

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL



**“CURVAS DE LACTACIÓN EN GANADO BROWN SWISS BAJO
DOS SISTEMAS DE CRIANZA EN HUANCVELICA E ICA”**

Presentada por:

LUIS ALBERTO ARAPA SALAS

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

Lima– Perú

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“CURVAS DE LACTACIÓN EN GANADO BROWN SWISS BAJO
DOS SISTEMAS DE CRIANZA EN HUANCVELICA E ICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

LUIS ALBERTO ARAPA SALAS

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Marcial Cumpa Gavidia

PRESIDENTE

Mg. Sc. María Elisa García Salas

ASESOR

Mg. Sc. Jorge Rafael Vargas Morán

MIEMBRO

Mg. Sc. Agustín Pallette Pallette

MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de mi vida, profesional.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a la Mg. Sc. María Elisa C. García Salas por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo, sino por haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Al ingeniero Napoleon Bazo Costa. por brindarme la oportunidad de realizar el presente Trabajo.

A Yaneline Hidalgo y Ángel Vázquez dos grandes personas que la vida me dio la oportunidad de conocer, gracias por su gran apoyo.

Al jurado evaluador: Mg. Sc. Marcial E. Cumpa Gavidia, Mg. Sc. Jorge R. Vargas Morán y Mg. Sc. Agustín E. Pallette Pallette por su apoyo y recomendaciones en la presente tesis.

A los grandes amigos. Con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas que siempre estuvieron dispuestos a brindarme su apoyo un especial reconocimiento a Verito, Melania, Veronica, Jose, Marcelo, Javier, Carlitos

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.	RAZA BROWN SWISS.....	2
2.2.	PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL PERÚ	3
2.3.	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA	5
2.4.	PRODUCCIÓN LECHERA.....	7
2.4.1.	Pico de producción	7
2.5.	CURVA DE LACTACIÓN.....	9
2.5.1.	Etapas productivas en la curva de lactancion.....	9
2.6.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CURVA DE LACTACIÓN	12
2.7.	MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LAS CURVAS DE LACTACIÓN.....	19
2.8.	MODELACIÓN MATEMÁTICA Y SU APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA.....	19
2.9.	MODELOS MATEMÁTICOS RELACIONADOS CON LAS CURVAS DE LACTANCIAS.....	21
2.10.	CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE MODELOS	23
2.11.	VENTAJAS DEL CÁLCULO DE LA CURVA DE LACTACIÓN	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1.	ZONA DE ESTUDIO.....	27
3.2.	PERIODO DE ESTUDIO	29
3.3.	RECOLECCIÓN DE DATOS	29
3.4.	ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL ESTABLO RANCHO BALI – HUANCAVELICA	30
3.5.	ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL ESTABLO BALI DE ICA.....	32
3.6.	DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LACTACIÓN.....	34
3.6.2.	Determinación de las características productivas relevantes que le permiten tomar decisiones al productor lechero.....	35
3.6.3.	Comparación de las curvas de lactación entre los sistemas semi-extensivo e intensivo	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1.	RANCHO BALI – HUANCAVELICA	37
4.1.1.	Curva de lactación de vacas Brown Swiss con el Modelo de Wood en el establo Rancho Bali – Huancavelica.....	37

4.1.2. Características productivas según año de parto en el establo Rancho Bali – Huancavelica.....	40
4.1.3. Características productivas según el número de parto en el Establo Rancho Bali – Huancavelica.....	40
4.1.4. Pico de lactación y días al pico en Establo Rancho Bali – Huancavelica.....	42
4.1.5. Persistencia lechera en el establo Rancho Bali de Huancavelica.....	43
4.1.6. Lactacion en 305 días, para vacas Brown Swiss del Establo Rancho Bali – Huancavelica.....	46
4.2 ESTABLO BALI – ICA.....	47
4.2.1 Curva de lactación de vacas Brown swiss con el Modelo de Wood en el Establo Bali – Ica	47
4.2.2 Características productivas según año en el Establo Bali – Ica.....	50
4.2.3. Características productivas según el número de parto en el Establo Bali de Ica	50
4.2.4. Pico de lactación y días al pico con el modelo Wood en el Establo Bali de Ica.....	52
4.2.5. Persistencia lechera según modelos de Wood en el Establo Bali de Ica.....	53
4.2.6. Producción de leche estimada en 305 días, para vacas en producción de la raza Brown swiss en el establo Bali – Ica.....	54
4.3 COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	55
4.3.1 Comparación de dos sistemas de producción por año de parto.....	55
4.3.2 Comparación de dos sistemas de producción por número de partos.....	57
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES.....	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
VIII. ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Perfil lactacional razas lecheras Holstein, pardo suizo y jersey en vacas (tercera lactación) en el clima templado y en el trópico (Panamá).....	13
Tabla 2 : Promedio de Producción de leche 2000 -2019: Lima.	15
Tabla 3 : Edad a la máxima producción en la cuenca lechera de Lima.	17
Tabla 4 : Características Productivas y Reproductivas Establo Rancho Bali – Huancavelica.	30
Tabla 5: Características Productivas y Reproductivas Establo Bali - Ica.....	32
Tabla 6: Parámetros según modelos no lineales para ganado Brown Swiss de los 3 primeros partos en el Establo Rancho Bali – Huancavelica.	38
Tabla 7 : Características Productivas Según Año Establo Rancho Bali – Huancavelica. ...	40
Tabla 8 : Características Productivas Según El Número De Parto (1° - 4° parto) Establo Rancho Bali – Huancavelica.....	41
Tabla 9 : Características Productivas Según El Número De Parto (5° - 10° parto) Establo Rancho Bali – Huancavelica.....	41
Tabla 10 : Producción y días al pico en vacas Brown Swiss del Establo Rancho Bali – Huancavelica.	42
Tabla 11 : Persistencia lechera (%) en el primer y segundo parto del establo Rancho Bali - Huancavelica.	43
Tabla 12 : Persistencia lechera (%) para tercer y cuarto parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.	44
Tabla 13 : Persistencia lechera (%) para quinto y sexto parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.	44
Tabla 14 : Persistencia lechera (%) para séptimo y octavo parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.	45
Tabla 15 : Persistencia lechera (%) para noveno y décimo parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.	45
Tabla 16 : Lactacion en 305 días en vacas Brown Swiss del Rancho Bali – Huancavelica.	46
Tabla 17 : Parámetros según modelos no lineales para ganado lechero Brown Swiss de los 3 primeros partos en el Establo Bali - Ica.....	48
Tabla 18 : Características Productivas Según Año establo Bali – Ica.....	50

Tabla 19 : Características Productivas Según el número de Parto En el Establo Bali - Ica.	51
Tabla 20 : Producción y días al pico para modelo de Wood para ganado lechero Brown swiss en el establo Bali – Ica.....	52
Tabla 21 : Persistencia lechera respecto al pico y caída mensual de la persistencia (%), según modelo de Wood en el Establo Bali – Ica.	53
Tabla 22 : Persistencia lechera respecto al pico y caída mensual de la persistencia (%), según modelo de Wood en el Establo Bali – Ica.	54
Tabla 23 : Producción de leche estimada en 305 días en vacas Brown Swiss del establo Bali – Ica.	55
Tabla 24 : Comparación de lactacion en 305 días por año de parto, en dos sistemas de producción.	56
Tabla 25 : Comparación de producción por campaña y por año de parto, en dos sistemas de producción.	56
Tabla 26 : Producción de leche diaria promedio por vaca por año de parto, entre ambos sistemas.....	57
Tabla 27 : Producción de leche en 305 días por número de parto, entre ambos sistemas... ..	57
Tabla 28 : Diferencia de producción de leche por campaña por número de parto entre ambos sistemas.....	58
Tabla 29 : Producción de leche diaria promedio por vaca por número de parto, en dos sistemas de producción.....	58
Tabla 30: Rendimiento de leche por etapa por etapa productiva	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del departamento de Huancavelica.	27
Figura 2: Mapa de la provincia de Chincha.....	28
Figura 3 : Primer parto.....	31
Figura 4 : Segundo Parto	31
Figura 5: Tercer parto	31
Figura 6: Cuato - Septimo Parto	31
Figura 7: Octavo - Onceavo parto	31
Figura 8 : Primer Parto	33
Figura 9: Segundo Parto	33
Figura 10 : Tercer Parto.....	33
Figura 11: Cuarto a mas partos.....	33
Figura 12 : Curvas de lactación del primer al onceavo parto con el modelo de Wood Establo Rancho Bali – Huancavelica.....	39
Figura 13: Curvas de lactación del con el modelo de Wood en el Establo Bali de Ica.	49
Figura 14: Curvas de lactación para primer, segundo, tercero y cuarto parto en ambos sistemas, Huancavelica (H) e Ica (CH) con el modelo de Wood.	60
Figura 15: Curvas de lactación para primer, segundo, tercero y cuarto parto en ambos sistemas, Huancavelica (H) e Ica (CH) con el modelo de Wood.	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 1 - 35	75
Anexo 2: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 36 - 70.....	76
Anexo 3: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 71 - 105.....	77
Anexo 4: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 106 - 140.....	78
Anexo 5: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 141 - 175.....	79
Anexo 6: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 176 - 210.....	80
Anexo 7: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 211- 245.....	81
Anexo 8: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 246 - 280.....	82
Anexo 9: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 281 - 305.....	83
Anexo 10: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha días 1 - 35.	84
Anexo 11: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha 36 - 70.....	85
Anexo 12: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha días 71 - 105.	86
Anexo 13: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha días 106 - 140.	87
Anexo 14: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha días 141 - 175.	88
Anexo 15: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha 176 - 210.....	89

Anexo 16: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha días 212 - 246.	90
Anexo 17: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha días 247 - 281.	91
Anexo 18: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha días 285 - 305.	92
Anexo 19: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación óptima en el rancho Bali de Huancavelica	93
Anexo 20: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación óptima en el rancho Bali de Huancavelica.	93
Anexo 21: Dispersión de puntos de una vaca de segundo parto con una curva de lactación óptima en el establo Bali de Chincha.	93
Anexo 22: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación fluctuante en el establo Bali de Chincha.	94
Anexo 23: Dispersión de puntos de una vaca de segundo parto con una curva de lactación fluctuante en el establo Bali de Chincha.	94
Anexo 24: Dispersión de puntos de una vaca de sexto parto con una curva de lactación fluctuante en el rancho Bali de Huancavelica.	94
Anexo 25: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación atípica en el rancho Bali de Huancavelica.	95
Anexo 26: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación atípica en el rancho Bali de Huancavelica.	95
Anexo 27: Dispersión de puntos de una vaca de quinto parto con una curva de lactación atípica en el rancho Bali de Huancavelica.	95

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue modelar la curva de lactación de vacas Brown Swiss utilizando modelos no lineales (MNL), en un periodo de 10 años, del 2008 al 2017, bajo dos sistemas de producción: semi extensivo en Huancavelica e intensivo en Ica, al determinar la curva de mejor ajuste permite al ganadero evaluar la producción lechera en los diferentes partos y el comportamiento de la misma para la toma de decisiones. En el Rancho Bali de Huancavelica se evaluaron 50 045 controles diarios de producción de leche correspondientes a 508 lactaciones comprendidas entre los años 2008 al 2017; y en el establo Bali de Chincha se evaluaron 19 186 controles diarios de producción de leche correspondientes a 186 lactaciones comprendidas entre los años 2012 al 2017. correspondiente al primer, segundo y tercer a más partos. Se evaluaron 4 MNL: Brody, Wood, Cobby y Wilmink, utilizando NLMIXED de SAS V9.4, se seleccionó el modelo con mejor ajuste con los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC). El modelo de Wood fue el de mejor ajuste para todas las curvas de lactación en Brown Swiss. En el sistema semi extensivo, la mayor producción en 305 días se obtuvo en el sexto parto con 6 927 kg, con un pico de producción de leche de 28.27 kg, a los 46 días, en el sistema intensivo la mayor producción en 305 días se obtuvo en el cuarto parto con 8 918 kg, con un pico de producción de 33.5 kg, a los 59 días. Al comparar ambos sistemas de crianza, el sistema intensivo de Ica fue superior en 24 por ciento en la producción a 305 días y en 28 por ciento en la producción por campaña comparado con sistema semi extensivo de Huancavelica.

Palabras clave: Curva de lactación, modelos no lineales, pico de producción, producción a 305 días.

ABSTRACT

The objective of this research was to model the lactation curve of Brown Swiss cows using non-linear models (MNL), in a period of 10 years, from 2008 to 2017, under two production systems: semi extensive in Huancavelica and intensive in Ica , by determining the curve of best fit allows the farmer to evaluate the milk production in the different deliveries and the behavior of the same for making decisions. At the Bali Ranch in Huancavelica, 50 045 daily milk production controls were evaluated corresponding to 508 lactations between 2008 and 2017; and in the Bali stable in Chincha, 19 186 daily milk production controls were evaluated corresponding to 186 lactations between the years 2012 to 2017, corresponding to the first, second and third more deliveries. 4 MNLs were evaluated: Brody, Wood, Cobby and Wilmink, using NLMIXED from SAS V9.4, the model with the best fit was selected with the Akaike (AIC) and Bayesian (BIC) information criteria. Wood's model was the best fit for all lactation curves in Brown Swiss. In the semi-extensive system, the highest production in 305 days was obtained in the sixth calving with 6 927 kg, with a peak of milk production of 28.27 kg, at 46 days, in the intensive system the highest production in 305 days was obtained in the fourth calving with 8 918 kg, with a production peak of 33.5 kg, at 59 days. When comparing both breeding systems, the intensive system in Ica was 24 percent higher in production at 305 days and 28 percent in production per season compared to the semi-extensive system in Huancavelica.

Keywords: Lactation curve, non-linear models, peak production,

I. INTRODUCCIÓN

La raza de ganado que ha tenido mayor éxito en adaptarse en la sierra del Perú es la raza Brown Swiss y representa un 17.5 por ciento del total de vacunos existentes (INEI 2012).

Los productores tienen que convertirse en empresarios eficientes, por eso se hace imprescindible el uso de registros que permitan medir los resultados y compararlos con las metas planteadas, sean estas actuales o pasadas a fin de corregir deficiencias, y realizar cambios oportunos. Sin embargo aún existe desconocimiento por parte de los productores del manejo de dicha información para obtener ventajas a la hora de tomar decisiones. Por otro lado, podemos identificar empresas ganaderas que sí llevan de forma adecuada sus registros como es el caso de la empresa Rancho Bali, dedicada a la crianza de ganado vacuno de la raza Brown Swiss.

La curva de lactancia es el resultado de 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, en la planificación del hato con la ayuda de la predicción y la selección a partir del conocimiento de las relaciones entre las diferentes partes de la curva (Quintero *et al.* 2007).

El establo Rancho Bali realiza la crianza de ganado Brown Swiss en Pampas Tayacaja-Huancavelica, bajo un sistema de crianza semi – extensivo; y al buscar mejores niveles de producción decidieron trasladar parte del ganado a la costa, a Chincha-Ica, bajo un sistema de crianza intensivo.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar las curvas de lactación de vacas Brown Swiss bajo dos sistemas de crianza: semi - extensivo en Huancavelica e intensivo en Ica. Esto permitió evaluar y comparar las curvas de lactación en los diferentes sistemas de producción, así como determinar: las etapas productivas, las características de la curva, y los niveles de producción de leche por número y año de parto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. RAZA BROWN SWISS

La ganadería vacuna orientada a la producción lechera se inicia en el Perú a principios del siglo XIX, con la importación de vacunos de suiza, en especial de la raza Brown Swiss y Normando en 1908, para la sierra; cobrando un incremento significativo con la fundación de la asociación de ganaderos del Perú (1915), a fines de 1919 se introducen significativas cantidades de vacunos lecheros de la raza Holstein de los Estados Unidos, Chile y Argentina; así como Brown Swiss de los estados unidos (Ramirez y Chavez 2001).

Según el cuarto censo agropecuario la mayor población de ganado vacuno Brown Swiss está distribuido en los departamentos de Puno 210 244, Cusco 126 986, Cajamarca 93 571, en tanto que los departamentos de Ica y Huancavelica cuentan con 1 087 y 14 843, respectivamente (INEI 2012)

La raza Brown Swiss se caracteriza entre otras cosas por su talla mediana, su capa es de un color “café – gris” el cual varía en tono, aunque se prefieren las sombras oscuras, las áreas de un color más claro se localizan en los ojos, hocico, orejas y en las partes bajas de las patas. El pelo es corto, fino y suave, la piel pigmentada; muestra negro en la parte como el hocico. Los cuernos son blancos con puntas negras, medianos o pequeños, dirigidos hacia afuera y arriba, encorvándose en las puntas. La cabeza es ancha y moderadamente larga. La espalda es amplia y la línea dorsal recta. El pecho es profundo con costillas bien arqueadas, y los desarrollados cuartos traseros son carnosos (Gasqué y Posadas 2001); por otra parte, son longevas, tanto las hembras, suelen alcanzar hasta los 15 años de producción, como los machos, que se mantienen en servicio productivo hasta los 9 años de edad. La producción media en vacas selectas está estimada en unos 6 000 kg de leche en 305 días de lactación. Sin embargo, el 15 por ciento de las lactaciones se sitúa alrededor de los 7 500 litros y un 2 por ciento llega a producir los 9 000 litros. El tenor graso es alto, de 3.75 a 4.5 por ciento, y el 3.3 por ciento de proteína. El alto contenido en grasa la hace muy apta para la producción de quesos. La selección de los animales, se realiza con tendencia al nivel de producción,

aptitud para el ordeño, conformación mamaria y estructura corporal, sin olvidar la producción cárnica (Swisslatin Portal Suizo 2005).

Quispe *et al.* (2016) manifiestan que en un periodo de estudio del 2003 al 2010, la producción de leche a 305 días de vacunos Brown Swiss en Puno (3800 m.s.n.m.), varía dependiendo el año de parto con una producción promedio que oscila entre 2 911.9 a 3 551.2 kg, la producción de leche real también varía entre 2 881.9 a 3 695.3 kg y el periodo de producción oscila entre 301.3 y 341.3 días.

Viamontes (2001), señala como principales ventajas de la raza, la rusticidad, la amplia adaptabilidad ante diferentes condiciones de clima, resistencia al medio y a las enfermedades, su capacidad como productora de leche y carne, buena habilidad materna y fertilidad, reconocida como las más altas entre todas las razas, así como la capacidad de empadre de los sementales. Rosemberg (2000) señala que, la raza bovina que ha tenido mayor éxito en adaptarse a la altura es la Brown Swiss, de ahí su importancia en la sierra peruana. Su población se concentra principalmente en la sierra central y su producción promedio de leche puede encontrarse entre los 1 500 y 3 000 kg/vaca/campaña en condiciones de altitud y con alimentación en base a pastos naturales y cultivados, la raza Brown Swiss constituye la raza mejorada del ganado criollo, sobre todo para condiciones por encima de los 3 500 msnm., con esta raza se está originando selección de animales con tendencia al tipo lechero.

2.2. PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL PERÚ

MINAG (2010) señaló que la producción de leche en el Perú tuvo un crecimiento sostenido de 6.7 por ciento anual. De los 830 146 TM de leche producidos en 1994 se incrementó a 1 660 700 TM en 2009 con una producción de leche muy variable. MINAGRI (2019) indica que la producción de leche fresca de vaca en el Perú ha aumentado en los últimos años observándose en el 2019 un incremento en la producción de leche.

Por ello se debe investigar las causas de variación que afectan la producción de leche. La producción de una vaca lechera a través de su lactancia es muy variable y difícil de controlar; por tanto, contar con las herramientas que permitan caracterizarla, brinda la posibilidad de evaluar diferentes alternativas de manejo para la toma de decisiones. Es de importancia el

impacto que tiene el contar con información discriminada, para la caracterización de un sistema de producción lechera al igual que la producción, los componentes sintetizados dentro de la glándula mamaria presentan igual comportamiento, pero en sentido inverso, por un efecto de dilución, presentando sus valores menores cuando la producción es máxima, y los valores mayores al inicio y final de la lactancia (Cuatrin 2005).

El Perú es caracterizado por una alta variedad de zonas ecológicas, incluyendo cadenas de montañas altas, desiertos costeros y selvas tropicales. La producción lechera en el Perú se encuentra diferenciada en dos zonas geográficas: a nivel de la costa, donde hay un uso intensivo de los subproductos de la agroindustria que permiten un suministro de alimento concentrado, proporcionándole la cantidad y calidad de nutrientes necesarios; y a nivel de la región alto andina, el panorama se muestra distinto, el ganado depende en gran medida de los pastos naturales y en menor grado de las asociaciones vegetales (Avalos 2006).

La población de ganado vacuno actualmente es de 5 555 988 cabezas. La raza predominante es la de criollos, representando el 63.9 por ciento del total de la distribución, seguida por la raza Brown Swiss, con un 17.6 por ciento, la Holstein con 10.3 por ciento, Gyr/Cebú con 3.4 por ciento y otras razas con 4.8 por ciento, considerando la distribución total por regiones tenemos en costa (11.9 por ciento), Sierra (73.2 por ciento), y selva (14.9 por ciento). La sierra cuenta con una mayor proporción de vacunos de la raza criollos 71.1 por ciento (INEI 2012).

El 43 por ciento de la producción nacional de leche fresca se destina a la industria artesanal y al consumo humano directo, siendo el queso fresco el principal producto y Lima el principal destino de la producción (MINAG 2005). La producción de leche en el Perú ha crecido durante los últimos 15 años, este crecimiento de la producción nacional de leche ha sido principalmente debido a un mejor acceso de los productores de las tierras altas a las industrias de elaboración de productos lácteos, un aumento en el número de explotaciones lecheras y el uso de mayor rendimiento de vacas lecheras (Bartl 2008). También para la producción de quesos, una tendencia positiva con un incremento medio anual del 13 por ciento se pudo observar durante el periodo de los últimos años (FAOSTAT 2008).

Según Bartl (2008) un futuro crecimiento consta de la producción y el consumo de leche y el consumo se pueden esperar y proyectaron una tasa de crecimiento anual de 1.9 por ciento

para el consumo de leche y el dos por ciento para la producción de leche para los años comprendidos entre 1993 y 2020. La mayor parte del crecimiento en el sector de la leche se ha producido básicamente en tres regiones que son Arequipa, en la sierra sur, Cajamarca en la sierra norte y la zona costera alrededor de Lima (Bartl 2008).

