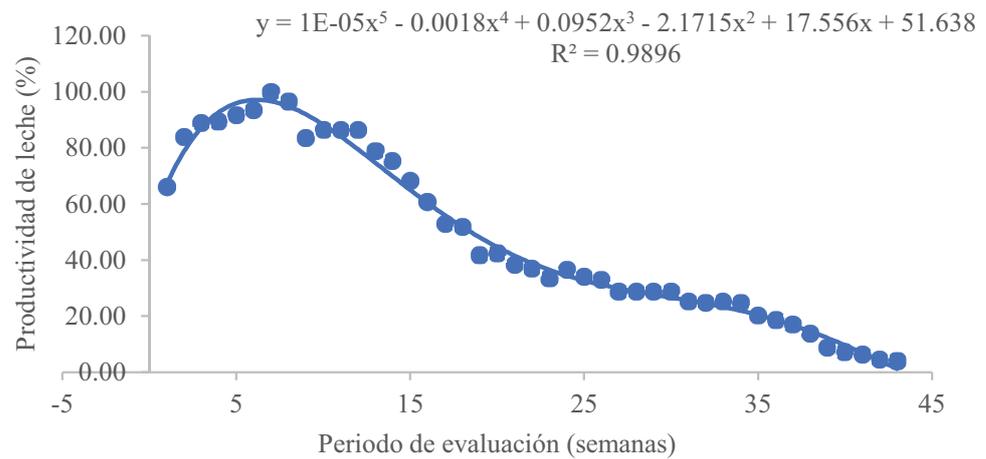
La curva de la productividad y persistencia, en términos porcentuales tiene un comportamiento de quinto orden, similar a la curva de producción y persistencia en un periodo ajustado (305 días), cuyo modelo matemático fue:  $Y = 51,638 + 17,556x - 2,172x^2 + 0,0952x^3 - 0,0018x^4 + 1E - 5x^5$  (Figura 2).



**Figure 1**

*Producción y persistencia de la lactancia en vacas primíparas.*

El comportamiento de la producción de leche en vacas Holstein mestizas, desde el parto hasta la séptima semana, incrementó hasta llegar al pico. Posteriormente la reducción fue paulatina hasta la semana cuarenta, y, la caída fue drástica al final de la



**Figure 2**

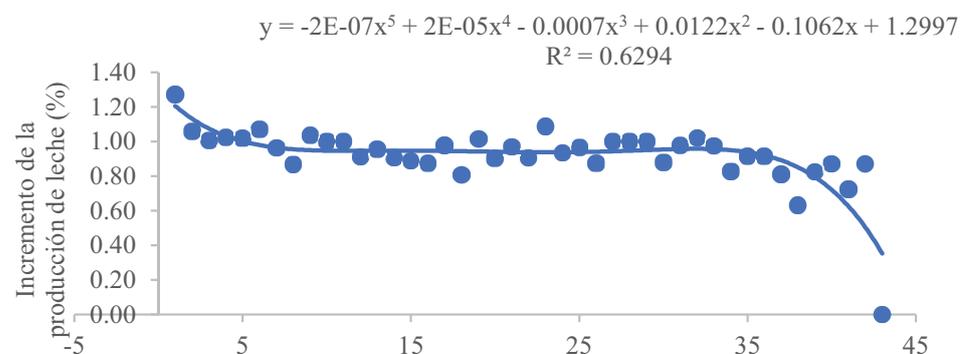
*Productividad y persistencia de la lactancia en vacas primíparas.*

curva de producción de leche, donde se determina un modelo de quinto orden que resulta ser significativo  $Y = 1,2997 - 0,106x - 0,0122x^2 + 0,0007x^3 - 2E - 05x^4 + 2E - 07x^5$  (Figura 3).