2.3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA

Un sistema es un grupo de componentes que pueden funcionar recíprocamente para lograr un propósito común, por lo tanto, existen tantos sistemas diferentes de producción, debido a las diferencias entre productores, en cuanto a sus habilidades, recursos, gustos, preferencias y objetivos en la vida, que determinan la elección del sistema más apropiado en cada caso particular (Wadsworth 1997).

Apollin y Eberhart (1999) mencionan que un sistema de producción agropecuaria es el conjunto estructurado de actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias establecido por un productor y su familia para garantizar la reproducción de su explotación resultado de la combinación de los medios de producción, tierra capital, y de la fuerza de trabajo disponible en un entorno socioeconómico y ecológico determinado.

a.- Sistema Extensivo.- Es un sistema de producción ganadera que se desarrolla sin ninguna orientación técnica ni científica. En este sistema los animales se crían aprovechando grandes extensiones de pastos naturales; se puede mantener al ganado en el campo noche y día o como en la gran parte de nuestra región, donde el ganado se saca en la mañana y se encierra en sus respectivos corrales por la tarde; en este sistema generalmente está conformado por animales de baja calidad genética y por ende bajos niveles de producción y productividad. (ECOBONA 2011).

b.- Sistema Intensivo.- Es un sistema de crianza ganadera conducida bajo una orientación técnica y científica. En este sistema, la crianza de los animales está en confinamiento o estabulado en establos; para este sistema es indispensable la construcción de una infraestructura productiva apropiada, donde el animal se mantiene noche y día en ella.

Este sistema requiere una alta inversión inicial para la construcción de establos y corrales, y para la adquisición de maquinaria y equipo que permitan mantener al ganado estabulado; la

alimentación se basa en concentrados, suplementos y pastos para corte. El objetivo primordial es optimizar el uso del suelo obteniendo mayores ingresos en una superficie de terreno limitada (ECOBONA 2011).

c.- Semi – Extensivo.- Este Sistema, es la combinación de los dos sistemas anteriores. Es un sistema de alimentación basado en el pastoreo, pero complementado con concentrados elaborados con insumos agroindustriales, en el día pastorean y en la noche son llevados a confinamiento, puede presentar alrededor de 3 500 kg/vaca/campaña, son pequeñas explotaciones con venta de leche al poronguero y la manufacturación de quesos. Utilizan sistemas de reproducción por inseminación artificial y monta natural (Irujo 2010).

En el Perú, el 46.2 por ciento de la producción de leche se da en sistemas estabulados, el 15.4 por ciento en sistemas de pastoreo y el 38.4 por ciento en sistemas semi - extensivos. En la costa los sistemas son principalmente estabulados, mientras que en la sierra son principalmente de pastoreo o semi - extensivos (MINAG 2005). En los sistemas semi - extensivos, la producción de leche por hectárea es superior al de los sistemas basados únicamente en pasturas (Silva 2006). Julio (2019) sostiene que vacas Brown Swiss criadas en un sistema semi-extensivo en condiciones de altura (3 822 msnm) en la sierra, tienen una mayor producción de leche (9.83 l/vaca), con respecto a vacas criadas bajo un sistema extensivo (4.95 l/vaca), el mismo autor menciona que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas de crianza: a) El sistema de crianza semi-intensiva con mayor producción de leche (9.83 l/vaca), en comparación con el sistema extensivo (4.95 l/vaca). En grasa y densidad de la leche tuvo menores valores el sistema semi-intensivo con (3.50 por ciento y 1.28 g/cm³) en comparación con las del sistema de crianza extensivo con (4.50 por ciento y 1.33 g/cm³).

Vilca (2018) reportó en un estudio realizado en el CIP Chuquibambilla en Puno, donde se realiza la crianza de ganado vacuno de la raza Brown Swiss bajo un sistema semi extensivo, evaluaron registros productivos en el periodo del 2008 al 2014, encontraron que la producción promedio fue de 10.41kg con influencia por año de lactación, también influyendo la época del año sobre en el rendimiento de producción de leche, donde se evidencia mayor producción en la época de lluvia (10.86 ± 2.57 kg/día) que en la época de seca (9.84 ± 2.9 kg/día).

2.4. PRODUCCIÓN LECHERA

Góngora (2006) manifiesta que la producción lechera es un periodo de tiempo comprendido entre el parto hasta que la vaca deje de producir leche denominado momento de seca. Lo óptimo para la duración de la lactación es 305 días, es decir 10 meses produciendo leche, dejando dos meses de secado como descanso para que se recupere el animal para conseguir el objetivo de tener una cría al año.

2.4.1. Pico de producción

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

Después del parto, la producción de leche se incrementa hasta la semana 6 – 8, donde se alcanzan los picos de producción, a medida que aumentan el número de células secretoras, su funcionalidad y el aporte de nutrientes, por un aumento en el consumo y la movilización del tejido corporal. Durante este periodo, los requerimientos de glucosa son incrementados de 1.000 g/d en el período de vaca seca a 2.500 g/d durante las primeras semanas del parto (Pendini 2016).

Capuco (1998) citado por Angulo (2007) menciona que la producción de leche hasta el pico está relacionada con la capacidad de síntesis de los lactocitos, es decir una hipertrofia más que con el número de células secretoras, y el declive en la producción diaria de leche se asocia a un descenso del número de células en el parénquima mamario.

Beteta (2020), en su trabajo de investigación que esta aun por publicarse reportó para vacunos Brown Swiss del mismo establo los picos de producción para vacas de primer, segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto parto a más de 26,08; 29,93; 33,41; 33,78; 32,44 y 29,22 kg respectivamente, los que llegaban en los días 69,81; 44,75; 54,57; 58,51; 47,84 y 55,02 respectivamente

2.4.2. Producción de leche por campaña

La producción de leche por campaña viene a ser la cantidad de leche producida desde el parto hasta la fecha de secado. Considerando que, del total de ingresos económicos en un establo, el 90 por ciento corresponde a la venta de leche (Rodríguez 2018).

Beteta (2020) Reporta en vacunos Brown Swiss un promedio de producción de leche por campaña de 8 656,21 kg con una duración promedio de 344,17 días,

2.4.3. Producción en 305 días

La producción en 305 días es un parámetro productivo que cuantifica la cantidad de leche producida en un tiempo de 305 días desde el momento del. En el ganado vacuno orientado a la producción de leche se considera ideal 305 días ya que las vacas deben tener por lo menos una cría cada año tomando en cuenta sus 60 días de descanso, pero en muchas ocasiones esto no resulta posible por diferentes factores (Olaguivel 2006).

Torrent (1991) menciona dos alternativas de entender la producción. Si es mayor a 305 días se deduce entonces que la vaca no quedo preñada en el momento esperado, de lo contrario si el periodo es inferior a 305 días entonces podemos deducir que la vaca fue secada antes de tiempo o pudo haber sufrido un aborto, lo que conlleva a una producción irregular.

Beteta (2020), indica que el promedio de producción en 305 días es de 8 225,86 kg para vacunos Brown Swiss en el establo Bali de la costa, en el periodo del 2013 al 2018.

En la Universidad Autónoma de México (1982), se reportaron que el pico de producción y su comportamiento de la curva de producción de leche depende de la producción láctea diaria así se tiene que el número de partos influye en ella, en las vacas de primer parto se obtuvo una producción de 6.22 ± 0.25 lts/día; en las de segundo parto 7.28 ± 0.25 lts/día; en las de tercer parto se obtuvo 7.10 ± 0.40 lts/día; en las de cuarto parto se obtuvo 8.25 ± 2.54 lts/día.

El promedio de producción del Centro Experimental Chuquibambilla desde la 2da a la 9na, lactación de 44 lactaciones fue de $2\ 820 \pm 590$ kg de leche y al ser corregido a 305 días y 2 ordeños el promedio fue de $2\ 968 \pm 480$ kg de leche, siendo la 4ta lactación de máxima producción con $3\ 210 \pm 330$ kg de leche en promedio (Hinojosa 1992).

Los resultados encontrados en el Fundo San Antonio en vacas Brown Swiss, el promedio de producción fue de 3 393 kg de leche por campaña y estos datos al ser corregidos a 305 días de lactación y dos ordeños, donde se aprecia que el promedio de producción en la primera lactación es de 3112 ± 692 kg de leche (Condori 1999).

2.5. CURVA DE LACTACIÓN

La curva de lactancia muestra el comportamiento de la producción de leche de la vaca en función al tiempo, medido en días desde el parto. Conocer su forma es importante por varias razones. En primer lugar, porque permite gestionar de forma más eficiente hatos ganaderos, por ejemplo, para planificar la alimentación, decidir el momento apropiado para la seca y monitorear la salud de los animales (Silvestre *et al.* 2006).

Además, conociendo la forma de la curva de lactación y los datos de producción individual de una vaca se podría llegar a predecir la producción de leche para toda la lactancia. Finalmente, los modelos de curvas de lactancia fenotípica son importantes también como insumo para los modelos que estudian el componente hereditario de la productividad de las vacas y permiten la selección genética (Macciotta *et al.* 2005).

La producción de leche en toda su campaña determinará la mayor o menor demanda de nutrientes por parte de la vaca. Así por ejemplo una vaca recién parida o que se encuentra en el pico de producción de leche, inicio del primer tercio, necesitará mayores requerimientos de nutrientes en la ración comparada a una vaca de baja producción que se encuentra al final de la curva de lactación (Almeyda 2013).

2.5.1. Etapas productivas en la curva de lactación.

a.- Primer tercio de lactación

Se extiende desde el momento del parto hasta los 100 días de lactancia. Es este el tramo en que la vaca entrega la mayor producción en litros/día. Paradójicamente, coincide con el período en el que, a pesar de tener sus mayores requerimientos de energía, disminuye su capacidad de consumo voluntario de materia seca (energía). Esto hace que entre en un período denominado balance energético negativo, en el que consume sus reservas grasas,

perdiendo consecuentemente peso corporal. Este período también es crítico dado a que en su desarrollo se debe producir una nueva preñez que asegure, nueve meses después, un nuevo ciclo productivo. El intervalo parto-concepción (IPC) no tiene una duración fija, ya que no necesariamente la vaca queda preñada en el primer celo detectado. Al tener el período de gestación una duración fija, es obvio que toda demora en la concepción alargamiento del IPC supone, en principio, una prolongación del ciclo productivo. Etapa donde se alcanza el pico de la lactancia y aproximadamente el 45 por ciento del total de la producción de leche (Cartier y Cartier 2004).

En este periodo las vacas alcanzan el pico de producción aproximadamente a los 60 días, razón por la cual los requerimientos nutricionales son mayores y determina la movilización de las reservas corporales para poder mantener la producción. Cabe resaltar que aun brindando las mejoras alimenticias en esta etapa es difícil evitar la pérdida de peso. Las mejoras en alimentación durante este periodo se traducen en incremento de la producción, ya que por cada litro diario de aumento de producción se estima un incremento de 200 litros de leche en el total de la lactancia (Irigoyen y Rippoll 2011). Jeretina *et al.* (2013) manifiesta que en vacunos Brown Swiss modelando curvas de lactación con el modelo de Wood, los picos de lactación se encuentran en promedio entre los días 50 para vacas de primer parto, día 46 para vacas de segundo parto y 47 para vacas de tres a más partos, con unos picos de 20, 24 y 25 kg respectivamente.

b.- Segundo tercio de lactación

Se extiende desde los 100 días hasta los 200 días de lactancia, etapa en la cual se obtiene el 32 por ciento de producción total de leche aproximadamente. En este tercio la vaca se encuentra en estado de gestación, lo que supone que, simultáneamente, está produciendo leche y ternero, en este tercio comienza la mejora del estado corporal del animal (Cartier y Cartier 2004), debido a que la capacidad de consumo voluntario comienza a incrementarse junto con una disminución de los requerimientos de producción (etapa de balance energético positivo).

Esta etapa se caracteriza por una disminución de la producción de leche, máxima capacidad de consumo de materia seca y disminución de los requerimientos nutricionales, fundamentalmente debido a la disminución de los requerimientos para producción. La producción de leche disminuye aproximadamente un 10 % cada 30 días. Para una vaca

lechera que produce 25 litros la disminución de la producción equivale a 2 o 3 litros menos por mes y entre 2,2 a 3,3 Mcal EM de merma en los requerimientos (Pendini 2016).

c.- 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. En este tercio se obtiene aproximadamente el 23 por ciento de producción total de leche. Este es el tramo de menor eficiencia de producción de leche en términos de volumen.

Aquí se hace evidente el problema que plantea la demora en la preñez de la vaca (alargamiento del IPC), ya que, si bien prolonga el ciclo productivo de leche, lo hace en el tramo de menor eficiencia. Finalmente, al aproximarse el período de parto, disminuye la capacidad de consumo voluntario (Alquinga y Guaman 2008). El periodo 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. En particular, las tres últimas semanas previas al parto, junto con el primer mes post-parto, integran el crítico período de transición (Cartier y Cartier 2004).

2.5.2. Persistencia lechera

Gasque (2007), citado por Vásquez Requena (2017) menciona que la persistencia lechera es una medida de la tasa de cambio de la producción de leche entre las campañas productiva del hato lechero. El grado de declinación de la producción de leche después del pico, se denomina persistencia. Esta es calculada dividiendo la leche producida en el mes entre la cantidad de leche producida en el mes anterior y expresada como porcentaje. En promedio, la persistencia debe ser de 94 a 95 por ciento. El análisis de la forma de la curva ayuda a identificar problemas de alimentación y manejo. La alta producción demanda altos picos y persistencia. Por cada kilogramo extra en el pico de producción, se producirán 200 a 230 Kg extra de leche durante el periodo completo de lactación. Es más fuerte la correlación entre pico y producción por lactación que entre persistencia y producción total.

Andersen (2020) menciona que existe un descenso de la producción en vacas después del pico, Las curvas de las vacas con alta producción, que corresponden a vacas adultas, presentan una caída entre 8 y 10 por ciento al mes; mientras que las de menor producción, que corresponden a vacas de 1er parto, decrecen entre 4 y 6 por ciento al mes. En media lactancia de vacas adultas la caída es de 8 por ciento y de vacas de 1er parto es de 4 por ciento. Hacia el final de la lactancia de vacas adultas la caída es de 10 a 14 por ciento, mientras que en las de 1er parto es de sólo 6 a 8 por ciento; lo que hace más difícil la recuperación de las reservas corporales a las vacas de 1er parto.

Vásquez (2017) manifiesta que en vacunos Holstein de primer parto utilizando el modelo de Wood, las vacas alcanzan su máxima producción al tercer mes, mientras que las vacas de segundo y tercer parto a más las vacas alcanzan su máxima producción el segundo mes de lactación.

Beteta (2020) reporta para vacunos Brown swiss en la costa, niveles de persistencia de 7,16; 6,78; 6,75; 6,84; 6,64 y 6,76% para vacas de primer, segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto parto a más respectivamente.

2.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CURVA DE LACTACIÓN

Son numerosos los factores que influyen en la producción de leche: raza, individuo, número de parto, estado de lactancia, época del parto, número de crías nacidas, alimentación, tipo de ordeño, manejo y estado sanitario (Martinez 2000). La producción de leche está influenciada por factores genéticos y ambientales en un 25 y 75 por ciento respectivamente; los primeros están determinados por la información genética con que nacen los animales, pudiendo considerarse del mismo animal (Zimin *et al.* 2009).

2.6.1. Raza

El promedio de producción por razas es sumamente variable, así para el Pardo Suizo, las productoras en zonas tropicales de doble propósito apenas llegan a producir 3 000 kg mientras que en Estados Unidos hay datos con promedios de 10 000 kg y vacas con producciones de hasta 16 000 kg por campaña. En esta raza el promedio de producción razonable sería de 6 000 kg/campaña (Quispe 2007). La variación en la capacidad de las vacas para producir leche es una característica hereditaria. Hay diferencias entre las razas,

por lo común, la producción total de leche disminuye y el contenido de grasa aumenta según las razas, en el orden siguiente: Holstein, Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey y Jersey (Ensminger 1980). La raza es un factor muy importante en cuanto a producción y composición de la leche. El rendimiento anual de una raza con respecto a otra puede ser doble o triple. Todas las vacas de una misma raza no proporcionan el mismo rendimiento lechero y la leche no tiene la misma composición, aun siendo sometidas a un mismo sistema y condición de crianza (Quispe *et al.* 2016).

En un trabajo experimental de razas lecheras en Panamá en microclimas superiores a los 450 metros sobre el nivel del mar, la producción en tercera lactación en la Holstein fue de 7 902 kg \pm 2445 kg en 361 días; Brown Swiss 6 020 \pm 2,058 kg en 339 días y en la Jersey 5 250 \pm 1675 kg en 325 días, estas cifras corresponden al modelo de producción lechera extensiva con pastoreo rotacional más suplementación energético – proteica (Araúz *et al.* 2014).

Tabla 1: Perfil lactacional razas lecheras Holstein, pardo suizo y jersey en vacas (tercera lactación) en el clima templado y en el trópico (Panamá).

Raza	Producción (kg)	Peso (kg)	Peso	Diferencia Láctea (kg)	Valor Relativo (%)
Holstein	11 680	679	566.3 (83.4%)	3,778	67.65
Brown Swiss	9 830	679	547.6 (80.64%)	3,810	61.24
Jersey	8 291	449	387.4 (86.28%)	3,041	63.32

Bueno (2018) en su estudio realizado en Cajamarca evaluó registros productivos de vacas Brown Swiss, Jersey y Holstein durante el periodo de 1999 a 2013 donde manifiesta que existe diferencia significativa en los índices de producción entre las diferentes razas, para el caso de producción de leche corregida La Producción de leche corregida según cada raza Holstein, Brown Swiss, y Jersey de 4 332.60; 3 747.03 y 3 150.73 kg por campaña, con promedios diarios de 14.26; 12.29; 10.33 kg /vaca/día.

Yuhel (2018) reportó en su estudio donde evaluó datos de producción de vacas en primera lactación del periodo 2010 – 2016 en el CIP Chuquibambilla donde la producción promedio

de leche por campaña fue de $3\,541.97 \pm 1\,029.88$ Kg y la producción corregida a 305 días fue de $3\,305.40 \pm 745.41$ Kg, la producción promedio por vaca/día fue de 9.21 ± 1.16 Kg y la producción corregida a 305 días fue de 8.60 ± 1.13 Kg de leche por vaca; el promedio de los días de lactación fue de 380 días,

Gasque (2001), sostiene que la raza de vacuno lechero según su productividad son Holstein, Brown Swiss y Jersey, también menciona que la raza Brown Swiss es la segunda raza por su rendimiento lechero, promedio a los 6 años de edad es de 6 500 kg de leche, con 4% de grasa, reconocido por sus buenas patas y pezuñas con una buena longevidad.

Alvarado *et al.* (2002) en un estudio sobre el análisis productivo y reproductivo de un hato lechero conformado por seis grupos raciales Holstein, Brown Swiss puros y cruces con ganado Cebuinos, en la Hacienda Tapalapa en Santa Bárbara, Honduras, considera que este es un hato joven, debido a que el 64.2 por ciento de las vacas estuvieron en su primera lactancia, y el número de lactancias en promedio fue de 1.8. Esto, se debería a una alta tasa de descarte por razón de ventas de vacas, quedando en la finca un alto porcentaje de reemplazos, en el cual la edad promedio de vacas lactantes fue de 4 años y 2 meses; el porcentaje de vacas en ordeño de 88 por ciento; y el porcentaje secas 12 por ciento. La producción láctea corregida en Holstein de $5\,347 \pm 901$ y 17.50 kg/vaca/día, en 348 días de lactancia, con 52 días secos; mientras que en vacas Brown Swiss fue de $4\,630 \pm 713$ kg por campaña, y 15.20 kg/vaca/día con 383 días de lactancia, y 50 días secos.

2.6.2. Año y Época del parto

El efecto del año de parto es un factor que conlleva otros factores intrínsecos como el manejo del medio ambiente y sus interacciones. Podemos mencionar que durante los últimos años se ha visto un incremento en los índices de producción en vacunos lecheros tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 : Promedio de Producción de leche 2000 -2019: Lima.

Año	N° establos	N° vacas evaluadas	Promedio general diario (leche kg)	Promedio vacas en ordeño (leche kg)
2008	23	7 554	22.2	26.1
2009	24	8 175	22.1	25.7
2010	23	7 579	22.9	26.5
2011	21	7 121	24.6	27.9
2012	19	7 292	24.6	27.2
2013	20	6 846	24.8	27.6
2014	19	6 769	25.7	28.6
2015	21	7 150	25.7	28.6
2016	20	7 270	25.4	28.4
2017	18	7 167	25.2	28.7
2018	20	6 709	27.3	30.4
2019	21	7 013	30.2	32.5

FUENTE: Servicio Oficial de Productividad Lechera - Lima

De gran valor es la selección de vacas sobre la base de sus propios rendimientos según la primera lactancia, el rendimiento tiene estrecha relación con lactaciones siguientes, de forma que la selección puede realizarse con suficiente seguridad; para que, el rendimiento lechero sea de forma más adecuada debe ambientarse a las vacas productoras en forma permanente a una temperatura de 20°C la que es indicada para una mejor producción de leche, que cuando actúa una temperatura de 5°C; sobre todo cuando se acompaña de una alta humedad relativa del aire (Quispe 2016).

La humedad ambiental, tiene un grado higrométrico bajo, la sequedad del aire produce evaporación cutánea, aumentando con ello las combustiones internas y si tenemos un grado higrométrico elevado alrededor del 80 al 90 por ciento se mantiene la temperatura del aire casi estacionario, no permitiendo la evaporación cutánea, ni hace un mayor funcionamiento del aparato respiratorio, todo lo cual se traduce por un ahorro de combustiones orgánicas que pasaran integras a la producción (Pardini 2016).

Las vacas reducirán el consumo de materia seca cuando la temperatura ambiental exceda los 24°C, esto puede deberse a una reducción en la ingestión de los forrajes. Las vacas experimentan un estrés severo de calor cuando la temperatura excede los 27 °C, y cuando la humedad relativa del aire excede el 80 por ciento y cuando la suma de estos dos valores

sobrepasa el valor de 100. El consumo de materia seca puede sufrir una reducción de un 15 al 20 por ciento en los días más calurosos durante el verano. Se puede mejorar el consumo de materia seca durante estos días de calor, suministrando por lo menos el 60 por ciento de la ración diaria durante la noche, y situando los comederos y los bebederos en áreas sombreadas (Pendini 2016).

Muchos granjeros sostienen que las vacas que paren en otoño dan más leche que las vacas que paren en primavera o verano. Sanders encontró una diferencia del 11.7 por ciento a favor del parto en octubre comparándola con el parto de junio. Esta diferencia podría reducirse notablemente con un mejor manejo de las vacas durante el periodo de pastos y utilizando alimentos de cultivos propios de mejor calidad durante la alimentación de invierno (Quispe 2007). Las vacas que paren a sus terneros en los meses de otoño muestran una producción más pareja que las que tienen a sus crías en otra época del año. Las que paren en primavera producen una cantidad de leche hasta 10 a 15 por ciento menor (Ensminger 1980).

2.6.3. Numero de parto

Olivera (2001) afirma que las vacas aumentan su producción conforme avanzan en sus partos. Es así que las vacas de segundo parto producen más que las de primer parto, y las vacas de tercer parto producen más que el de segundo parto, y las adultas algo más que las de tercer parto.

Vilca (2018) menciona, que el número de lactación tiene un efecto significativo en la producción láctea, donde se ve un incremento de la primera hasta la cuarta lactancia (11.08 ± 3.12 kg/día), a partir del cual disminuye en forma paulatina y con mayor repercusión desde la sexta lactancia; finalmente, las curvas de lactancia, los picos de producción son alcanzados en la cuarta semana

Rodriguez (2018) realiza un análisis sobre el número de parto en el cual las vacas alcanzan su máxima producción, se observa los resultados de estudios realizados en la cuenca lechera de Lima entre los años 1968 – 2018, para edad a la máxima producción donde se encuentra el mínimo con 58.0 meses (tercer parto) y el máximo con 98.6 meses (sexto parto), hallándose la mayoría alrededor de 71.0 meses (cuarto parto), también encontramos lactación por campaña y semi corregida para edad a la máxima producción respectivamente.

Tabla 3 : Edad a la máxima producción en la cuenca lechera de Lima.

Autor	Año de estudio	N° de parto	Edad (meses)	Leche (kg)
Martínez (1968)	1953 - 1966	3°	58	5 528 (1)
Atención (1970)	1958 - 1968	4°	71.8	5 253(2)
Rosemberg (1976)	1956 - 1972	4°	71.3	5 389(1)
Vaccaro et al. (1979)	1953 - 1970	3°	58.2	4 855(2)
Mora (1985)	1967 - 1976	4°	71.2	5 355(2)
Oliva (1987)	1970 - 1975	4°	71.4	4 666(2)
Pallete(1991)	1980 - 1984	4°	76.2	4 332(2)
Porras (1995)	1960 - 1975	5°	82	5 453(2)
Valera (1996)	1976 - 1986	4°	76	4 598(2)
Adrianzen (2011)	1998 - 2007	1°		8 795(1)
Rosales (2012)	1995 - 2002	6°	98.6	7 068(2)
palga (2018)	200 - 2010	4°		9 690(2)

(1) Lactación por campaña

(2) Lactación semicorregida (305d. 2x)

FUENTE: (Rodriguez (2018)

En un estudio realizado en el Centro Experimental Chuquibambilla, el periodo de lactación fue de 285 ± 47.95 días, con un promedio de producción de $2\,914.60 \pm 801.03$ kg de leche de 386 lactaciones y estos al ser corregidos a 305 días de lactación a dos ordeños, el promedio de producción fue de $3\,029.69 \pm 623.26$ kg de leche. Siendo la primera lactación de menor producción con $2\,502.93 \pm 591.53$ y la sexta lactación de máxima producción con $3\,460.24 \pm 821.58$ kg de leche, disminuirán las siguientes lactaciones (Barriga 1992).

2.6.4. Edad

Ensminger (1980), expresa 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 por ciento más leche en la madurez que cuando tiene dos años de edad. Un adecuado manejo alimenticio permite llevar una ternera a la pubertad entre los 279 – 310 días de edad (9-10 meses), adelantando su entrada a servicio y reduciendo los números de servicios por concepción, además de garantizar la disminución de intervalos parto-primer celo, parto-concepción y parto-parto.

Desde el primer periodo de producción, cuando el animal ha tenido su primer ternero, hasta los 7 u 8 años, la vaca lechera va aumentando su producción año tras año; luego este decrece hasta que llegue el momento en que la explotación no resulta conveniente (Inchausti y Tagle 1980).

2.6.5. Alimentación

La producción de leche en toda su campaña determinará la mayor o menor demanda de nutrientes por parte de la vaca. Así por ejemplo una vaca recién parida o que se encuentra en el pico de producción de leche, inicio del primer tercio, necesitará mayores requerimientos de nutrientes en la ración comparada a una vaca de baja producción que se encuentra al final de la curva de lactación (Almeyda 2013).

Almeyda (2013) afirma que el ganado vacuno para producción de leche, para cubrir sus requerimientos nutricionales tiene como primera prioridad el consumo de forrajes de calidad, los cuales proveen de nutrientes a menor costo que los alimentos concentrados. Sin embargo, uno de los problemas de los forrajes radica en que su valor nutritivo es muy variable y depende de la especie forrajera, clima y el estado de madurez durante la cosecha. En este sentido, la estrategia del programa de alimentación debe considerar como base el uso de forraje de calidad, complementado con alimento concentrado.

Una adecuada alimentación puede significar un aumento en la producción entre un 10 – 30 por ciento en comparación con aquellas vacas que no se secaron o alimentaron bien en los últimos 90 a 60 días de gestación, los objetivos que tendrá la alimentación en esta etapa es recuperar y acumular energía así como depositar suficiente cantidad de Ca y P en las matrices óseas, propiciar la regeneración y desarrollo del sistema alveolar de la glándula mamaria, permitir el desarrollo adecuado del feto que en esta etapa tiene un crecimiento del 80 por ciento del total, un indicador de la adecuada alimentación será la ganancia de peso diaria entre 500 – 900 g como promedio de la vaca (Sosa 2001).

Anzures (2015) en su trabajo de investigación en vacas Holstein concluye que existe un efecto de la época del año en la producción de leche. Ya que la producción de leche se redujo en más del 50% ($P < 0,05$) en verano, observándose reducciones de 42,6 por ciento en la producción de energía en leche y de 48,4 por ciento en la producción de leche ajustada a 3,5

por ciento de grasa. Por tal motivo el Estrés calórico tiene un efecto perjudicial en la fisiología y productividad de las vacas Holstein en producción, lo que hace necesario utilizar innovaciones ambientales para reducir este impacto negativo de las altas temperaturas.

2.7. MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LAS CURVAS DE LACTACIÓN

Un modelo en ciencias es el resultado del proceso de generar una representación abstracta de una porción de la realidad, sea ésta un objeto, un fenómeno, un proceso, un sistema o cualquier otra cosa de interés.

Un modelo científico es una representación que se construye contextualizando cierta porción del mundo real, y con un fin específico. El objetivo de los modelos en el caso de la ciencia es analizar, describir, explicar y simular la forma en que funcionan esos sistemas (decimos “sistemas” pero en realidad estamos hablando de cualquier porción de la realidad que nos interese). Esto puede permitir varias cosas adicionales, como por ejemplo explorar, controlar o proyectar su funcionamiento bajo diferentes condiciones. En ocasiones los modelos pueden proveer pautas para optimizar este funcionamiento, o brindar herramientas para entender sistemas complejos a partir de la comprensión del funcionamiento de sistemas más simples. El desarrollo y análisis de modelos es una parte esencial de toda actividad científica (De Torres 2015).

La curva de lactación en vacas se puede hacer a travez de funciones matemáticas que estiman los niveles de producción en un tiempo determinado, el objetivo es encontrar modelos matemáticos que mejoren el estudio y explicación de las curvas de lactancia (Alquinga y Guamán 2012).

2.8. MODELACIÓN MATEMÁTICA Y SU APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA

Hay varias buenas razones para que la biología, que es la ciencia de la variabilidad, haga uso de la matemática que es la ciencia de las formas y la abstracción. En primer lugar, un modelo logra condensar propiedades compartidas por una gran variedad de ejemplos únicos, en términos de unos cuantos (mejor si son pocos) parámetros y reglas. Esto le permite al biólogo pensar en términos de los procesos que está considerando, más que de las particularidades

del sistema que está estudiando, es decir, le puede ayudar a extraer lo esencial dentro de lo complejo y, también, percibir dentro de esa complejidad, propiedades del sistema que no se sabía que éste poseía. También permite contestar preguntas relativas a las consecuencias de posibles cambios en las condiciones bajo las cuales el sistema funciona (De Torres 2015).

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 *et al.* 2007).

Al respecto, diferentes modelos matemáticos han sido usados para predecir la producción de leche en diferentes estados de lactación. El estudio del 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. Gustavo Ossa (1997) manifiesta que en vacas mestizas producto del cruce entre Cebú, Holstein, Brown swiss y normando a una altura de 13 msnm donde se encontró que las vacas de 1 parto alcanzan el pico de la producción entre los días 64 y 132 con 4.4 kg de acuerdo al modelo gamma y cuadrático, según el modelo de Wood, las vacas con cuatro a más partos llegan al pico de la producción en promedio el día 38 con 5.5 kg, mientras que las vacas de segundo y tercer parto alcanzan el pico de producción a los 10 días con 4.6 kg. Las ecuaciones del modelo cuadrático presentan un mejor ajuste en comparación con el modelo de Wood, por lo cual es más recomendable para vacas mestizas en un sistema de crianza de doble propósito.

Noronha (2010) en su trabajo realizado con vacas cruza de Holstein x Cebú, afirma que para vacas de media y alta producción >a 15kg de dos a más partos el modelo que mejor se ajusta

es el de wood mientras que para vacas con baja producción < de 15 kg y de primer parto el modelo que mejor se ajusta es el modelo de Wilmink.

Aberrachid (2012) menciona que en vacas Gyrolando el modelo de Wood ajusta adecuadamente los datos pudiendo ser utilizadas para estimar producciones de leche y seleccionar los animales más productivos, así mismo utilizando este modelo se puede ver que el pico de producción se alcanza a los 38 días en promedio con 18.46kg, con una duración de la lactación de 255 días y una producción total de 3 695.6 kg.

2.9. MODELOS MATEMÁTICOS RELACIONADOS CON LAS CURVAS DE LACTANCIAS

Los modelos más utilizados para la estimación de curvas de lactancia son los modelos:

2.9.1. Modelos lineales

Entre los que se cuentan, cuadráticos, cuadrático logarítmicos, polinomiales inversos, polinomios segmentados, lineal hiperbólico, regresión múltiple y modelos polinomiales.

2.9.2. Modelos no lineales

Estos modelos inicialmente fueron propuestos por Wood (1967) y han sido ampliamente usados para describir la curva de la lactancia en diferentes especies animales tales como bovinos, ovinos, cabras, búfalos y camélidos sudamericanos. Así mismo, los diferentes modelos matemáticos permiten estimar la producción en el pico de la lactancia (Quintero 2007)

Entre estos modelos destacan:

a) Modelo de Wood

$$y(\text{día}) = (\beta_0) * (\text{día}^{\beta_1}) * (e^{(-\beta_2 * \text{día})})$$

Este modelo ha sido ampliamente utilizado para la curva de lactancia de vacas de ganado lechero, se ajusta bien a los datos de producción de leche, predice mejor los datos reales durante la lactancia temprana y tardía, y predice con menor precisión los datos durante la lactancia media (Rowlands 1982).

$$y_t = \beta_0 t^{\beta_1} \exp(-\beta_2 t)$$

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t_{pico} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{max} = \beta_0 \left(\frac{\beta_1}{\beta_2} \right)^{\beta_1} \exp(-\beta_1)$$

b) Modelo de Cobby

$$y(\text{día}) = (\beta_0) - \beta_1 * \text{día} - (\beta_0) * (e^{-\beta_2 * \text{día}})$$

$$y_t = \beta_0 - \beta_1 t - \beta_0 \exp(-\beta_2 t)$$

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t = \beta_2^{-1} \ln(\beta_0 * \beta_2 / \beta_1)$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{max} = \beta_0 - \left(\frac{\beta_1 \ln(\beta_0 * \frac{\beta_2}{\beta_1})}{\beta_2} \right) - \beta_0 \exp(-\ln(\beta_0 * \frac{\beta_2}{\beta_1}))$$

c) Modelo Brody

Este modelo subestima la producción de leche en la mitad de la lactancia y sobre estima la producción cerca del pico y al final de la lactancia Schaeffer (2002).

$$y(\text{día}) = (\beta_0) * (e^{-\beta_1 * \text{día}}) - (\beta_0) * (e^{-\beta_2 * \text{día}})$$

$$y_t = \beta_0 \exp(-\beta_1 t) - \beta_0 \exp(-\beta_2 t)$$

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t = (\beta_2 - \beta_1)^{-1} \ln(\beta_1 / \beta_2)$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{max} = \beta_0 \exp\left(-\beta_1 \left(\frac{\ln \frac{\beta_1}{\beta_2}}{\beta_2 - \beta_1}\right)\right) - \beta_0 \exp\left(-\beta_2 \frac{\ln \frac{\beta_1}{\beta_2}}{\beta_2 - \beta_1}\right)$$

d) Modelo de Wiltmink

$$y(\text{día}) = (\beta_0) + (\beta_1) * \text{día} + (-\beta_2) * (e^{(-0.05*\text{día})})$$

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \exp(-0.05t)$$

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t = -\frac{1}{0.05} \text{Ln}\left(\frac{\beta_1}{0.05 \beta_2}\right)$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{\max} = \beta_0 - \frac{\beta_1}{0.05} \text{Ln}\left(\frac{\beta_1}{0.05 \beta_2}\right) + \frac{\beta_1}{0.05}$$

2.10. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE MODELOS

Garcia y Holmes (1999) mencionan que el procedimiento denominado construcción de un modelo se basa en la comparación de modelos con diferentes estructuras para las componentes aleatoria y sistemática, mediante el uso de determinadas medidas, se decide cuál es el más adecuado. Aunque no existe unanimidad acerca de la manera de seleccionar el modelo óptimo, frecuentemente se usa la prueba de la razón de verosimilitudes (TRV) o los criterios de información (CI). Los denominados criterios predictivos (CP), que hacen uso de los valores predichos, son herramientas menos utilizadas. A pesar de la amplia utilización de la prueba de la razón de verosimilitudes, su uso tiene ciertas limitaciones pues está definido para comparar modelos anidados y sólo permite comparar dos al mismo tiempo, por lo que se debe proceder jerárquicamente. Por el contrario, los criterios de información y los predictivos son válidos para comparar y seleccionar modelos anidados y no anidados. Además, permiten la comparación simultánea de un conjunto de modelos. Una de las aproximaciones para la selección de un modelo es la comparación simultánea de todos los modelos a través del criterio de información Akaike (AIC) o el criterio de información bayesiano (BIC). Ambos criterios de selección pueden ser usados para comparar tanto modelos anidados como no anidados; además en los dos se escoge el modelo que presenta el valor más pequeño entre todos los modelos evaluados, siendo este el que muestra el mejor ajuste a los datos (Posada 2008).

2.10.1. Criterio de información de Akaike

El criterio de Akaike, que fue inicialmente desarrollado en series temporales (Akaike 1974) y que posteriormente ha sido propuesto para su utilización en el análisis factorial. Su idea clave es la de penalizar un exceso de parámetros ajustados, algo que no hace el test asintótico de la chi-cuadrada. El AIC (Akaike Information Criterion) es un estimador muestral de $E[\ln f(X/\theta)]$, esperanza de log-verosimilitud (o negentropía), que viene dado por la expresión general:

$$AIC(k) = 2\ln \mathcal{L}[\hat{\theta}(k)] + 2k$$

Donde $\mathcal{L}[\theta(k)]$ es la función de verosimilitud de las observaciones, $\theta(k)$ es la estimación máximo verosímil del vector de parámetros $\theta = (\mu \text{ L } \psi)$ y k es el número de parámetros independientes estimados dentro del modelo, mientras “ln” denota al logaritmo neperiano (Akaike 1974)

El AIC enfatiza la bondad del modelo, no pretende identificar el modelo verdadero. Que un modelo sea el que mejor se ajusta a los datos, no quiere decir que sea el modelo real o verdadero. Más bien, significa que el modelo es el mejor de entre los modelos candidatos, en el sentido de que proporciona la aproximación más cercana a la realidad o al verdadero modelo. El modelo que mejor ajusta los datos, podría cambiar en función del tamaño muestral, dado que, con un tamaño muestral mayor, los parámetros de un modelo pueden ser estimados de manera fiable; por ejemplo, en el contexto del análisis factorial, una cuestión apropiada para plantearse podría ser en lugar de cuál es el número correcto de factores, cuantos factores pueden ser extraídos adecuadamente dado el conjunto de datos.

2.10.2. Criterio de información Bayesiano de Schwarz

En el contexto de procedimientos basados en la verosimilitud, Schwarz (1978) sugirió que el AIC podría no ser asintóticamente justificable, y presentó un criterio de información alternativo a partir de un enfoque bayesiano, el BIC (Bayesian Information Criterion). Con este criterio se penaliza el número de parámetros con $\ln n$, en lugar de 2.

$$BIC(k) = -2\ln \mathcal{L}[\hat{\theta}(k)] + (\ln n)k,$$

Donde $\mathcal{L}[\hat{\theta}(k)]$ es la función de verosimilitud de las observaciones, $\hat{\theta}(k)$ es la estimación máximo verosímil del vector de parámetros $\theta = (\mu \text{ L } \Psi)$ y k es el número de parámetros independientes estimados dentro del modelo, mientras que n es el tamaño muestral.

El criterio BIC trata de seleccionar el modelo correcto, con máxima probabilidad a posteriori, y puede demostrarse que es un criterio consistente, de manera que la probabilidad de seleccionar el modelo correcto tiende a 1 cuando aumenta el tamaño muestral. El criterio AIC no pretende seleccionar el modelo correcto, ya que admite que el modelo verdadero puede no estar entre los estimados, y trata de obtener el modelo que proporcione mejores predicciones entre los existentes. Puede demostrarse que, suponiendo que el modelo verdadero puede aproximarse arbitrariamente bien con los estimados, al aumentar el tamaño muestral, el criterio AIC es eficiente, escogiendo el modelo que proporciona (en promedio) mejores predicciones. Sin embargo, en muestras pequeñas o medianas, el criterio AIC tiende a seleccionar modelos con más parámetros de los necesarios (Peña 2002).

2.11. VENTAJAS DEL CÁLCULO DE LA CURVA DE LACTACIÓN

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, facilitando 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 *et al.* 2007).

Quintero *et al.* (2007) consideran de interés práctico el estudio del perfil de la curva de lactancia por varias razones: 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. 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.

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 (1967), derivada de la función Gamma Incompleta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El establo Rancho Bali está ubicado en el distrito de Acraquia, provincia de Tayacaja, Departamento de Huancavelica, como se observa en la figura 1, ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: a 12°24'43" latitud sur y 74°54'06" longitud oeste, a 3 310 m.s.n.m. El clima es templado, con una precipitación media acumulada anual de 599 mm, y con amplitud térmica moderada, cuya media anual de temperatura máxima y mínima es de 19.7°C y 4.5°C, respectivamente y una temperatura promedio anual de 12.1°C., información reportada también en los últimos 10 años (SENAMHI 2020).



Figura 1: Mapa del departamento de Huancavelica.

En este establo se realiza la crianza de ganado vacuno de la raza Brown Swiss bajo un sistema semi - extensivo, durante el periodo de estudio la cantidad de vacas osciló entre 135 a 43 vacas, de las cuales el 90 por ciento estaba en ordeño; de la misma forma el rancho Bali según menciona (Casas 2017), cuenta con un nivel tecnológico alto debido a las buenas prácticas de manejo, alimentación y reproducción realizadas en este establo, que conllevan a categorizar como uno de los mejores a nivel nacional siendo modelo a seguir en la sierra de nuestro país; participa del Servicio Oficial de Productividad Lechera para acreditar el nivel productivo de las vacas. Los animales son alimentados al pastoreo día y noche en pasturas cultivadas asociadas de rye grass inglés y trébol blanco de buena calidad, cuya

utilización se efectúa recurriendo al uso del cerco eléctrico y manejadas mediante el cálculo del rendimiento de las pasturas y el peso vivo de la unidad ganadera. El ganado recibe además una ración de alimento balanceado de acuerdo a su condición biológica. los terneros y ganado joven en los potreros de pastoreo, lo mismo que las vacas secas y vaquillonas preñadas y las vacas en lactación en la sala de ordeño. Las vacas se ordeñan dos veces al día. La leche producida se vende para la elaboración de productos lácteos, el ganado de saca se vende para carne y los seleccionados para reproducción.

En el año 2011, el dueño de la empresa decidió crear un nuevo estable en la costa del Perú, ubicado en el sur de Lima a 200 km en el centro poblado de Pachacútec, provincia de Chincha, departamento de Ica, $13^{\circ}29'57''$ latitud sur y $76^{\circ}10'30''$ longitud oeste, a una altura de 33 m.s.n.m. con una temperatura promedio que oscila entre 6°C a 28°C y la precipitación media anual es 16 ml. El estable Bali de Chincha inició sus actividades el 2012 con 39 vacas de las cuales 19 eran vacunos de la raza Brown Swiss, y al pasar de los años se fueron incrementando la cantidad de vacas tanto Brown Swiss como Holstein.



Figura 2: Mapa de la provincia de Chincha.

En este estable se realiza la crianza bajo un sistema intensivo, el nivel tecnológico del estable es alto debido a que cuenta con muy buenas instalaciones, materiales equipos e insumos, así como excelente personal capacitado en las diferentes áreas del estable, lo que se traduce en un producto (leche) de buena calidad. El estable participa activamente del Servicio Oficial de Productividad Lechera.

El ganado recibe una ración de alimento balanceado de acuerdo a su estado fisiológico. Además de chala fresca y panca de maíz picado y agua *ad libitum*, en la sala de ordeño. Las vacas se ordeñan dos veces al día. La leche producida se vende para la elaboración de productos lácteos, el ganado de saca se vende para carne y los machos, vaquillas y vaquillonas seleccionados como reproductores.

3.2 PERIODO DE ESTUDIO

La investigación se realizó en dos establos. En el Rancho Bali de Huancavelica se evaluaron 50 045 controles diarios de producción de leche correspondientes a 508 lactaciones comprendidas entre los años 2008 al 2017; y en el establo Bali de Chincha se evaluaron 19 186 controles diarios de producción de leche correspondientes a 186 lactaciones comprendidas entre los años 2012 al 2017.