**Table 2**

*Producción y persistencia de la lactancia.*

	Hasta el Pico de producción	Posterior al pico de producción
Lactancia (semanas)	7	36
Producción de leche (L)	127,04 ± 15,54	57,97 ± 38,91
Productividad (%)	87,62 ± 10,72	39,98 ± 26,84
Incremento y/o Persistencia	1,08 ± 0,10	0,89 ± 0,18



**Figure 3**

*Incremento de la producción y persistencia de la lactancia en vacas primíparas.*



## 4. Discusión

La producción de leche en vacas puras en el primer tercio de lactancia alcanza 35 L y en el segundo tercio 25 L [10]. Por otro lado, al alimentar a las vacas con balanceado en el segundo tercio de lactancia la producción fue 18,43 L/vaca/día [11], los cuales reflejan superioridad a los encontrados en el presente trabajo, esto posiblemente se deba al sistema de manejo, debido a que las vacas estuvieron con un sistema de alimentación a base de forraje y sal mineral. De la misma manera se conoce que la lactancia puede durar un periodo aproximada 10 meses o 300 días [12].

Al alimentar a las vacas con balanceado en el segundo tercio de lactancia, los consumos registrados fueron 13,2 kg/vaca/día en términos de materia seca [11], los mismos que al calcular según el mecanismo mencionado corresponde a 12 kg/vaca/día de materia seca. Aunque estos consumos son variables por estar influenciados por la digestibilidad y la palatabilidad del forraje, el mismo que equivale del 2,5 a 2,7 % del peso vivo cuando el animal dispone alimento durante 6 a 12 horas de pastoreo [13].

La conversión alimenticia en función de la producción lechera en la lactancia temprana incrementa en función del consumo y la disponibilidad de concentrado hasta 10 kg/día, obteniendo una respuesta de 1 kg leche/kg de concentrado consumido [14].

El beneficio/costo alcanzado al analizar bajo el consumo de balanceado y producción de leche en vacas que se encuentran en el segundo tercio de lactancia registra 3,00 [11], del cual se determina que se dispone 2 dólares de beneficio por cada unidad monetaria gastada, mientras que en el presente estudio únicamente el beneficio se observa en el primer y segundo tercio de lactancia. En un estudio realizado por la granja Santa Inés en Machachi, se estima un costo de producción de 0,34 dólares por litro producido, un precio de venta de 0,45 dólares dejando un margen de utilidad de 11 centavos [15], siendo superior al registrado en el presente trabajo. Al productor grande, mediano y pequeño el litro de leche le cuesta producir 0,33, 0,35 y 0,76 dólares y, a nivel de finca los comerciantes pagan un valor inferior a 33 centavos [16].

El comportamiento de la producción de leche, el pico y la persistencia, se comporta conforme al estado nutricional y fisiológico de las vacas en producción [3]. Por otro lado, se señala que la persistencia de la lactancia es genética, por lo tanto, es heredable [17], de la misma manera se puede manifestar que la persistencia y su predicción es simple y potente, se considera independiente del rendimiento, tiene una baja correlación lineal entre el rendimiento lechero a una producción ajustada a los 305 días, determinándose muy poca heredabilidad [18, 19]. Por otro lado también se señala que la curva de lactancia se grafica con el modelo Wood donde  $yt = \beta_1 * (t\beta_2) * (\exp(-\beta_3 * t))$ , Wiltmink;  $yt$



=  $\beta_1 + \beta_2 * t + \beta_3 * (\exp(-0.05 * t))$ , Cobby;  $y_t = \beta_1 - \beta_2 * t - \beta_1 * (\exp(-\beta_3 * t))$ , Brody;  $y_t = \beta_1 * (\exp(-\beta_2 * t)) - \beta_1 * (\exp(-\beta_3 * t))$  y Sikka (SIK;  $y_t = \beta_1 * (\exp((\beta_2 * t) - (\beta_3 * t^2)))$ ) [9] los cuales no fueron necesarios en esta ganadería puesto que en el presente estudio respondió a una regresión polinómica de quinto orden.

## 5. Conclusiones

Se concluye que el comportamiento de la producción y productividad promedio en el primer tercio de lactancia fue superior al segundo tercio y la menor producción en el tercer tercio de lactancia, la persistencia de lactancia se observa a partir del pico de producción.

El mayor ingreso y beneficio/costo en las vacas Holstein mestizas, se observa durante el primer tercio de lactancia, aunque en el segundo tercio existe un beneficio inferior al primer tercio; mientras que, en el tercer tercio, los ingresos son menores que los egresos, razón por lo que el beneficio/costo, es menor a la unidad.