3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

El presente trabajo, se inició con la recolección de los registros de producción día de cada vaca, de los controles diarios de producción de leche, realizados dos veces por semana los martes y jueves, de las que se registró:

- Nombre de la vaca
- Fecha de parto (días, mes y año).
- Número de lactación.
- Fecha de control (días, mes y año).
- Fecha de seca.
- Edad en meses.

Esta información se registró en hojas de cálculo Excel, para hallar:

- Producción en 305 días
- Producción por campaña.
- Días de lactación por campaña.
- Producción diaria

3.4 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL ESTABLO RANCHO BALI – HUANCVELICA

3.4.1 Características productivas y reproductivas en el Establo Rancho Bali

Luego de revisar, depurar y verificar la información, se determinaron los estadísticos descriptivos, por establo.

Las características productivas y reproductivas del Rancho Bali - Huancavelica se presentan en la Tabla 4, se observa que las vacas en promedio llegan a una producción por campaña de $6\,781 \pm 1\,797$ kg de leche con una duración de 365 días. Mientras que las vacas en 305 días llegan a producir $6\,237 \text{ kg} \pm 1\,197$ kg.

Tabla 4 : Características Productivas y Reproductivas Establo Rancho Bali – Huancavelica.

Características productivas	Unidades	N	Promedio	D.E.	C.V.	Mínimo	Máximo
Producción en 305 días	kg	359	6,237	1197	0.19	3 860	7 509
Producción por campaña	kg	508	6,781	1797	0.27	3 646	10 796
Días de lactación	Días	508	365	90.1	0.25	246	629
kg/día	kg	508	19	3.9	0.20	9	26
Edad	Mes	508	64.1	31.2	0.48	23.4	182.4

FUENTE: Elaboración propia

En las Figuras del 3 al 7, se muestra la dispersión de los datos en kilogramos de leche diaria para cada parto, observando diferentes formas de la distribución de los controles de leche para cada parto; considerando dichos valores hasta 305 días. La información corresponde al establo Rancho Bali – Huancavelica

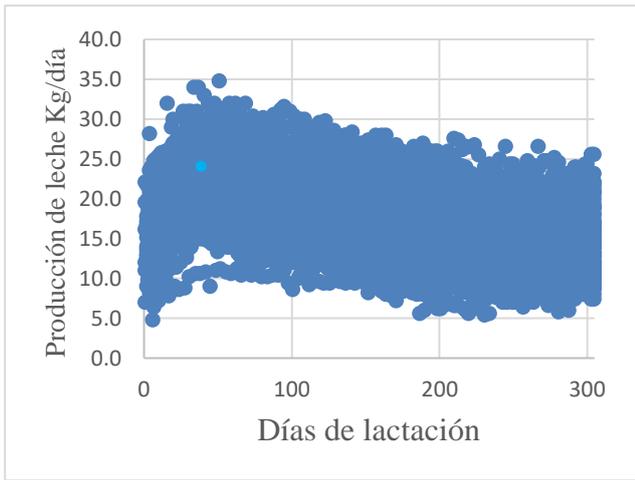


Figura 3 : Primer parto

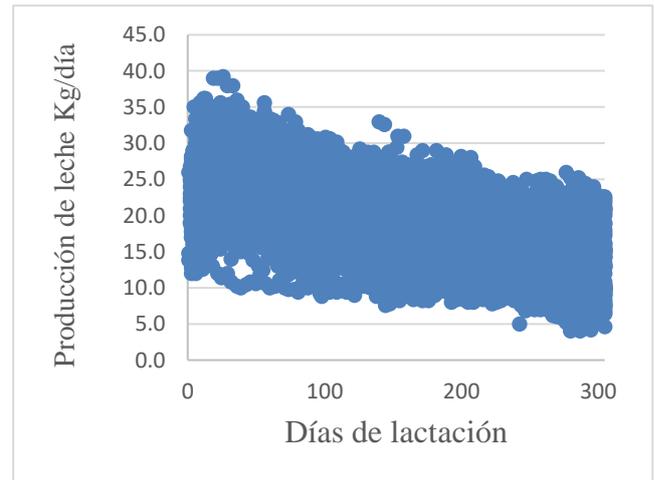


Figura 4 : Segundo Parto

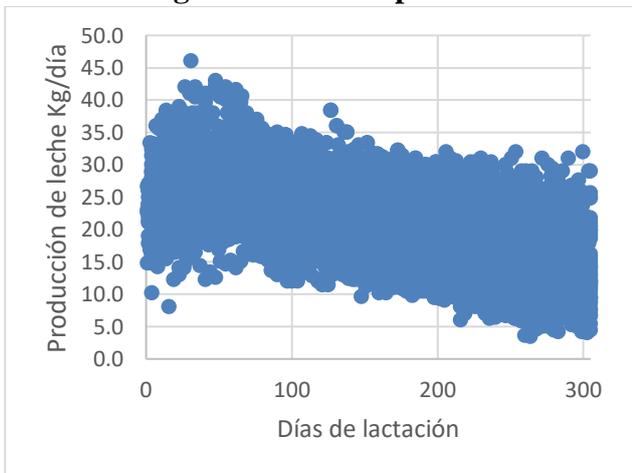


Figura 5: Tercer parto

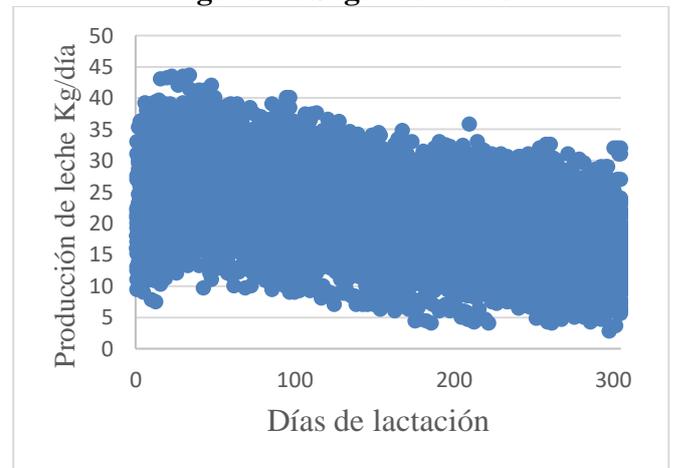


Figura 6: Cuatro - Septimo Parto

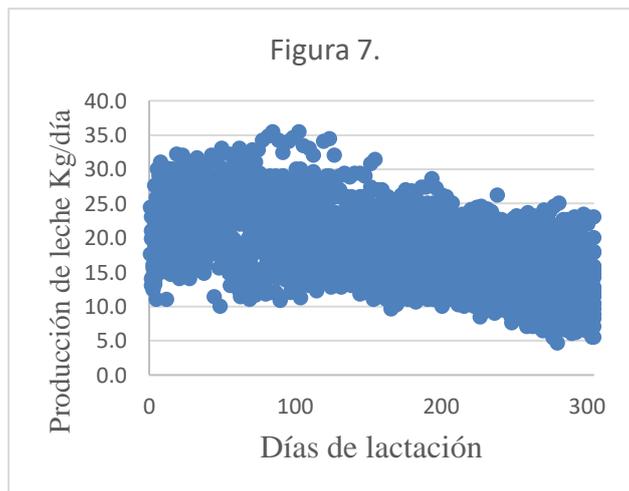


Figura 7: Octavo - Onceavo parto

FUENTE: Elaboración propia

3.5 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL ESTABLO BALI DE ICA

3.5.1 Características productivas y reproductivas en el Establo Bali – Ica

Para verificar y depurar la información se determinaron los estadísticos descriptivos, por establo. Las características productivas y reproductivas del establo Bali – Ica, se presentan en la Tabla 5, donde se observa que las vacas en promedio llegan a una producción por campaña de $8\ 885 \pm 2\ 013$ kg de leche con una duración de 345 días; mientras que las vacas en 305 días alcanzan a producir en promedio $7\ 966 \pm 1\ 106$ kg.

Tabla 5: Características Productivas y Reproductivas Establo Bali - Ica.

Características productivas	Unidades	N	Promedio	D.E.	C.V.	Mínimo	Máximo
Lactacion por campaña	kg	186	8 885	2 013	0.23	4 031	16 450
Duracion	Días	186	345	90	0.26	233	647
Lactacion en 305 días	kg	147	7 966	1 106	0.14	5 363	10 196
Produccion diaria	kg	186	25	4	0.15	15	32
Edad	Mes	186	54.5	24.6	0.45	22.3	131.2

Fuente. Elaboración propia

En las Figuras del 8 al 11, se muestra la dispersión de los datos en kilogramos de leche diaria para cada parto, observando diferentes formas de la distribución de los controles de leche para cada parto; considerando dichos valores hasta 305 días. La información corresponde al establo Bali – Ica

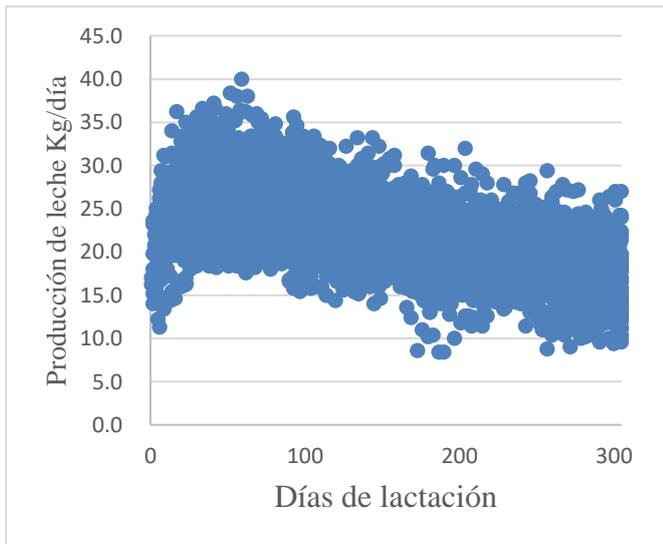


Figura 8 : Primer Parto

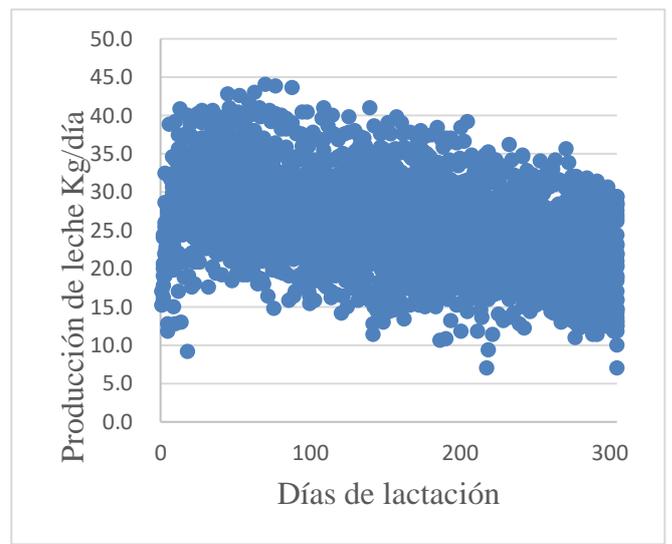


Figura 9: Segundo Parto

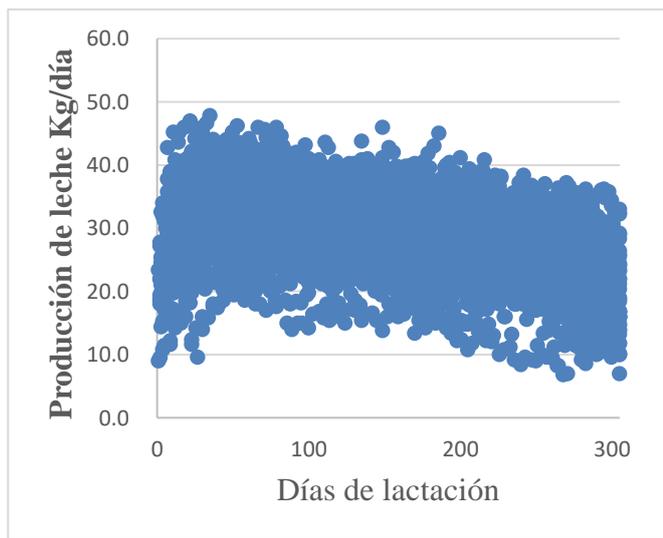


Figura 10 : Tercer Parto

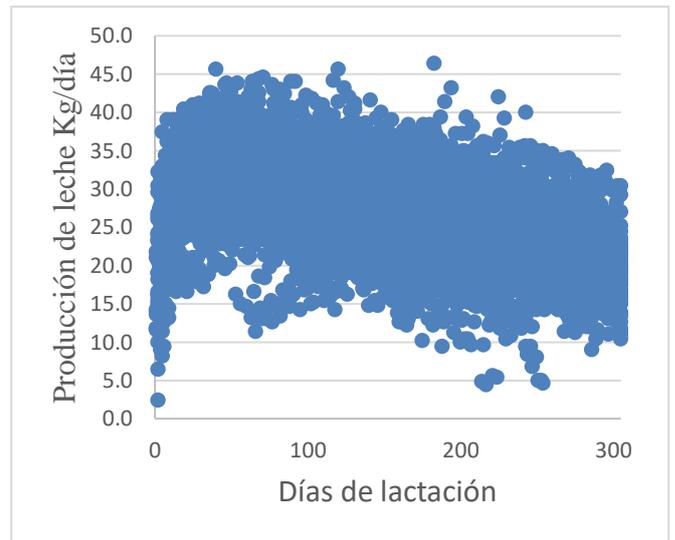


Figura 11: Cuarto a mas partos

FUENTE: Elaboración propia

3.6 DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LACTACIÓN

3.6.1 Selección y determinación del mejor modelo que describe las curvas de lactación de vacas Brown Swiss

Para el procesamiento de los datos se transfirieron en plantillas de Excel, de las cuales se fueron depurando lactaciones con información incompleta, las lactaciones con curvas de producción atípica de la misma forma las lactaciones que hayan sido sometidas a lactoinducción. Todas las datos obtenidas posteriormente fueron analizadas con el procedimiento de medias con el programa estadístico SAS Versión 9.4.

Para la evaluación de toda la información se utilizaron modelos matemáticos no lineales

Modelo Wood: $y(\text{día}) = (\beta_0) * (\text{día}^{\beta_1}) * (e^{(-\beta_2 * \text{día})})$

Modelo Wilmink: $y(\text{día}) = (\beta_0) + (\beta_1) * \text{día} + (-\beta_2) * (e^{(-0.05 * \text{día})})$

Modelo Cobby: $y(\text{día}) = (\beta_0) - \beta_1 * \text{día} - (\beta_0) * (e^{(-\beta_2 * \text{día})})$

Modelo Brody: $y(\text{día}) = (\beta_0) * (e^{(-\beta_1 * \text{día})}) - (\beta_0) * (e^{(-\beta_2 * \text{día})})$

Dónde:

β_0 = constante asociada con el nivel inicial de producción de leche.

β_1 = parámetro de tasa de incremento hasta el pico.

β_2 = tasa de descenso después del pico

Los criterios de AIC y BIC se utilizaron para elegir el mejor modelo de ajuste, el criterio se basa en seleccionar el modelo que tenga el menor valor numérico; al elegir el modelo de mejor ajuste se obtendrá:

a. Parámetros de la curva de lactación: $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ de los modelos fijos y $\beta_0, \beta_{01}, \beta_1, \beta_2$ para los modelos.

b. Representación gráfica de las curvas de lactación con mejor ajuste para el primer, y demás partos: reemplazando el día de lactación en el modelo los que tendrán su producción diaria.

3.6.2 Determinación de las características productivas relevantes que le permiten tomar decisiones al productor lechero

a. Pico y días al pico de producción: para hallar este dato se cuenta con las siguientes fórmulas las cuales se adecuan para cada modelo.

- Wood

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t_{pico} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{max} = \beta_0 \left(\frac{\beta_1}{\beta_2} \right)^{\beta_1} \exp(-\beta_1)$$

- Cobby

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t = \beta_2^{-1} \ln(\beta_0 * \beta_2 / \beta_1)$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{max} = \beta_0 - \left(\frac{\beta_1 \ln(\beta_0 * \frac{\beta_2}{\beta_1})}{\beta_2} \right) - \beta_0 \exp(-\ln(\beta_0 * \frac{\beta_2}{\beta_1}))$$

- Brody

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t = (\beta_2 - \beta_1)^{-1} \ln(\beta_1 / \beta_2)$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{max} = \beta_0 \exp\left(-\beta_1 \left(\frac{\ln \frac{\beta_1}{\beta_2}}{\beta_2 - \beta_1}\right)\right) - \beta_0 \exp\left(-\beta_2 \frac{\ln \frac{\beta_1}{\beta_2}}{\beta_2 - \beta_1}\right)$$

- Wilmink

Donde el pico de lactancia se alcanza en:

$$t = -\frac{1}{0.05} \ln\left(\frac{\beta_1}{0.05 \beta_2}\right)$$

Y la producción máxima se alcanza en:

$$y_{max} = \beta_0 - \frac{\beta_1}{0.05} \ln\left(\frac{\beta_1}{0.05 \beta_2}\right) + \frac{\beta_1}{0.05}$$

b. Persistencia lechera (%):

Para determinar la persistencia lechera, se utiliza la información de la producción diaria del modelo de mejor ajuste para cada parto. Se suman las producciones estimadas de cada mes, lo cual significa 30.5 días, luego se escoge el mes de mayor producción y se le usa como referente para obtener el porcentaje de caída mensual en función al tiempo. Utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Persistencia\%} = \frac{\text{kg de leche en control mas tarde}}{\text{kg de leche en control anterior}} \times 100$$

c. Niveles de producción de leche por campaña: Se realizó la sumatoria total de la producción por número de parto y año de parto.

d. Producción total en 305 días: Se aplicó la de mejor ajuste desde el primer hasta 305 días de producción al realizar la sumatoria se pudo obtener la estimación de producción total.

3.6.3 Comparación de las curvas de lactación entre los sistemas semi-extensivo e intensivo

En base a los resultados de las curvas de lactación y la producción de leche, obtenidas en cada zona de crianza, se comparó y evaluó los niveles de producción obtenidos en los sistemas de crianza semi-extensivo e intensivo, evaluados por año de parto y número de parto solo durante el periodo de tiempo que comparten información en común ambos sistemas de producción.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RANCHO BALI – HUANCVELICA

4.1.1. Curva de lactación de vacas Brown Swiss con el Modelo de Wood en el establo Rancho Bali - Huancavelica

Para modelar las curvas de lactación se usaron las ecuaciones de Wood, Wilmink, Cobby y Brody; la evaluación fue realizada con los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC), que nos indicaron el mejor ajuste para cada parto con determinado modelo.

El modelo que dio un mejor ajuste en el presente trabajo fue el modelo de Wood; obtuvimos valores de los parámetros de la curva β_0 constante asociado con el nivel inicial de producción de leche, β_1 parámetro de tasa de incremento hasta el pico y β_2 tasa de descenso después del pico, se seleccionó el modelo de Wood ya que es el que mejor ajuste tiene para todos los partos en el establo Rancho Bali - Huancavelica, estos parámetros hallados del modelo de Wood nos sirvieron para modelar la curva de lactancia del primer día a los 305 días. Así mismo, en la Tabla 6, se presentan los coeficientes correspondientes a los β_0 , β_1 , β_2 , de cada parto, como se muestra a continuación.

En la Tabla 6 se presentan los resultados con el modelo de Wood; con sus criterios de selección. El modelo de Wood mostró el mejor ajuste; ya que los criterios AIC y BIC mostraron ser los más bajos en comparación de los modelos no lineales. Esto es afirmado por Ossa. (1997), quien menciona que, en vacas mestizas producto del cruce entre cebú, Holstein, Brown Swiss y normando el modelo que mejor se ajusta es el de Wood, Noronha. (2010), quien afirma que para vacas cruce de Brown swiss x Cebú de mediana y alta producción el modelo que mejor ajusta los datos es el modelo de Wood y Aberrachid (2012) también contempla como el modelo que mejor ajusta los datos en vacas Gyrlindo al modelo de Wood y Apaza. (2016), quienes informan que el modelo Wood resultó el más adecuado para definir las curvas de lactación en vacas mestizas del altiplano.

Tabla 6: Parámetros según modelos no lineales para ganado Brown Swiss de los 3 primeros partos en el Establo Rancho Bali – Huancavelica.

Parámetros	Partos	N° Datos	N° Vacas	a ± E.E.		b ± E.E.		c ± E.E.		S2e ± E.E.		AIC	BIC	DEL PICO	PICO kg
Wood	1	142996	105	15.8925	0.3086	0.105	0.005601	0.00243	0.000056	15.711	0.2309	51803	51832	43	21
	2	127806	95	21.571	0.4061	0.06869	0.005558	0.00283	0.00006	19.504	0.2991	49421	49449	24	25
	3	112658	85	22.6936	0.4543	0.08774	0.005913	0.00311	0.000064	24.033	0.3921	45216	45244	28	28
Cobby	1	142996	105	23.1895	0.1087	0.00161	0.000027	0.2537	0.01340	15.889	0.2335	51908	51936	32	23
	2	127806	95	27.3418	0.1256	0.00223	0.000028	0.4533	0.03232	19.637	0.301	49481	49509	19	27
	3	112658	85	30.7245	0.1558	0.00235	0.000031	0.3897	0.02799	24.425	0.3985	45338	45365	22	31
Wiltmink	1	142996	105	23.3586	0.1053	-0.0313	0.000506	-6.2122	0.3535	15.728	0.2311	51813	51842	46	21
	2	127806	95	26.6266	0.1235	-0.0436	0.000595	-2.8187	0.4138	19.665	0.3015	49491	49519	23	25
	3	112658	85	30.0127	0.1462	-0.05142	0.000702	-4.5827	0.4802	24.219	0.3952	45274	45302	30	27
Brody	1	142996	105	22.6561	0.0909	0.02836	0.000455	0.2809	0.01564	15.846	0.2328	51883	51911	9	16
	2	127806	95	26.2921	0.1011	0.0422	0.000513	0.5439	0.04461	19.626	0.3009	49474	49502	9	20
	3	112658	85	29.2151	0.1147	0.04802	0.000585	1.1859	0.00000	24.282	0.3933	45336	45364	3	24

FUENTE: Elaboración propia

El gráfico de la curva de lactación estimada con el modelo de Wood en el Establo Rancho Bali – Huancavelica, se puede observar en la figura 12, donde se aprecia las curvas para vacas de primer hasta el onceavo parto.

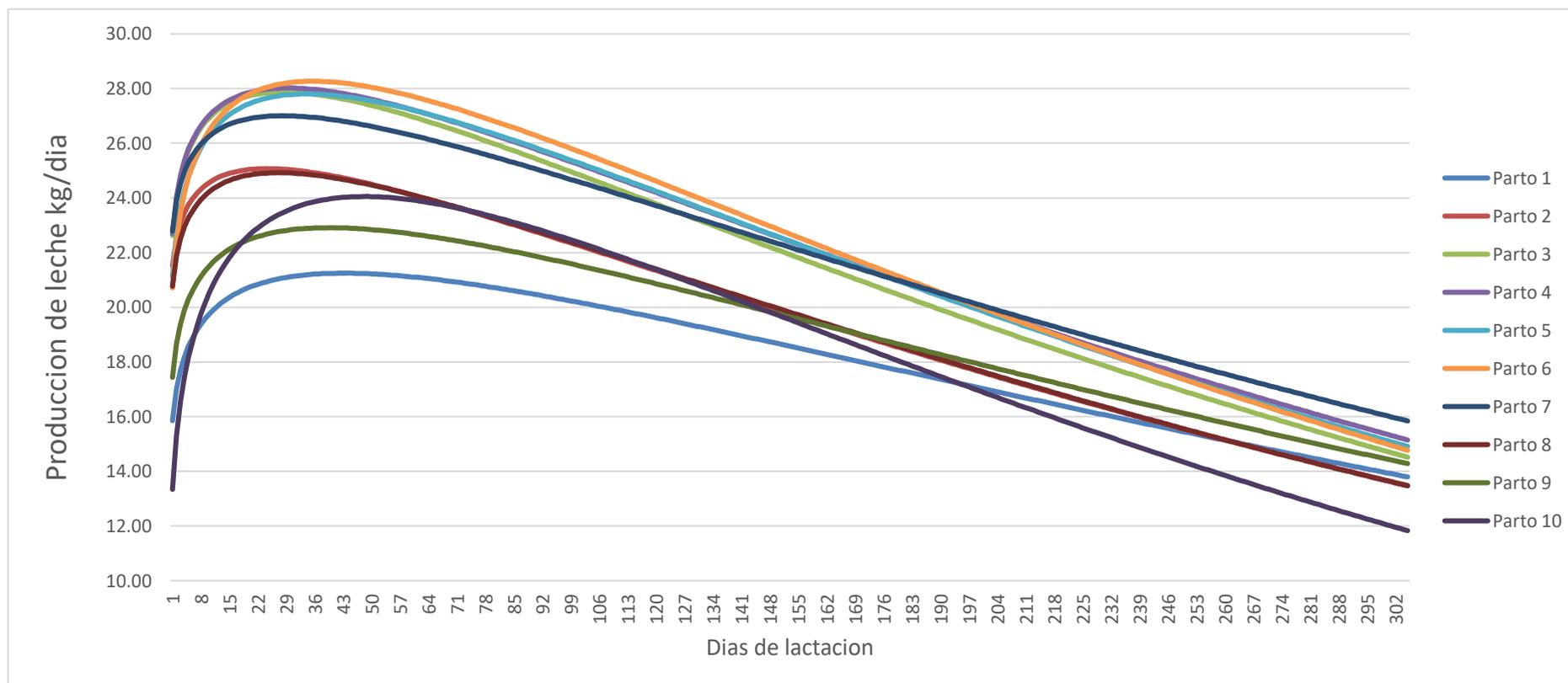


Figura 12 : Curvas de lactación del primer al onceavo parto con el modelo de Wood Establo Rancho Bali – Huancavelica.

FUENTE: Elaboración propia

4.1.2. Características productivas según año de parto en el establo Rancho Bali - Huancavelica

Las características productivas según año de estudio se presentan en la Tabla 7, donde se observa que hay un incremento de la lactación por campaña desde el 2011 al 2016. De igual forma en la lactación en 305 días se ve el incremento de la producción del 2008 al 2011 para después descender de igual forma que el número de vacas en ordeño.

Tabla 7 : Características Productivas Según Año Establo Rancho Bali – Huancavelica.

Año	N	Prod.305	Lactacion por campaña	Duracion	Produccion/días	Edad
	Vacas	kg	kg	Dias	kg	Mes
2008	5	5 580	6 450	398	16	49.1
2009	88	5 472	6 378	317	20	55.3
2010	108	5 227	6 053	352	17	57.9
2011	75	6 595	7 374	378	19	64.2
2012	82	6 538	7 088	378	19	65.5
2013	55	6 493	7 929	363	22	74.4
2014	40	6 200	7 655	420	18	77.4
2015	21	6 391	7 833	374	21	77.5
2016	34	6 458	7 169	364	20	63.7

FUENTE: Elaboración propia

Estos resultados son superiores a lo reportado por Araúz, et al. quien reporta en el 2014 Brown Swiss produce en promedio $6\ 020 \pm 2,058$ kg de leche; Bueno (2018) en Cajamarca en un periodo de 1999 a 2013 manifiesta que el promedio diario es de 12.29 kg. de leche. lo cual puede deberse por la continua mejora genética de los animales en el establo, y por la suplementación alimenticia adicional en concentrado que cubre parte de sus requerimientos.

4.1.3. Características productivas según el número de parto en el Establo Rancho Bali – Huancavelica

La lactación en 305 días, lactación por campaña, duración de lactación y producción promedio de leche por día se muestra en las Tablas 8 y 9, se puede observar en la producción en 305 días un incremento de la producción hasta el cuarto parto y luego disminuye. Con la

producción por campaña se observa la mayor producción en vacas de tercer a séptimo parto y está relacionado al mismo tiempo con una mayor cantidad de días en lactación.

Tabla 8 : Características Productivas Según El Número De Parto (1° - 4° parto) Establo Rancho Bali – Huancavelica.

Caract. productivas	Unidades	1°P	2°P	3°P	4°P
N	Vacas	102	96	84	69
Lactacion por campaña	Kg	6 218	6 385	7 057	7 247
Duracion	Dias	359	353	333	369
Lactacion en 305 días	Kg	5 586	6 068	6 605	7 019
Produccion diaria	kg/día	17.2	18.1	20.4	21.9
Edad	Meses	29.9	42.2	56.3	69.1

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 9 : Características Productivas Según El Número De Parto (5° - 10° parto) Establo Rancho Bali – Huancavelica.

Caract. productivas	Unidades	5°P	6°P	7°P	8°P	9°P	10°P
N	Vacas	56	46	26	13	10	4
Lactacion por campaña	Kg	7 396	7 711	7 173	6 952	6 567	6 294
Duracion	Dias	389	370	399	362	368	338
Lactacion en 305 días	Kg	6 837	6 927	6 721	5 963	5 894	5 972
Produccion diaria	kg/día	20.4	20.5	20.0	18.1	18.4	16.6
Edad	Meses	82.7	96.7	111.6	124.6	138.8	155.2

FUENTE: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos podemos observar que la lactacion en 305 días se incrementa hasta el cuarto parto. Lo cual, coincide con lo reportado por Vilca (2018), quien afirma que la producción de leche se incrementa hasta el cuarto parto para luego disminuir paulatinamente después del sexto parto, de igual forma Rodriguez (2018) también reporta que las vacas llegan a un mayor índice productivo al cuarto parto, debido a que las vacas alcanzan su máximo producción entre los cuatro y seis años de edad, así mismo la intensidad de selección va promoviendo paulatinamente la saca de vacas con baja producción o problemas para dejar en los subsiguientes partos solo las vacas con altos índices de

producción. Mientras que, la producción por campaña incrementa del primer al sexto parto llegando a su mayor producción al sexto parto con 7 711 kg de leche con una duración de la lactación de 370 días. Este resultado coincide con Olivera (2001) ya que la producción se va incrementando conforme aumenta el número de partos; los resultados se confirman con Barriga (1992) quien menciona que la producción incrementa hasta el sexto parto para después disminuir. Este incremento de la producción real también es influenciado por un mayor número de días en lactación ya que las vacas de mayor edad pueden presentar más dificultad para quedar preñadas y por consiguiente se incrementa los días de lactación.

4.1.4. Pico de lactación y días al pico en Establo Rancho Bali - Huancavelica

La Tabla 10 muestra el pico de producción de leche en kilogramos y en los días en que las vacas lo alcanzan, en los diez partos en vacas Brown Swiss del establo Rancho Bali-Huancavelica

Tabla 10 : Producción y días al pico en vacas Brown Swiss del Establo Rancho Bali – Huancavelica.

Partos	N° Vacas	DEL PICO Dias	PICO kg
1	105	43	21.25
2	95	24	25.07
3	85	28	27.87
4	71	29	28.02
5	56	34	27.80
6	46	36	28.27
7	27	28	27.00
8	15	27	24.92
9	10	39	22.91
10	4	48	24.05

FUENTE. Elaboración propia

En este sistema semi extensivo se observa que las vacas de primer, quinto, sexto, noveno y décimo parto alcanzan el pico de producción en el segundo mes de lactación, con una producción de 21, 28, 28, 23 y 24 kg respectivamente; mientras que las vacas de segundo, tercer, cuarto, séptimo y octavo parto alcanzan su pico de producción en el primer mes de lactación, con una producción de 25, 28, 28, 27, 25 kg respectivamente. Los resultados muestran una diferencia con lo reportado por Jeretina *et al.* (2013), quienes reportan los días al pico de producción en 50, 46 y 47 días, con 20, 24 y 25 kg de leche para vacas Brown

Swiss de primer, segundo y tercer partos a más respectivamente. Por otra parte, Irigoyen, 2011, menciona que las vacas alcanzan los picos de producción a los 60 días, igualmente Pendini, 2016 sostiene que los picos de producción se alcanzan entre la semana 6 – 8.

Estas diferencias en los días de pico de producción menores en las vacas del establo que los alcanzan alrededor de la semana 4, puede ser a la mejora genética debida al uso de semen seleccionado por producción de leche y en algunos épocas a un déficit en la suplementación de alimentos post parto, ya que bajo este sistema las vacas también salen a pastorear y no cubre sus requerimientos de consumo de materia seca, solo con el pastoreo.

4.1.5. Persistencia lechera en el establo Rancho Bali de Huancavelica

En la Tabla 11. se muestra la producción acumulada mensual primer y segundo parto con el modelo de Wood, para el primer parto se observa que su producción máxima estaría en el segundo mes de producción, siendo este referente para los posteriores meses, manteniendo su persistencia hasta el quinto mes; se puede observar en el transcurso del quinto al sexto mes se produce una caída considerable. En el segundo parto se presenta una producción máxima el primer mes, manteniéndose hasta el quinto mes, partiendo de aquí hacia los siguientes meses.

Tabla 11 : Persistencia lechera (%) en el primer y segundo parto del establo Rancho Bali - Huancavelica.

Mes	Persistencia					
	Primer Parto			Segundo Parto		
	Produccion Mensual kg	Respecto al pico %	Caída mensual %	Produccion Mensual kg	Respecto al pico %	Caída mensual %
1	619			760	100%	
2	657	100%		636	84%	16%
3	644	98%	2%	725	95%	5%
4	600	91%	9%	658	87%	13%
5	591	90%	10%	635	84%	16%
6	542	84%	16%	571	75%	25%
7	529	82%	18%	548	72%	28%
8	483	73%	27%	491	65%	35%
9	516	79%	21%	517	68%	32%
10	427	65%	35%	420	55%	45%

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 12 : Persistencia lechera (%) para tercer y cuarto parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.

Mes	Persistencia					
	Tercer Parto			Cuarto Parto		
	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual
	kg	%	%	kg	%	%
1	836	100%		839	100%	
2	738	88%	12%	824	98%	2%
3	810	97%	3%	820	98%	2%
4	735	88%	12%	746	89%	11%
5	706	84%	16%	720	86%	14%
6	632	76%	24%	648	77%	23%
7	603	72%	28%	620	74%	26%
8	537	64%	36%	555	66%	34%
9	562	67%	33%	583	69%	31%
10	454	54%	46%	472	56%	44%

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 13 : Persistencia lechera (%) para quinto y sexto parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.

Mes	Persistencia					
	Quinto Parto			Sexto Parto		
	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual
	kg	%	%	kg	%	%
1	821			827		
2	830	100%		842	100%	
3	821	99%	1%	836	99%	1%
4	748	90%	10%	760	90%	10%
5	721	91%	9%	730	87%	13%
6	647	88%	12%	653	78%	22%
7	618	79%	21%	622	74%	26%
8	551	75%	25%	552	66%	34%
9	577	67%	33%	523	62%	38%
10	466	70%	30%	479	57%	43%

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 14 : Persistencia lechera (%) para séptimo y octavo parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.

Mes	Persistencia					
	Septimo Parto			Octavo Parto		
	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual
	kg	%	%	kg	%	%
1	815	100%		751	100%	
2	800	98%	2%	736	98%	2%
3	794	97%	3%	725	97%	3%
4	729	89%	11%	660	88%	12%
5	709	87%	13%	637	85%	15%
6	645	79%	21%	573	76%	24%
7	624	77%	23%	549	73%	27%
8	564	69%	31%	492	65%	35%
9	544	67%	33%	470	63%	37%
10	508	62%	38%	435	58%	42%

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 15 : Persistencia lechera (%) para noveno y décimo parto, en el Rancho Bali – Huancavelica.

Mes	Persistencia					
	Noveno Parto			Decimo Parto		
	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual	Produccion Mensual	Respecto al pico	Caída mensual
	kg	%	%	kg	%	%
1	672			654	100%	
2	685			719	91%	
3	690	100%		725	87%	
4	639	93%	7%	661	77%	9%
5	626	91%	9%	632	73%	13%
6	572	83%	17%	560	64%	23%
7	556	81%	19%	526	59%	27%
8	505	73%	27%	461	53%	36%
9	489	71%	29%	430	100%	41%
10	458	66%	34%	387	91%	47%

FUENTE: Elaboración Propia

En el caso de primer parto en el Establo Rancho Bali – Huancavelica, los resultados no coinciden con lo reportado por Vásquez (2017), quien manifiesta que en vacunos Holstein

utilizando el modelo de Wood las vacas alcanzan su máxima producción al tercer mes de lactación; en caso de vacas de segundo y tercer parto coincidimos con lo reportado por Vásquez (2017), quien menciona que, en vacas de segundo y tercer parto, usando el modelo de Wilmink la producción máxima se alcanza al segundo mes de lactación.

4.1.6. Lactacion en 305 días, para vacas Brown Swiss del Establo Rancho Bali - Huancavelica

En la Tabla 16, se observa las lactaciones en 305 días obtenidas con el modelo de Wood para vacas Brown Swiss en sus diferentes partos; donde se aprecia que entre el cuarto y el sexto parto se alcanza la producción máxima.

Para posteriormente al séptimo parto tener un ligero descenso, observando en los siguientes partos un descenso ya marcado claramente perceptible.

Tabla 16 : Lactacion en 305 días en vacas Brown Swiss del Rancho Bali – Huancavelica.

Nº Parto	Lactacion en 305 días kg	Porcentaje %
1	5 539	81
2	6 016	88
3	6 647	97
4	6 780	99
5	6 744	99
6	6 808	100
7	6 716	98
8	6 013	88
9	5 878	86
10	5 742	84

FUENTE: Elaboración propia

Estos resultados lactacion en 305 días tienen producciones mayores a los reportados por Jeretina *et al.* (2013), quienes reportan para vacas Brown Swiss con el modelo de Wood en el primer, segundo y tercer parto a más, una producción promedio de 5 094, 5 622 y 5 797 kg respectivamente; también son superiores a lo reportado por Barriga (1992). quien reporta $3\ 029.69 \pm 623.26$ kg de leche en promedio de producción en 305 días, esta mayor producción de leche en el establo Bali puede deberse a un adecuado manejo en el establo y al potencial genético de las vacas en el establo.

4.2 ESTABLO BALI – ICA

4.2.1 Curva de lactación de vacas Brown swiss con el Modelo de Wood en el Establo Bali – Ica.

Al igual que en Huancavelica el modelo de mejor ajuste fue el modelo de Wood; la evaluación se analizó con los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC). Obtuvimos valores de los parámetros de la curva β_0 constante asociado con el nivel inicial de producción de leche, β_1 parámetro de tasa de incremento hasta el pico y β_2 tasa de descenso después del pico; los cuales nos sirvieron para modelar la curva de lactancia del primer día a los 305 días. Así mismo utilizamos los modelos mixtos no lineales antes mencionados, incluyendo efectos aleatorios correspondientes al β_0 de cada modelo, como se muestra en la Tabla 17.

El modelo de Wood presentó el mejor ajuste; ya que los criterios AIC y BIC mostraron ser los más bajos en comparación de los modelos no lineales, lo cual es afirmado por Ossa (1997), quien menciona que, en vacas mestizas producto del cruce entre cebú, Holstein, Brown Swiss y normando el modelo que mejor se ajusta es el de Wood (Noronha 2010), quien afirma que para vacas cruce de Brown swiss x Cebú de mediana y alta producción el modelo que mejor ajusta los datos es el modelo de Wood y Aberrachid (2012) también indica como el modelo que mejor ajusta los datos en vacas Gyrholando al modelo de Apaza (2016), quienes informan que el modelo Wood fué el más adecuado para definir las curvas de lactación en vacas mestizas del altiplano.

Tabla 17 : Parámetros según modelos no lineales para ganado lechero Brown Swiss de los 3 primeros partos en el Establo Bali - Ica.

	Partos	N° Datos	N° Vacas	a ± E.E.		b ± E.E.		c ± E.E.		S2e ± E.E.		AIC	BIC	DEL PICO	PICO KG
Wood	1	66472	46	19.81	0.4569	0.0958	0.006617	0.002214	0.000066	14.4366	0.3128	23476	23502	43	26
	2	52458	37	24.17	0.6772	0.0699	0.008069	0.001749	0.000081	27.8734	0.6682	21464	21489	40	29
	3	63433	43	20.09	0.6059	0.1629	0.008611	0.00284	0.000084	38.2768	0.8389	27002	27027	57	33
Wiltmink	1	66472	46	28.25	0.1495	-0.0353	0.000721	-7.258	0.5173	14.4604	0.3133	23483	23509	47	26
	2	52458	37	31.36	0.2287	-0.0333	0.001089	-6.0784	0.74	27.9231	0.6694	21470	21495	44	29
	3	63433	43	37.1	0.2443	-0.051	0.001165	-14.4592	0.7876	38.3856	0.8413	27014	27039	53	33
Cobby	1	66472	46	28.01	0.1515	0.0015	0.000031	0.2637	0.01772	14.5966	0.3162	23523	23548	32	28
	2	52458	37	31.11	0.2159	0.0012	0.000038	0.3642	0.03243	27.7263	0.6647	21446	21470	25	31
	3	63433	43	36.2	0.2642	0.0016	0.00004	0.1967	0.01288	39.6703	0.8694	27151	27176	43	36
Brody	1	66472	46	27.43	0.1287	0.0318	0.000646	0.2901	0.02049	14.5976	0.3163	23523	23549	9	19
	2	52458	37	30.66	0.1906	0.0304	0.00095	0.3856	0.0353	27.7449	0.6651	21448	21473	7	23
	3	63433	43	35.53	0.2204	0.0445	0.001083	0.2105	0.01386	39.1816	0.8587	27099	27125	9	18

FUENTE: Elaboración propia

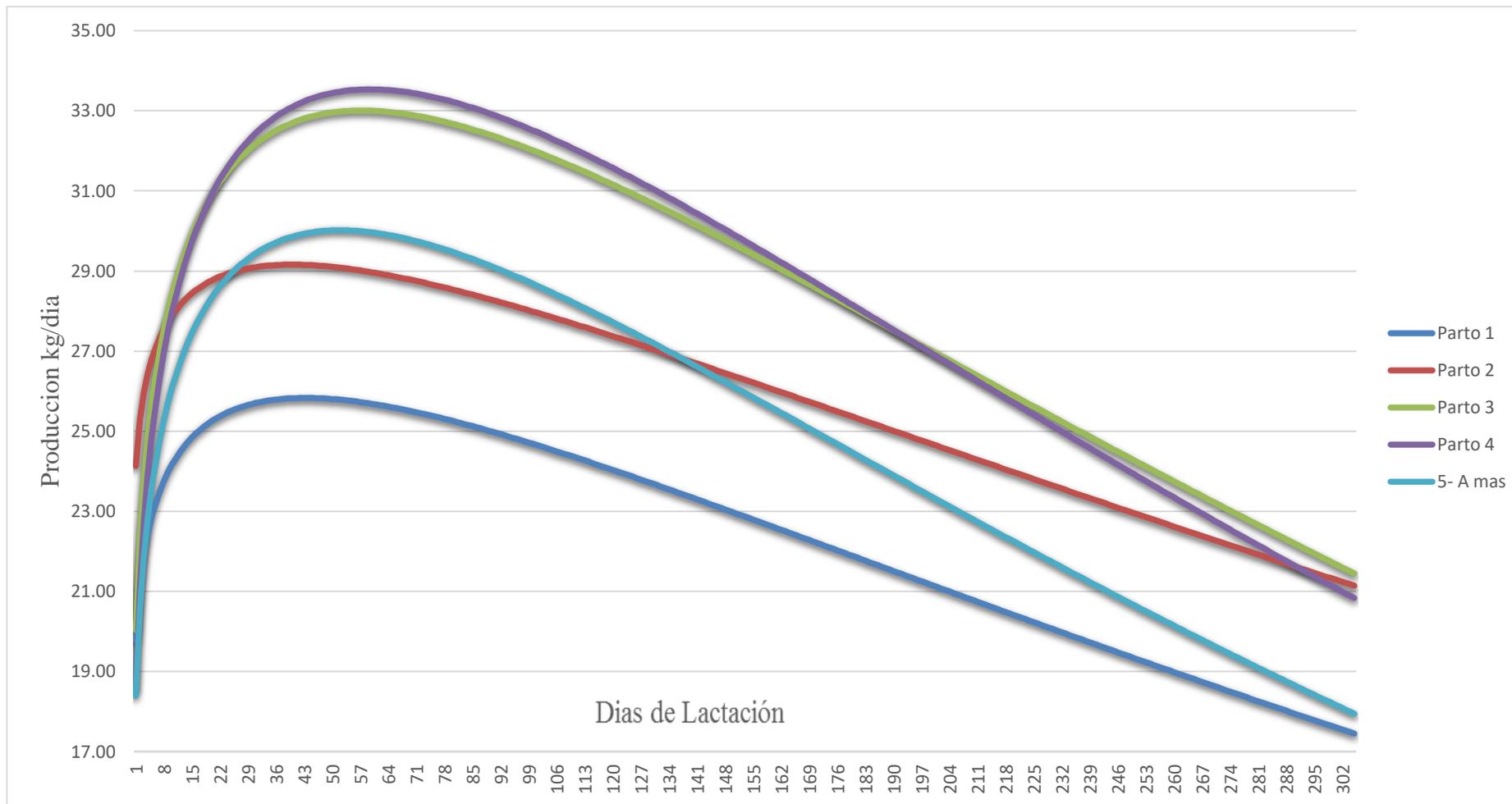


Figura 13: Curvas de lactación del con el modelo de Wood en el Establo Bali de Ica.