La curva de producción, productividad e incremento de la producción de leche de las vacas en estudio se ajusta a una regresión polinomial de quinto orden.

## 6. Agradecimiento

Los investigadores agradecen a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, abrir estos espacios de divulgación de los resultados de las investigaciones permanentes, a la vez, a la revista que faculta la respectiva publicación.

## 7. Conflicto de Intereses

No existe conflicto de intereses por parte de ningún autor.

## References

- [1] Vizcarra R. La leche del Ecuador. Historia de la lechería ecuatoriana. Quito: Efecto Studio; 2015.
- [2] Condo L. 2020. Características morfológicas y productivas en bovinos mestizos orientados a la producción de leche en dos establos de Riobamba. [Tesis para optar por el grado de PhD]. EPG-UNALM; Ecuador. 2020.



- [3] Bretschneider G, Salado E, Cuatrin A & Arias D. Pico y persistencia de la lactancia. Santa Fe: INTA, EEA Rafaela; 2018.
- [4] Bargo F. Suplementación en pastoreo: Conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. Saudi Med; New Zealand. 2012.
- [5] Campabadall C. Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche. II Seminario Internacional Sobre Calidad de La Leche; Nutrición animal tropical. vol. 5 núm. Costa Rica. 1999.
- [6] Garcés R, Boza J, Acevedo P, Brandl E, Bruckmaier R, López J. Índice de persistencia y descripción de los primeros 100 días de la curva de lactancia de cabras saanen primíparas y multíparas mantenidas en confinamiento. Agricultura técnica. v. 64, n. 3, p. 319-326. Chile. 2004. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072004000300014>.
- [7] Otwinowska-Mindur A. Factores que afectan la forma de la curva de lactancia en vacas polacas Holstein-Friesian. Revista Animal Science Papers and Reports. 2016;34(4):373-386. <https://www.researchgate.net/publication/308919037>
- [8] Macciotta NPP, Dimauro C, Rassu SPG, Steri R, Pulina G. The mathematical description of lactation curves in dairy cattle. Italian Journal of Animal Science. 2011;10:213-223.
- [9] Palacios-Espinosa A, Domínguez-Viveros J, Padrón-Quintero Y et al. 2016. Caracterización de la curva de lactancia de bovinos Siboney con modelos no lineales mixtos. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 2016:233-242.
- [10] Manterola H. Manejo nutricional y composición de la leche. El desafío de incrementar los sólidos totales en la leche. Una necesidad de corto plazo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 2017.
- [11] Cueva R. Efecto de la relación entre la cantidad de balanceado y producción de leche en vacas de segundo tercio de lactancia [Tesis de grado]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2018.
- [12] Grijalva J. 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. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2012.
- [13] Vélez M. Producción de ganado lechero. Honduras: Panamericana EA; 2015.
- [14] Escobosa A, Alimentación. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM-México. 2014.
- [15] Yambay J. Propuesta de costeo de producción de leche en la hacienda Santa Inés, Machachi [Tesis de grado]. Universidad Técnica Equinoccial; Quito-Ecuador. 2014.



- [16] Ministerio de Agricultura, Ganadería, acuacultura y Pesca (MAGAP). Análisis del precio de sustanciación de la leche. Quito: Subsecretaría de fomento ganadero; 2013.
- [17] Biassus, IO, Cobuci JA, Costa JA, Rorato PN, Neto JB, Cardoso LL. Persistence in milk, fat and protein production of primiparous Holstein cows by random regression models. *Revista Brasileña de Zootecnia*. 2010;39:2617-2624.
- [18] Kheirabadi A, Alijani S. Genetic parameters for milk production and persistency in Iranian Holstein population by multitrait random regression models. University of Tabriz. Iran. *Archi Tier*; 2014.
- [19] Torshizi M, Mashhadi A. Estudio de la persistencia del rendimiento de la leche utilizando las metodologías de predicción y regresión aleatoria en vacas lecheras Holstein iraníes. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2018;127-139.