FUENTE: Elaboración propia.

4.2.2 Características productivas según año en el Establo Bali - Ica

Las características productivas según año de estudio se presentan en la Tabla 17, donde se observa que hay un incremento de la producción por campaña desde el 2014 al 2016; de igual forma la producción en 305 días se incrementa conforme pasan los años.

Tabla 18 : Características Productivas Según Año establo Bali – Ica.

Año	N	Prod.305	Lactacion por campaña	Duracion	Produccion/días	Edad
	Vacas	kg	kg	Dias	kg	Mes
2012	49	7 691	8 810	387	22.8	38.5
2013	43	7 024	8 097	350	23.3	43.4
2014	38	8 545	9 345	360	25.9	56.3
2015	28	8 999	9 714	358	27.2	69.8
2016	20	8 801	9 468	347	27.3	77.2
2017	8		7 649	254	30.1	88.2

FUENTE: Elaboración propia

Estos resultados son similares con lo que publica el servicio oficial de productividad lechera en la cuenca de Lima, quienes reportan un incremento por año en el promedio de producción diaria por vaca por día, debido a las continuas mejoras que vienen realizando los productores tanto en manejo como en genética para llegar a altos niveles productivos.

4.2.3. Características productivas según el número de parto en el Establo Bali de Ica

Las características productivas como: la producción en 305 días , la producción por campaña, los días de lactación y la producción leche día, por el número de parto en el Establo Bali - Ica se muestra en la Tabla 19, se puede observar en la producción en 305 días un incremento de la producción hasta el tercer parto para después disminuir. Con la producción en 305 días de 8 918 kg de leche, estos resultados son superiores a los encontrados en Huancavelica, y mucho mayores que los resultados reportados por Yuhel (2018), debido a que en este caso el sistema de producción es netamente intensivo y se cuenta con vacas de mayor valor genético.

Tabla 19 : Características Productivas Según el número de Parto En el Establo Bali - Ica.

Características productivas	Unidades	1°P	2°P	3°P	4°P	5° a mas
N	Vacas	45	37	41	27	36
Lactacion por campaña	kg	8 002	9 033	9 734	9 916	8 248
Duracion	Días	382	362	364	365	331
Lactacion en 305 días	kg	6 743	7 835	8 918	8 698	7 951
Produccion diaria	kg/día	21	25	27	27	26
Edad	Meses	27.4	40.1	53.6	66.5	81.5

FUENTE: Elaboración propia.

Estos resultados no coinciden con lo reportado por Vilca (2018), quien afirma que la producción de leche se incrementa hasta el cuarto parto para luego disminuir paulatinamente después del sexto parto, de igual forma Rodriguez (2018) también reporta que las vacas llegan a un mayor índice productivo al cuarto parto, el establo Bali entra en funcionamiento en el 2012 y cuenta con una mayor proporción de vacas jóvenes que vacas adultas y esto puede influir en los resultado de los promedios de producciones.

Las características de producción por campaña son relativamente menores a los reportado por Beteta 2020. quién indica 7 527,13; 8 673,64; 8 133,10; 8 933,43 kg de leche para vacas Brown Swiss de primer, segundo, tercer, y cuarto parto respectivamente, pese a ser del mismo establo, pero en periodos de estudio diferentes.

En cuanto a la producción por campaña por parto, se aprecia que hay un incremento de producción de leche del primer al cuarto parto llegando su mayor producción al cuarto parto con 9 879 kg de leche, lo cual está relacionado a los mayores días en lactación, con una duración de 364 días. Estos resultados son superiores a los encontrados en Huancavelica, y mucho mayores que los datos reportados por Yuhel (2018).

La producción por campaña y por parto coinciden con lo presentado por Olivera (2001) quien indica que la producción de leche se va incrementando conforme aumenta el número de partos, pero en este caso solo ocurre el incremento hasta el cuarto parto; mientras que

Barriga (1992) menciona que la producción incrementa hasta el sexto parto para después disminuir

4.2.4. Pico de lactación y días al pico con el modelo Wood en el Establo Bali de Ica.

La Tabla 20 nos muestra el tiempo para que los animales alcancen el pico de producción en días y la producción de leche en el pico en vacas del establo Bali - Ica.

Tabla 20 : Producción y días al pico para modelo de Wood para ganado lechero Brown swiss en el establo Bali – Ica.

Partos	N° Vacas	DEL PICO Dias	PICO kg
1	46	43	25.8
2	37	40	29.1
3	43	57	33.0
4	27	59	33.5
5 a mas	36	51	30.0

FUENTE. Elaboración propia

En este establo se observa que las vacas de primer, segundo y tercer parto, alcanzan su pico de producción los días 43, 40, 57 y 59 respectivamente, es decir en el segundo mes de lactación, con una producción de 25.8, 29.1, 33 y 33.5 kg respectivamente

Estos resultados son superiores a los reportados por Jeretina *et al.* (2013), quien reporta los días pico de producción 50, 46 y 47 de lactación, con 20, 24 y 25 kg de leche para vacas Brown Swiss de primer segundo y de terceros partos a más respectivamente.

En cuanto a niveles de producción, también concuerdan con lo reportado por Beteta 2020 quien reporta para vaca Brown swiss 26,08; 29,93; 33,41; 33,78; 32,44 y 29,22 kg para primer, segundo tercero, cuarto, quinto y sexto parto; pero hay una diferencia de días en llegar al pico de producción de 69,81; 44,75; 54,57; 58,51; 47,84 y 55,02; para vacas de primer, segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto parto a más respectivamente. Esta información concuerda, debido a que proviene del mismo establo, pero en diferentes periodos de estudio.

De igual forma los resultados son congruentes con Pendini (2016), quien manifiesta que las vacas alcanzan su pico de producción entre los 42 a 56 días, debido a que los requerimientos nutricionales postparto son correctamente suplementados en esta etapa ya que las vacas son alimentadas bajo estabulación y es mucho más eficiente el balanceo de raciones alimenticias.

4.2.5. Persistencia lechera según modelos de Wood en el Establo Bali de Ica

La persistencia lechera respecto al pico y caída mensual de la persistencia (%), según modelo de Wood en el Establo Bali – Ica, se presenta en la Tabla 20, se muestra la producción acumulada mensual por parto: primer y segundo parto – según el modelo de Wood, donde se aprecia que su producción máxima se da en el tercer mes de producción, siendo este referente para los posteriores meses, manteniendo una buena persistencia hasta quinto mes; se puede observar en el transcurso del sexto al séptimo mes se produce una caída considerable del 18% y 16% respectivamente.

Tabla 21 : Persistencia lechera respecto al pico y caída mensual de la persistencia (%), según modelo de Wood en el Establo Bali – Ica.

Mes	Persistencia					
	Primer Parto			Segundo Parto		
	Produccion Mensual kg	Respecto al pico %	Caída mensual %	Produccion Mensual kg	Respecto al pico %	Caída mensual %
1	756.1			869.5		
2	773.3			872.9		
3	784.8	100%		886.5	100%	
4	733.2	93%	7%	832.8	94%	6%
5	725.4	92%	8%	830.3	94%	6%
6	646.1	82%	18%	746.3	84%	16%
7	656.5	84%	16%	765.7	86%	14%
8	602.0	77%	23%	709.5	80%	20%
9	588.5	75%	25%	701.2	79%	21%
10	538.0	69%	31%	648.3	73%	27%

FUENTE: Elaboración Propia

En la Tabla 21 se muestra la producción acumulada mensual de vacas de primer y de segundo parto, donde se aprecia en vacas de primer parto un descenso después del pico de producción de entre 7 - 8 por ciento y en vacas de segundo parto se observa un descenso de 6 por ciento después del pico de producción.

En la Tabla 22 se muestra la producción acumulada mensual de vacas tercer y de cuarto parto a más, apreciándose en vacas de tercer parto un descenso después del pico de producción de entre 6 - 7 por ciento y en vacas de cuarto parto a más se observa un descenso de 4 – 7 por ciento después del pico de producción

Tabla 22 : Persistencia lechera respecto al pico y caída mensual de la persistencia (%), según modelo de Wood en el Establo Bali – Ica.

Mes	Persistencia					
	Tercer Parto			Cuarto Parto		
	Produccion Mensual kg	Respecto al pico %	Caída mensual %	Produccion Mensual kg	Respecto al pico %	Caída mensual %
1	902.			906		
2	984			1 041	100%	
3	1 014	100%		1 002	96%	4%
4	951	94%	6%	965	93%	7%
5	939	93%	7%	944	91%	9%
6	831	82%	18%	883	85%	15%
7	838	83%	17%	796	76%	24%
8	761	75%	25%	739	71%	29%
9	736	73%	27%	705	68%	32%
10	665	66%	34%	651	63%	37%

FUENTE: Elaboración Propia

Estos datos son ligeramente menores a lo que reporta Andriessen (2020) quien menciona que después del pico de producción las vacas presentan un descenso de entre 8 y 10 por ciento

4.2.6. Producción de leche estimada en 305 días, para vacas en producción de la raza Brown swiss en el establo Bali – Ica

En la Tabla 24, se observa las producciones en 305 días acumuladas con el modelo de Wood para vacas Brown Swiss de diferentes partos; y se puede observar que en el tercer parto se alcanza la producción máxima.

Tabla 23 : Producción de leche estimada en 305 días en vacas Brown Swiss del establo Bali – Ica.

N° Parto	Lactacion en 305 días kg	Porcentaje %
1	6 827	78.8
2	7 889	91.1
3	8 652	99.9
4	8 664	100
5 a más	7 633	88.1

FUENTE: Elaboración propia

Estos valores estimados son superiores a los reportados por Jeretina et al. (2013), quienes reportan para vacunos Brown Swiss con el modelo de Wood en 305 días en vacas de primer segundo y de tres partos a más una producción promedio de 5 094, 5 622 y 5 797 kg respectivamente. Esto puede explicarse debido a una mejora en la alimentación y aprovechamiento de los recursos más eficiente.

4.3 COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

En base a las curvas de lactación obtenidas con el modelo de mejor ajuste, se realizó la comparación de las producciones en 305 días, producciones por campaña, días de lactación y producción diaria, de los sistemas de producción semi-extensivo utilizado en Huancavelica y el sistema intensivo aplicado en Ica, evaluados en el periodo de cinco años debido a que se tiene información en común, desde el 2012 hasta el 2016.

4.3.1 Comparación de dos sistemas de producción por año de parto

Se presenta las lactaciones en 305 de los dos sistemas de producción en la Tabla 25, se observa que en el sistema intensivo la producción de leche en 305 días fue superior al sistema semi extensivo. En los años 2014, 2015 y 2016 se muestra una mayor producción en 26, 32 y 26 por ciento respectivamente.

Tabla 24 : Comparación de lactacion en 305 días por año de parto, en dos sistemas de producción.

Año	Huancavelica		Ica		Diferencia	%
	N Vacas	Semi extensivo kg	N Vacas	Intensivo kg		
2012	41	6 328	27	7 817	1 489	19
2013	21	6 369	35	7 626	1 257	16
2014	18	6 485	29	8 747	2 262	26
2015	10	6 064	15	8 982	2 919	32
2016	20	6 368	13	8 586	2 219	26
Promedio		6 323		8 352	2 029	24

FUENTE: Elaboración propia

La lactacion por campaña y la duración de la lactación en los dos sistemas de producción se presenta en la Tabla 26, se aprecia que en el sistema intensivo en promedio por año de parto hay un incremento de 2 620 kg de leche lo que representa un 28 por ciento más con respecto al sistema semi extensivo, las lactaciones por campaña son mayores en el sistema intensivo, al mismo tiempo que se reducen los días de lactación, lo cual podría deberse a la mejora en alimentación, manejo y la expresión genética del ganado lechero, respondiendo en una mejora de la producción a los efectos ambientales.

Tabla 25 : Comparación de producción por campaña y por año de parto, en dos sistemas de producción.

Año	Huancavelica			Ica			Diferencia	%
	Semi extensivo		N	Intensivo		Diferencia Lactacion/ Campaña		
	Lactacion por Campaña	Duración de lactación		Lactacion por Campaña	Duración de lactación			
N vacas	kg	Dias	vacas	kg	Dias	kg		
2012	50	6 803	360	37	8 984	372	2 181	24
2013	33	6 804	369	40	8 800	364	1 996	23
2014	23	7 008	364	33	9 777	364	2 769	28
2015	14	6 555	368	18	9 978	367	3 423	34
2016	25	6 779	356	13	9 510	360	2 731	29
Promedio		6 790	363		9 410	365	2 620	28

FUENTE: Elaboración propia

En cuanto a la producción de leche diaria por vaca entre los dos sistemas presentada en la Tabla 27, claramente se observa la superioridad de la producción en las vacas del sistema intensivo.

Tabla 26 : Producción de leche diaria promedio por vaca por año de parto, entre ambos sistemas.

Año	Huancavelica		Ica		Diferencia	%
	N Vacas	Semi extensivo kg	N Vacas	Intensivo kg		
2012	50	19	37	24	5	20
2013	33	19	40	24	5	21
2014	23	20	33	27	7	27
2015	14	18	18	27	9	33
2016	25	20	13	27	7	27
Promedio		19		26	7	26

FUENTE: Elaboración propia

4.3.2 Comparación de dos sistemas de producción por número de partos

Lactación en 305 días por número de partos se presenta en la Tabla 27 muestra igualmente una superioridad de la producción en 305 días en el sistema intensivo, con una mejora en promedio de 24% en kilogramos de leche, lo cual significa una mejora de 1,931 litros por lactación.

Tabla 27 : Producción de leche en 305 días por número de parto, entre ambos sistemas.

Número de parto	Huancavelica		Ica		Diferencia	%
	N Vacas	Semi extensivo kg	N Vacas	Intensivo kg		
1	41	5 642	28.0	6 666	1 025	18
2	27	6 155	35.0	7 893	1 738	28
3	24	6 659	34.0	8 658	1 999	30
4	18	5 621	22.0	8 584	2 962	33
Promedio		6 019		7 950	1 931	32

FUENTE: Elaboración propia

La lactacion por campaña y la duración de la lactación en días por número de parto en los dos sistemas de producción se presenta en la Tabla 28, donde se observa que el sistema intensivo es un 29 por ciento superior con respecto al sistema semi extensivo

Tabla 28 : Diferencia de producción de leche por campaña por número de parto entre ambos sistemas.

Año	Huancavelica Semi extensivo			Ica Intensivo			Diferencia Lactacion/ Campaña %	
	N vacas	Lactacion por Campaña kg	Duración de lactación Dias	N vacas	Lactacion por Campaña kg	Duración de lactación Dias	kg	%
1	48	6 233	384	37	8 443	401	2 210	35
2	34	6 646	372	37	9 119	365	2 473	37
3	35	7 096	355	41	9 358	346	2 262	32
4	28	5 873	269	26	9 653	369	3 780	64
Promedio		6 462	345		9 143	370	2 681	41

FUENTE: Elaboración propia

En cuanto a la producción promedio de leche diaria por parto se observa que la producción promedio del sistema intensivo es un 30 por ciento superior al sistema semi extensivo.

Tabla 29 : Producción de leche diaria promedio por vaca por número de parto, en dos sistemas de producción.

Número parto	Huancavelica Semi extensivo		Ica Intensivo		Diferencia %	
	N Vacas	kg	N Vacas	kg	kg	%
1	48	16.9	37	21.3	4	21
2	34	18.3	37	24.8	7	27
3	35	20.3	41	26.9	7	24
4	28	17.7	26	26.4	9	33
Promedio		18		25	7	26

FUENTE: Elaboración propia

4.3.3 Evaluación de rendimiento de leche por etapa productiva en ambos sistemas.

La Tabla 30, muestra las etapas productivas en vacas de primer al cuarto parto de ambos sistemas, donde se observa el porcentaje de rendimiento de leche para cada etapa productiva. Claramente se aprecia que el mayor potencial productivo se alcanza en el primer tercio de gestación. Pero estos resultados difieren con lo que reporta Cartier y Cartier (2004) quienes mencionan que la proporción adecuada es 45, 32 y 23 por ciento de la producción en 305 días en los diferentes tercios productivos.

En el sistema extensivo los tres tercios son proporcional en producción de leche, mientras que en el sistema intensivo, se comienza a diferenciar a partir del segundo parto, incrementando la producción en su primer tercio, lo cual es deseable para obtener la mayor producción de leche. Es muy probable que al mejorar las condiciones ambientales como son la alimentación, el manejo, la reproducción, la vaca puede expresar su potencial genético debido a que es un hato que fue trabajado para proveer de reproductores y utilizaron genética seleccionada para producción de leche.

Tabla 30: Rendimiento de leche por etapa por etapa productiva

	1°Tercio		2°Tercio		3°Tercio	
	S. Semi extensivo	S. intensivo	S. Semi extensivo	S. intensivo	S. Semi extensivo	S. intensivo
1° Parto	36%	38%	34%	33%	28%	30%
2° Parto	36%	41%	33%	33%	31%	26%
3° Parto	36%	41%	34%	33%	30%	26%
4° Parto	36%	40%	34%	33%	30%	26%

FUENTE: Elaboración propia.

A continuación se presenta gráficamente las curvas de lactación de los dos sistemas de producción en la Figura 14: Curvas de lactación para primer, segundo, tercero y cuarto parto en ambos sistemas (Huancavelica y Chíncha) con el modelo de Wood, y en la Figura 15: Curvas de lactación para quinto, sexto, séptimo y octavo parto en ambos sistemas (Huancavelica y Chíncha) con el modelo de Wood.

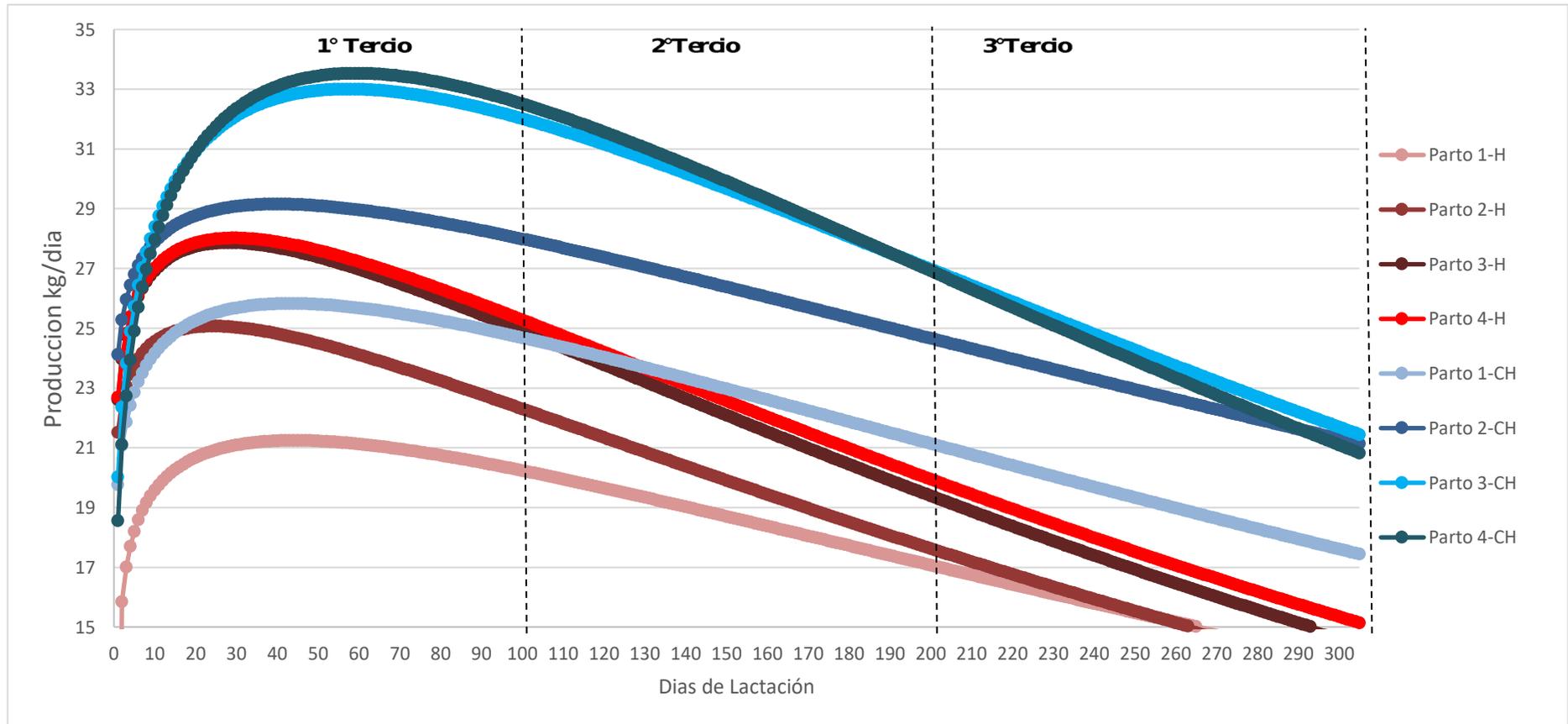


Figura 14: Curvas de lactación para primer, segundo, tercero y cuarto parto en ambos sistemas, Huancavelica (H) e Ica (CH) con el modelo de Wood.

FUENTE: Elaboración propia.

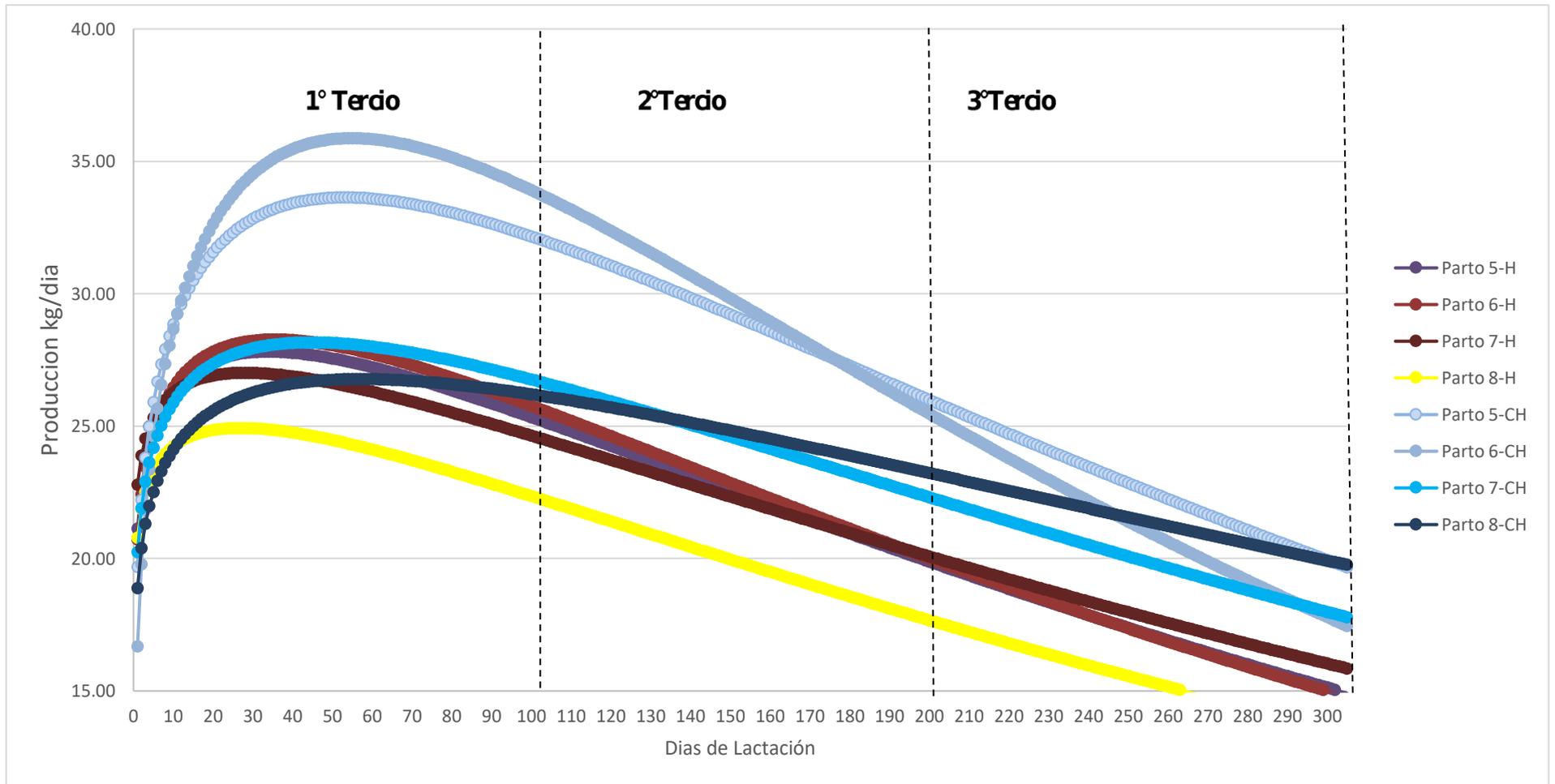


Figura 15: Curvas de lactación para primer, segundo, tercero y cuarto parto en ambos sistemas, Huancavelica (H) e Ica (CH) con el modelo de Wood.

FUENTE: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados y análisis de las curvas de lactación de vacas Brown Swiss en dos sistemas de crianza, se concluye:

1. El modelo matemático que mejor describe las curvas de lactación de vacas Brown Swiss en el establo Rancho Bali – Huancavelica, y el establo Bali – Chincha (Ica), fue el modelo de Wood.
2. La vacas Brown Swiss en el sistema semi extensivo, tienen menores niveles producción en el pico de lactación y una buena persistencia, pero con un menor nivel de producción en 305 días, comparado con el sistema intensivo que logra mejores niveles de producción.
3. Las producciones en 305 días en vacas Brown Swiss en el sistema semi extensivo alcanzan mayores niveles de producción entre el cuarto y sexto parto, mientras que en el sistema intensivo alcanzan su mayor nivel de producción al cuarto parto.
4. Los niveles de producción en 305 días incrementan en las vacas Brown Swiss en un 32%, cuando se pasa de un sistema semiextensivo a un sistema intensivo. Y su producción por campaña aumenta en 41%
5. La comparación de dos sistemas de crianza nos permite comprender los factores que intervienen en el comportamiento de la curva de lactación y de la producción lechera, ayudando al ganadero a tomar mejores decisiones.

VI. RECOMENDACIONES

En función a los resultados y conclusiones obtenidas, se recomienda:

1. Aplicar el modelo de Wood para modelar las curvas de lactación en vacas Brown Swiss por ser el de mejor ajuste. Brindando estimaciones reales para el pico de producción máxima y días al pico, persistencia lechera y estimación de producción a 305 días.
2. Utilizar los modelos no lineales como herramienta de planificación estratégica, en establos lecheros de vacunos Brown Swiss en forma práctica y analítica.
3. Continuar con el estudio de evaluaciones de curvas de lactación en otras razas, otras zonas geográficas y bajo diferentes sistemas de producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aberrachid, L. 2012. Curvas de lactação de vacas Girolando através de diferentes modelos. IX Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal.

Akaike, H. 1974. New look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, AC-19. 1974:716–723.

Almeyda, J. 2013. Manual de manejo y de alimentación de vacunos II: Manejo y Alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos. Artículo técnico. Engormix. Consultado 14 feb. 2015. Disponible en: <http://www.engormix.com/MAGanaderia-leche/nutricion/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t4665/141-p0.htm>

Alquinga, B; Guamán, N. 2008. 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. Universidad Central del Ecuador. 15-25 p.

Alvarado, G.R; Cuestas M.H. 2002 . Análisis productivo y reproductivo del hato lechero de la Hacienda Tapalapa en Santa Bárbara, Honduras utilizando el programa VAMPP® Tesis para optar el Grado de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. Pp.33.

Andrade, R; Caro, Z; Porras, J. 2016. Efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de vacas lecheras en lactancia. Revista Científica, FCVLUZ. Vol. XXVI. N° 1: 33-40.

Andresen, H. (20 de Diciembre de 2020). Manual de Ganadería Lechera. Obtenido de Hans Andresen S. Blog Personal: <http://handresen.perulactea.com/sobre-el-autor/>

Angulo, J. 2007. Fisiología de la producción láctea en bovinos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.

Apaza, Y; Loza, M; Pardo, A; Achu, C. 2016. Determinacion del comportamiento de la curva de lactancia y produccion lechera del ganado mestizo del altiplano de la provincia de Omasuyos departamento de la Paz. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 77-86.

Apollin, F; Eberhart, C. 1999. Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural: Guía metodológica. CONSUDE. Unión Europea. CICDA. RURALTER. Quito – Ecuador. 1999.

Araúz, S.E; De Armas, R; Araúz, Y.E; Grajales, V.J. 2014. Principales Indicadores del Patrón Reproductivo y Lactacional en la Vaca Lechera e Importancia del Manejo Preventivo en el Trópico. Universidad de Panamá.

Avalos, P. 2006. Dinámica de la producción forrajera y perfil alimentario de vacas lechera en pastos cultivados rye grass – trébol de la unidad de producción CONSAC. Tesis para optar el título de Magister en Scientae. Lima – Peru, Universidad Nacional Agraria La Molina. 117p.

Barriga, P. 1992. Lactación y Persistencia de producción lechera en vacunos Brown Swiss del C. E. Chuquibambilla. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Perú

Bartl, K. 2008. Options for the improvement of dry season feeding for milk production at high altitudes in Peru and the response of local criollo an Brown Swiss cows to improved nutrition. A dissertation submitted to the ETH Zurich for the degree of Doctor of Sciences ETH. Zurich – Suiza. 137p.

Bladon, J. 2003. A mayor producción: más leche, más terneros. Manual de ganadería sustentable 1ra edición. Managua SIMAS.

Brody, S; Ragsdale, A.C; Turner, C.W. 1923. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period of lactation. *The Journal of General Physiology*. 5:441-444.

Bueno, W. 2018. Indices Productivos y Reproductivos en vacunos Brown Swiss Jersey y Holstein en altura - Cooperativa Atahualpa Jerusalem Cajamarca 1999 - 2013. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

Burguillo, F.J. 1993. Modelización matemática y ajustes de datos por ordenador en Ciencias de la vida. Curso Práctico. Universidad de Salamanca, España.

Cabrera, V; Solis, D; Del Corral, J. 2010. Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. J. Dairy Sci. 93 1 : 387-393. doi:10.3168/jds.2009-2307.

Cartier, E; Cartier, J. 2004. Tambos - Análisis de sus procesos de producción con fines de costeo. XXVII Congreso Argentino de profesores universitarios de costos. 5-7 p.

Casas, A. 2017. Nivel de tecnología e índices productivos y reproductivos de vaquillas Brown Swiss criadas en dos sistemas de producción a 3200 msnm.

Castell, E. 1999. Selección de modelos de regresión con regresores cualitativos. Tesis Dr. Cs. Facultad de Matemática y Computación. Universidad de La Habana, Cuba

Cobby, J.M. 1978. Ledu on fitting curves to lactation data. Anim Prod; 26:127- 134.

Condori, C. 1999. Evaluación productiva láctea de hato de vacuno del Centro Experimental Chuquibambilla. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú

Cotacallapa, F.H. 1998. Retos y oportunidades del sistema de producción de leche. IIBOO-FMVZ-UNA. Puno-Perú.

Cuatin, A. 2005. Curva de lactancia. Factores que la modifican. Manual Ref. Tcas. Leche de Calidad, Segunda edición, 135-41.

Delgado, E. 1996. Manual de Inseminación Artificial y Manejo Reproductivo. 1º Ed. MINAG. - FNFG. Lima.

De Torres, C.M. 2015. *Los reyes de la pasarela, modelos matematicos en las ciencias*. Buenos Aires, Argentina: Fundación de Historia Natural Félix de Azara,

ECOBONA. 2011. Guia basica para el manejo del ganado bovino bajo criterios de sostenibilidad ambiental. Serie Capacitacion N° 7. Programa Regional ECOBONA - Intercooperation. DEPROSUR, EP, Ecuador.

Ensminger, M. 1980. Producción Bovina Para Leche. Ed. El ateneo. Buenos Aires, Argentina. 567 pág

Elizondo, J. 2007. Periodo seco corto en ganado de leche. Red Veterinaria. 8: 5.

FAOSTAT (FAO Statistic Division) , 2008. Retrieved February, 2008, from <http://faostat.fao.org/>

Feria, A. 2008. Factores que influyen en la curva de lactancia en vacas F1 Holstein x Cebú en el trópico húmedo de Veracruz, México. Universidad Veracruzana.

Garcia, S.C; Holmes, C.W. 1999. Effects of time of calving on the productivity of pasture-based dairy systems: A review. New Zealand Journal of Agricultural Research. 42: pp. 347 - 362.

Gasqué, R; Posadas, E; 2001. Características Físicas de la Pardo Suizo Moderna. Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.

Góngora, J. 2006. Evaluación del comportamiento productivo, reproductivo y composición de la leche en vacas normando puras y en diferentes porcentajes de sangre, en la Finca Chuguacá, Municipio de San Francisco. Universidad de La Salle. 40 p.

Gonzales, P. 2016. Estrés Por Calor En El Ganado Lechero. The University of Melbourne, Australia.

Gustavo Ossa, L.T. 1997. Determinación de la curva de lactancia en vacas mestizas de un año de doble propósito en la región caribe de Colombia. Complica - Vol 2.

Hafez, B; Hafezz, E.S. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales: Hafez y Hafez, 2002

Hernández, H. 2004. Importancia de los registros ganaderos. Rev. Mundo

Hinojosa, M. 1992. Repetibilidad para lapso de lactancia en vacunos Brown Swiss del C. E. Chuquibambilla. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.

Holmes, W; Brookes, I; Garrick, D; Mackenzie D; Parkinson, T; Wilson, G. 2002. Milk production from pasture, Massey University. Nueva Zelanda. 601p.

INEI (Instituto Nacional De Estadística E Informática). 2013. Resultados definitivos del IV censo Nacional Agropecuario 2012. Lima – Peru. 62p. <http://www.infoleche.com/www/contenido/noticias/detalles.asp?id=2933>.

INEI (Instituto Nacional De Estadística E Informática). 2012. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Obtenido de <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>

Inchausti, D; Tagle, E. 1980. Bovinotecnia. 6ta. Edición. Editorial. El ateneo. Buenos aires Argentina.

Irigoyen, A; Rippoll, G. 2011. Alimentación Postparto De La Vaca. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/37-Alimentacion_postparto.pdf

Irujo, R. 2010. Vacunos de Leche. Obtenido de <http://www.monografias.com>

Jeretina, J; Badbnik, D; Skorjanc, D. 2013. Modeling lactation curve standards for test-day milk yield in holstein, brown swiss and simmental cows. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 754-762.

Julio, C. 2019. Crianza Extensiva y semi intensiva en vacunos de leche Brown Swis en ILLPA - Puno. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.

Kolver, E; Muller, L. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81:1403 – 1411.

León, J; Quiroz, J; Pleguezuelos, J; Martínez, E; Delgado, J. 2007. Curva de lactación para el número de lactación en cabras murciano-granadinas. *Arch. Zootec*. 56(1): 641-646. Consultado 19 set. 2014. Disponible en: http://uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01_08_51_46CurvaLeon.pdf

Macciotta, N; Vicario, D; Cappio-Borlino, A. 2005. Detection of Different Shapes of Lactation Curve for Milk Yield in Dairy Cattle by Empirical Mathematical Models. *Journal of Dairy Science*, 88, 1166-1177.

Mamani, J; Beltrán, P.A.; Sánchez, J. 2007. Introducción a la zootecnia general. Primera edición. Editorial Universitaria. UNA Puno, Perú.

Martínez, G. 2000. Edad al primer parto e intervalo entre parto en ganado pardo suizo criado en el Trópico subhúmedo. Consultado 11 jun. 2014. Disponible en: <http://ecologia.uat.mx/biotam/v4n2/art3.html>.

Menchaca, M. 1992. Manual de diseño experimental. Universidad Nacional Autónoma de México. 112 p.

MINAG (Ministerio De Agricultura). 2005 Vacunos de leche. Portal agrario del Ministerio de agricultura del Perú. Agricultura 2005 .

MINAG (Ministerio De Agricultura). 2010. Dinámica agropecuaria 1997- 2009. [Internet], [12 mayo 2011]. Disponible en: www.minag.gob.pe/download/pdf/especiales/dinamica/IV_Pecuario.pdf.

MINAGRI. (Diciembre de 2019). Boletín estadístico mensual. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Riegos: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifra-diciembre19_160720.pdf

Noronha, D. (2010). Selection of models of lactation curves to use in milk production simulation systems. Revista Brasileira de Zootecnia, 891-902.

Nutrición Y Salud De La Ubre En Vacas. 2011. sitio Argentino de Producción Animal. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infeciosas/bovinos_leche/64-Salud_Ubre.pdf

Olivera, S. 2001. Índices de producción y su repercusión económica para un establo lechero. Rev. Inv. Vet. Perú. 12 2 : 49-54.

Olaguivel, C. 2006. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de vacas Brown Swiss en el Centro Experimental Chunquibambilla – Puno (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Peña, D. 2000. Estadística modelos y métodos. Alianza Editorial. Madrid. 4ª. Ed.

Peña, D. 2002. Análisis de datos multivariantes. Madrid: McGraw-Hill.

Pendini, C. 2016. Alimentación del Ganado Lechero. Universidad Nacional de Cordoba. Obtenido de <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/pleche/wp-content/uploads/sites/8/2016/05/notas-sobre-alimentacion-de-la-vaca-leche2008.pdf>

Pérez, M. 1982. Manual Sobre el Ganado Productor de Leche. Ed. Diana, México. 771 pág.

Posada, D. 2008. Model test: Phylogenetic Model Averaging. *Molecular Biology and Evolution* 25, 1253-1256.

Quintero, J.C; Serna, J.I; Lugo, N.A.H; Noguera, R.R; & Muñoz, M.F.C. 2007. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 149-156. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2950230340074>

Quispe, J. 2007. Influencia de la ración suplementaria en la producción láctea de vacas Brown Swiss. Tesis de Ing. Agronómica Facultad de Ciencias Agrarias. Puno, Perú.

Quispe, J; Celso, B.Q; & Edga., A.Z. 2016. Desempeño productivo de vacunos Brown Swiss en el altiplano peruano. *Revista de investigación altoandina*, 411-422.

Ramirez, M; Chavez, J. 2001. La cooperación Internacional y el desarrollo de la ganadería lechera en el Perú. *Rev Invest. Vet, Perú* Juli/Dic12 2 . 187-192.

Rivera, I. 2006. Determinación de curvas de lactancia del hato bovino criollo Saavedreño en Santa Cruz - Bolivia. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno.

Rodriguez, Z. 2018. Características de productividad lechera de un establo de cañete, cuenca lechera de Lima. Lima: UNALM.

Rosemberg, M. 2000. Producción de Ganado vacuno de carne y de doble propósito, 1 ed. Lima –Perú. 306p

Rourke, D. 2011. Nutrición y salud de la ubre en vacas. Sitio Argentino de Producción Animal. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/64-Salud_Ubre.pdf

Rowlands G. J. 1982. LuceyS,RussellAM.Acomparisonofdifferent models of the lactation curve in dairy cattle. *Anim Prod*; 35:135-142.

Schaeffer, L.R. 2002. Tópicos avanzados em melhoramento animal: random regression models. Jaboticabal, SP: FCAV - UNESP, 1996. p. 25-33.

SENAMHI. 2020. <https://www.gob.pe/senamhi>.

Sherchand, L; Mcnew, R; Kellogg, D; Johnson, B. 1995. Selection of a mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of Holstein cows. J. Dairy Sci. 78 11 : 2507-2513. doi: 10.3168/jds.S0022-0302 95 76880-1.

Sienra, R. 2002. Revisión del plan agropecuario N° 90. Grupo de trabajo de la facultad de veterinaria de Uruguay.

Silva, D. 2006. Sistemas de producción lechera, características físicas y financieras, parte 1. Agro Enfoque – Peru 2006, 150 : 58 -62.

Silvestre, A.M; Petim-Batista, F; Colac, O.J. 2006. The Accuracy of Seven Mathematical Functions in Modeling Dairy Cattle Lactation Curves Based on Test-Day Records From Varying Sample Schemes. Journal of Dairy Science, 89, 1813-1821.

Silvestre, A.M; Petim-Batista, F; Colac, O.J. 2006. The Accuracy of Seven Mathematical Functions in Modeling Dairy Cattle Lactation Curves Based on Test-Day Records From Varying Sample Schemes. Journal of Dairy Science, 89, 1813-1821.

Sosa, E. 2001. Más leche, menos gastos e ingresos en la producción pecuaria. Revista cubana de producción animal, 21(2). Pág. 40 – 43.

Swisslatin Portal Suizo. 2015 . Una raza de vacas resistente a la altura del Perú Disponible en: <http://www.swisslatin.ch/ciencias-062.htm>

Schwarz, G. 1978. Estimating the dimension of a model. Ann. Statist. 6(2): 461-464. doi: 10.1214/AM/1176344136

Torrent, M. 1991. La vaca de leche y el ternero de carne. Editorial Aedos, Barcelona, España.

Trimberger, G. 1977. Técnicas para juzgar el ganado lechero. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo – Uruguay 372p.

Servicio Oficial de Productividad Lechera Universidad Nacional Agraria La Molina. Programa de Mejoramiento Animal. Facultad de Zootecnia.- Lima. en línea .Consultado el 20 Nov. 2020

http://www.lamolina.edu.pe/mejoramamientoanimal/pl_estadisticas.htm

Vásquez, A. 2017. Curva de lactacion en Ganado Bovino Lechero con modelos no lineales en un establo del valle Huaura. Lima. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2817>

Wilca, E. 2018. Eficiencia De La Producción Láctea De Vacas Brown Swiss Ppc, Bajo el Sistema de Crianza Semi-Intensiva En CIP. Chuquibambilla. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Wadsworth, J. 1997. Análisis de sistemas de producción animal Tomo 1: Las bases conceptuales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma.

Visser, R. y Wilson, R. 2006. Potencial de la producción lechera según los grupos raciales tipo leche. Horizons, CRI. Revista distribuida por Cooleche, Concepción, Bugaba, Provincia de Chiriquí.

Wilmink, J.B. 1987, Comparison of different methods of predicting 305 – day milk yield using means calculated from within herd lactation curves. *Livest Prod Sci* 1987, 17:1–17.

Wood, P.D. 1967. Algebraic Model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216: 164-165.

Wood, P.D. 1980. Algebraic Model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216:164-165.

Yuhel, C. 2018. Eficiencia Biologica Lechera de vacas Brown Swiss a la Primera Lactacion del Cip Chuquibambilla 2010 - 2016. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno Peru.

Zimin, A; Delcher, A; Florea, L; Kelley, D; Schatz, M; Puiu, D; Hanrahan, F; Pertea, G; Van-Tassell, C; Sonstegard, T; Marcais, G; Roberts, M; Subramanian, P; Yorke, J; Salzberg, S. 2009. A wholegenome assembly of the domestic cow, *Bos taurus*. *Genome Biol.* 2009, 10 4 :R 42. doi:10.1186/gb-2009-10-4-r42. Epub 2009 Apr 24.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 1 - 35 .

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
1	15.85	21.51	22.62	22.69	21.12	20.71	22.79	20.77	17.44	13.34	19.12
2	17.01	22.50	23.97	24.03	22.69	22.42	23.89	21.86	18.66	15.29	19.12
3	17.71	23.07	24.76	24.83	23.62	23.46	24.53	22.50	19.39	16.54	19.11
4	18.20	23.46	25.31	25.38	24.29	24.20	24.97	22.95	19.91	17.46	19.10
5	18.59	23.75	25.73	25.81	24.80	24.77	25.31	23.28	20.31	18.20	19.09
6	18.90	23.99	26.07	26.14	25.21	25.23	25.58	23.55	20.63	18.81	19.07
7	19.17	24.17	26.34	26.42	25.55	25.61	25.80	23.76	20.90	19.33	19.06
8	19.39	24.33	26.57	26.65	25.84	25.94	25.98	23.94	21.13	19.77	19.05
9	19.58	24.45	26.76	26.85	26.09	26.22	26.13	24.10	21.33	20.17	19.03
10	19.75	24.56	26.92	27.01	26.30	26.46	26.26	24.22	21.51	20.52	19.02
11	19.90	24.65	27.07	27.16	26.49	26.68	26.37	24.34	21.66	20.83	19.01
12	20.04	24.73	27.19	27.28	26.65	26.87	26.47	24.43	21.79	21.12	18.99
13	20.16	24.80	27.29	27.39	26.80	27.03	26.56	24.51	21.91	21.37	18.98
14	20.26	24.85	27.39	27.49	26.93	27.18	26.63	24.58	22.02	21.61	18.96
15	20.36	24.90	27.47	27.57	27.04	27.32	26.69	24.65	22.12	21.82	18.95
16	20.45	24.94	27.54	27.65	27.14	27.44	26.75	24.70	22.21	22.02	18.93
17	20.53	24.97	27.60	27.71	27.23	27.54	26.80	24.74	22.29	22.19	18.92
18	20.61	25.00	27.65	27.77	27.32	27.64	26.84	24.78	22.36	22.36	18.90
19	20.67	25.02	27.70	27.82	27.39	27.72	26.87	24.82	22.42	22.51	18.89
20	20.73	25.04	27.74	27.86	27.45	27.80	26.90	24.84	22.48	22.65	18.87
21	20.79	25.05	27.77	27.90	27.51	27.87	26.93	24.87	22.54	22.78	18.86
22	20.84	25.06	27.80	27.93	27.56	27.93	26.95	24.88	22.58	22.90	18.84
23	20.89	25.07	27.82	27.95	27.60	27.99	26.97	24.90	22.63	23.01	18.83
24	20.93	25.07	27.83	27.97	27.64	28.03	26.98	24.91	22.67	23.12	18.81
25	20.97	25.07	27.85	27.99	27.68	28.08	26.99	24.92	22.70	23.21	18.80
26	21.00	25.07	27.86	28.00	27.71	28.12	27.00	24.92	22.73	23.30	18.78
27	21.04	25.06	27.86	28.01	27.73	28.15	27.00	24.92	22.76	23.38	18.77
28	21.06	25.05	27.86	28.02	27.75	28.18	27.00	24.92	22.79	23.45	18.75
29	21.09	25.04	27.86	28.02	27.77	28.20	27.00	24.92	22.81	23.52	18.74
30	21.11	25.03	27.86	28.02	27.78	28.22	27.00	24.91	22.83	23.58	18.72
31	21.14	25.02	27.85	28.02	27.79	28.23	27.00	24.90	22.85	23.64	18.71
32	21.16	25.00	27.84	28.01	27.80	28.25	26.99	24.89	22.86	23.69	18.69
33	21.17	24.98	27.83	28.00	27.80	28.26	26.98	24.88	22.88	23.74	18.68
34	21.19	24.96	27.82	27.99	27.80	28.26	26.97	24.87	22.89	23.79	18.66
35	21.20	24.94	27.80	27.98	27.80	28.26	26.96	24.85	22.89	23.83	18.65

Anexo 2: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 36 - 70.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
36	21.21	24.92	27.79	27.97	27.80	28.27	26.94	24.83	22.90	23.86	18.63
37	21.22	24.90	27.77	27.95	27.79	28.26	26.93	24.81	22.91	23.90	18.62
38	21.23	24.87	27.75	27.93	27.78	28.26	26.91	24.79	22.91	23.92	18.60
39	21.23	24.85	27.72	27.91	27.77	28.25	26.89	24.77	22.91	23.95	18.58
40	21.24	24.82	27.70	27.89	27.76	28.24	26.87	24.75	22.91	23.97	18.57
41	21.24	24.79	27.67	27.87	27.75	28.23	26.85	24.73	22.91	23.99	18.55
42	21.24	24.76	27.64	27.84	27.73	28.22	26.83	24.70	22.91	24.01	18.54
43	21.25	24.73	27.62	27.82	27.71	28.20	26.80	24.68	22.90	24.02	18.52
44	21.25	24.70	27.58	27.79	27.69	28.18	26.78	24.65	22.90	24.03	18.51
45	21.24	24.67	27.55	27.76	27.67	28.16	26.76	24.62	22.89	24.04	18.49
46	21.24	24.64	27.52	27.73	27.65	28.14	26.73	24.59	22.88	24.05	18.48
47	21.24	24.60	27.49	27.70	27.63	28.12	26.70	24.56	22.87	24.05	18.46
48	21.23	24.57	27.45	27.67	27.60	28.10	26.68	24.53	22.86	24.05	18.45
49	21.23	24.53	27.42	27.64	27.58	28.07	26.65	24.50	22.85	24.05	18.43
50	21.22	24.50	27.38	27.61	27.55	28.05	26.62	24.47	22.84	24.05	18.42
51	21.21	24.46	27.34	27.57	27.52	28.02	26.59	24.43	22.83	24.04	18.40
52	21.20	24.43	27.30	27.54	27.49	27.99	26.56	24.40	22.81	24.04	18.39
53	21.20	24.39	27.27	27.50	27.46	27.96	26.53	24.37	22.80	24.03	18.37
54	21.19	24.35	27.23	27.46	27.43	27.93	26.49	24.33	22.79	24.02	18.36
55	21.17	24.31	27.18	27.43	27.39	27.90	26.46	24.30	22.77	24.01	18.34
56	21.16	24.27	27.14	27.39	27.36	27.86	26.43	24.26	22.75	23.99	18.33
57	21.15	24.24	27.10	27.35	27.33	27.83	26.39	24.22	22.73	23.98	18.31
58	21.14	24.20	27.06	27.31	27.29	27.79	26.36	24.19	22.72	23.96	18.30
59	21.12	24.16	27.01	27.27	27.25	27.75	26.33	24.15	22.70	23.94	18.28
60	21.11	24.12	26.97	27.23	27.22	27.72	26.29	24.11	22.68	23.93	18.27
61	21.10	24.07	26.93	27.19	27.18	27.68	26.25	24.07	22.66	23.90	18.25
62	21.08	24.03	26.88	27.14	27.14	27.64	26.22	24.03	22.64	23.88	18.24
63	21.06	23.99	26.83	27.10	27.10	27.60	26.18	23.99	22.62	23.86	18.22
64	21.05	23.95	26.79	27.06	27.06	27.56	26.14	23.95	22.59	23.84	18.21
65	21.03	23.91	26.74	27.01	27.02	27.52	26.11	23.91	22.57	23.81	18.19
66	21.01	23.87	26.69	26.97	26.98	27.48	26.07	23.87	22.55	23.78	18.18
67	21.00	23.82	26.65	26.93	26.94	27.43	26.03	23.83	22.53	23.76	18.16
68	20.98	23.78	26.60	26.88	26.90	27.39	25.99	23.79	22.50	23.73	18.15
69	20.96	23.74	26.55	26.84	26.85	27.34	25.95	23.75	22.48	23.70	18.13
70	20.94	23.69	26.50	26.79	26.81	27.30	25.91	23.71	22.45	23.67	18.11

Anexo 3: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 71 - 105.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
71	20.92	23.65	26.45	26.74	26.77	27.25	25.87	23.66	22.43	23.64	18.10
72	20.90	23.60	26.40	26.70	26.72	27.21	25.84	23.62	22.40	23.60	18.08
73	20.88	23.56	26.35	26.65	26.68	27.16	25.79	23.58	22.38	23.57	18.07
74	20.86	23.52	26.30	26.60	26.63	27.11	25.75	23.54	22.35	23.54	18.05
75	20.84	23.47	26.25	26.55	26.58	27.07	25.71	23.49	22.32	23.50	18.04
76	20.81	23.43	26.20	26.51	26.54	27.02	25.67	23.45	22.30	23.46	18.02
77	20.79	23.38	26.15	26.46	26.49	26.97	25.63	23.40	22.27	23.43	18.01
78	20.77	23.33	26.10	26.41	26.44	26.92	25.59	23.36	22.24	23.39	17.99
79	20.75	23.29	26.04	26.36	26.40	26.87	25.55	23.32	22.21	23.35	17.98
80	20.72	23.24	25.99	26.31	26.35	26.82	25.51	23.27	22.18	23.31	17.96
81	20.70	23.20	25.94	26.26	26.30	26.77	25.46	23.23	22.15	23.27	17.95
82	20.68	23.15	25.89	26.21	26.25	26.72	25.42	23.18	22.12	23.23	17.93
83	20.65	23.11	25.83	26.16	26.20	26.67	25.38	23.14	22.10	23.19	17.92
84	20.63	23.06	25.78	26.11	26.15	26.62	25.34	23.09	22.07	23.15	17.91
85	20.60	23.01	25.73	26.06	26.10	26.57	25.29	23.05	22.04	23.11	17.89
86	20.58	22.97	25.67	26.01	26.05	26.52	25.25	23.00	22.01	23.07	17.88
87	20.55	22.92	25.62	25.96	26.00	26.46	25.21	22.95	21.97	23.02	17.86
88	20.53	22.87	25.57	25.91	25.95	26.41	25.16	22.91	21.94	22.98	17.85
89	20.50	22.83	25.51	25.85	25.90	26.36	25.12	22.86	21.91	22.94	17.83
90	20.48	22.78	25.46	25.80	25.85	26.30	25.08	22.82	21.88	22.89	17.82
91	20.45	22.73	25.40	25.75	25.80	26.25	25.03	22.77	21.85	22.85	17.80
92	20.43	22.68	25.35	25.70	25.75	26.20	24.99	22.72	21.82	22.80	17.79
93	20.40	22.64	25.29	25.65	25.70	26.14	24.94	22.68	21.79	22.75	17.77
94	20.37	22.59	25.24	25.59	25.65	26.09	24.90	22.63	21.75	22.71	17.76
95	20.35	22.54	25.18	25.54	25.59	26.03	24.86	22.58	21.72	22.66	17.74
96	20.32	22.49	25.13	25.49	25.54	25.98	24.81	22.54	21.69	22.61	17.73
97	20.29	22.45	25.07	25.44	25.49	25.92	24.77	22.49	21.66	22.57	17.71
98	20.26	22.40	25.02	25.38	25.44	25.87	24.72	22.44	21.62	22.52	17.70
99	20.24	22.35	24.96	25.33	25.38	25.81	24.68	22.40	21.59	22.47	17.68
100	20.21	22.30	24.91	25.28	25.33	25.76	24.63	22.35	21.56	22.42	17.67
101	20.18	22.26	24.85	25.22	25.28	25.70	24.59	22.30	21.52	22.37	17.65
102	20.15	22.21	24.80	25.17	25.22	25.64	24.54	22.25	21.49	22.32	17.64
103	20.12	22.16	24.74	25.12	25.17	25.59	24.50	22.21	21.46	22.27	17.62
104	20.10	22.11	24.68	25.06	25.12	25.53	24.45	22.16	21.42	22.22	17.61
105	20.07	22.06	24.63	25.01	25.06	25.48	24.41	22.11	21.39	22.17	17.59

Anexo 4: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica dias 106 - 140.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
106	20.04	22.02	24.57	24.96	25.01	25.42	24.36	22.06	21.35	22.12	17.58
107	20.01	21.97	24.52	24.90	24.96	25.36	24.32	22.02	21.32	22.07	17.56
108	19.98	21.92	24.46	24.85	24.90	25.30	24.27	21.97	21.29	22.02	17.55
109	19.95	21.87	24.40	24.80	24.85	25.25	24.22	21.92	21.25	21.97	17.54
110	19.92	21.82	24.35	24.74	24.79	25.19	24.18	21.87	21.22	21.91	17.52
111	19.89	21.78	24.29	24.69	24.74	25.13	24.13	21.83	21.18	21.86	17.51
112	19.86	21.73	24.23	24.63	24.68	25.08	24.09	21.78	21.15	21.81	17.49
113	19.83	21.68	24.18	24.58	24.63	25.02	24.04	21.73	21.11	21.76	17.48
114	19.80	21.63	24.12	24.53	24.58	24.96	23.99	21.68	21.08	21.70	17.46
115	19.77	21.58	24.06	24.47	24.52	24.90	23.95	21.63	21.04	21.65	17.45
116	19.74	21.54	24.01	24.42	24.47	24.84	23.90	21.59	21.01	21.60	17.43
117	19.71	21.49	23.95	24.36	24.41	24.79	23.86	21.54	20.97	21.54	17.42
118	19.68	21.44	23.90	24.31	24.36	24.73	23.81	21.49	20.93	21.49	17.40
119	19.65	21.39	23.84	24.26	24.30	24.67	23.76	21.44	20.90	21.44	17.39
120	19.62	21.34	23.78	24.20	24.25	24.61	23.72	21.39	20.86	21.38	17.37
121	19.59	21.29	23.73	24.15	24.19	24.55	23.67	21.35	20.83	21.33	17.36
122	19.56	21.25	23.67	24.09	24.14	24.50	23.63	21.30	20.79	21.27	17.35
123	19.53	21.20	23.61	24.04	24.08	24.44	23.58	21.25	20.76	21.22	17.33
124	19.50	21.15	23.56	23.98	24.02	24.38	23.53	21.20	20.72	21.16	17.32
125	19.47	21.10	23.50	23.93	23.97	24.32	23.49	21.15	20.68	21.11	17.30
126	19.44	21.05	23.44	23.87	23.91	24.26	23.44	21.11	20.65	21.06	17.29
127	19.40	21.01	23.39	23.82	23.86	24.20	23.39	21.06	20.61	21.00	17.27
128	19.37	20.96	23.33	23.77	23.80	24.14	23.35	21.01	20.57	20.95	17.26
129	19.34	20.91	23.27	23.71	23.75	24.09	23.30	20.96	20.54	20.89	17.24
130	19.31	20.86	23.22	23.66	23.69	24.03	23.26	20.91	20.50	20.83	17.23
131	19.28	20.81	23.16	23.60	23.64	23.97	23.21	20.87	20.47	20.78	17.21
132	19.25	20.77	23.10	23.55	23.58	23.91	23.16	20.82	20.43	20.72	17.20
133	19.22	20.72	23.05	23.49	23.53	23.85	23.12	20.77	20.39	20.67	17.19
134	19.18	20.67	22.99	23.44	23.47	23.79	23.07	20.72	20.36	20.61	17.17
135	19.15	20.62	22.93	23.38	23.41	23.73	23.02	20.68	20.32	20.56	17.16
136	19.12	20.57	22.88	23.33	23.36	23.68	22.98	20.63	20.28	20.50	17.14
137	19.09	20.53	22.82	23.28	23.30	23.62	22.93	20.58	20.25	20.44	17.13
138	19.06	20.48	22.76	23.22	23.25	23.56	22.89	20.53	20.21	20.39	17.11
139	19.03	20.43	22.71	23.17	23.19	23.50	22.84	20.48	20.17	20.33	17.10
140	18.99	20.38	22.65	23.11	23.14	23.44	22.79	20.44	20.13	20.28	17.09

Anexo 5: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica dias141 - 175.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
141	18.96	20.34	22.60	23.06	23.08	23.38	22.75	20.39	20.10	20.22	17.07
142	18.93	20.29	22.54	23.00	23.03	23.32	22.70	20.34	20.06	20.16	17.06
143	18.90	20.24	22.48	22.95	22.97	23.26	22.65	20.29	20.02	20.11	17.04
144	18.87	20.19	22.43	22.90	22.91	23.20	22.61	20.25	19.99	20.05	17.03
145	18.83	20.15	22.37	22.84	22.86	23.15	22.56	20.20	19.95	19.99	17.01
146	18.80	20.10	22.32	22.79	22.80	23.09	22.52	20.15	19.91	19.94	17.00
147	18.77	20.05	22.26	22.73	22.75	23.03	22.47	20.10	19.87	19.88	16.99
148	18.74	20.00	22.20	22.68	22.69	22.97	22.42	20.06	19.84	19.83	16.97
149	18.70	19.96	22.15	22.62	22.64	22.91	22.38	20.01	19.80	19.77	16.96
150	18.67	19.91	22.09	22.57	22.58	22.85	22.33	19.96	19.76	19.71	16.94
151	18.64	19.86	22.04	22.52	22.53	22.79	22.28	19.91	19.73	19.66	16.93
152	18.61	19.81	21.98	22.46	22.47	22.74	22.24	19.87	19.69	19.60	16.91
153	18.57	19.77	21.92	22.41	22.42	22.68	22.19	19.82	19.65	19.54	16.90
154	18.54	19.72	21.87	22.35	22.36	22.62	22.15	19.77	19.61	19.49	16.89
155	18.51	19.67	21.81	22.30	22.31	22.56	22.10	19.72	19.58	19.43	16.87
156	18.48	19.63	21.76	22.25	22.25	22.50	22.05	19.68	19.54	19.37	16.86
157	18.44	19.58	21.70	22.19	22.20	22.44	22.01	19.63	19.50	19.32	16.84
158	18.41	19.53	21.65	22.14	22.14	22.38	21.96	19.58	19.47	19.26	16.83
159	18.38	19.49	21.59	22.09	22.08	22.33	21.92	19.54	19.43	19.20	16.82
160	18.35	19.44	21.54	22.03	22.03	22.27	21.87	19.49	19.39	19.15	16.80
161	18.31	19.39	21.48	21.98	21.97	22.21	21.83	19.44	19.35	19.09	16.79
162	18.28	19.35	21.43	21.93	21.92	22.15	21.78	19.40	19.32	19.03	16.77
163	18.25	19.30	21.37	21.87	21.87	22.09	21.73	19.35	19.28	18.98	16.76
164	18.22	19.25	21.32	21.82	21.81	22.04	21.69	19.30	19.24	18.92	16.74
165	18.18	19.21	21.26	21.77	21.76	21.98	21.64	19.26	19.20	18.86	16.73
166	18.15	19.16	21.21	21.71	21.70	21.92	21.60	19.21	19.17	18.81	16.72
167	18.12	19.11	21.15	21.66	21.65	21.86	21.55	19.16	19.13	18.75	16.70
168	18.09	19.07	21.10	21.61	21.59	21.80	21.51	19.12	19.09	18.70	16.69
169	18.05	19.02	21.04	21.55	21.54	21.75	21.46	19.07	19.05	18.64	16.67
170	18.02	18.98	20.99	21.50	21.48	21.69	21.41	19.02	19.02	18.58	16.66
171	17.99	18.93	20.93	21.45	21.43	21.63	21.37	18.98	18.98	18.53	16.65
172	17.95	18.88	20.88	21.40	21.37	21.57	21.32	18.93	18.94	18.47	16.63
173	17.92	18.84	20.83	21.34	21.32	21.52	21.28	18.88	18.90	18.41	16.62
174	17.89	18.79	20.77	21.29	21.26	21.46	21.23	18.84	18.87	18.36	16.60
175	17.86	18.75	20.72	21.24	21.21	21.40	21.19	18.79	18.83	18.30	16.59

Anexo 6: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 176 - 210.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
176	17.82	18.70	20.66	21.18	21.16	21.34	21.14	18.75	18.79	18.25	16.58
177	17.79	18.66	20.61	21.13	21.10	21.29	21.10	18.70	18.76	18.19	16.56
178	17.76	18.61	20.56	21.08	21.05	21.23	21.05	18.65	18.72	18.13	16.55
179	17.73	18.57	20.50	21.03	20.99	21.17	21.01	18.61	18.68	18.08	16.54
180	17.69	18.52	20.45	20.98	20.94	21.12	20.96	18.56	18.64	18.02	16.52
181	17.66	18.47	20.39	20.92	20.89	21.06	20.92	18.52	18.61	17.97	16.51
182	17.63	18.43	20.34	20.87	20.83	21.00	20.87	18.47	18.57	17.91	16.49
183	17.59	18.38	20.29	20.82	20.78	20.94	20.83	18.43	18.53	17.86	16.48
184	17.56	18.34	20.23	20.77	20.73	20.89	20.78	18.38	18.50	17.80	16.47
185	17.53	18.29	20.18	20.72	20.67	20.83	20.74	18.34	18.46	17.74	16.45
186	17.50	18.25	20.13	20.66	20.62	20.78	20.69	18.29	18.42	17.69	16.44
187	17.46	18.20	20.08	20.61	20.56	20.72	20.65	18.25	18.38	17.63	16.42
188	17.43	18.16	20.02	20.56	20.51	20.66	20.60	18.20	18.35	17.58	16.41
189	17.40	18.11	19.97	20.51	20.46	20.61	20.56	18.16	18.31	17.52	16.40
190	17.37	18.07	19.92	20.46	20.41	20.55	20.52	18.11	18.27	17.47	16.38
191	17.33	18.03	19.86	20.41	20.35	20.49	20.47	18.07	18.24	17.41	16.37
192	17.30	17.98	19.81	20.35	20.30	20.44	20.43	18.02	18.20	17.36	16.36
193	17.27	17.94	19.76	20.30	20.25	20.38	20.38	17.98	18.16	17.30	16.34
194	17.24	17.89	19.71	20.25	20.19	20.33	20.34	17.93	18.13	17.25	16.33
195	17.20	17.85	19.65	20.20	20.14	20.27	20.29	17.89	18.09	17.19	16.31
196	17.17	17.80	19.60	20.15	20.09	20.21	20.25	17.84	18.05	17.14	16.30
197	17.14	17.76	19.55	20.10	20.04	20.16	20.21	17.80	18.01	17.08	16.29
198	17.11	17.72	19.50	20.05	19.98	20.10	20.16	17.75	17.98	17.03	16.27
199	17.07	17.67	19.45	20.00	19.93	20.05	20.12	17.71	17.94	16.98	16.26
200	17.04	17.63	19.39	19.95	19.88	19.99	20.07	17.66	17.90	16.92	16.25
201	17.01	17.58	19.34	19.90	19.83	19.94	20.03	17.62	17.87	16.87	16.23
202	16.98	17.54	19.29	19.85	19.77	19.88	19.99	17.58	17.83	16.81	16.22
203	16.94	17.50	19.24	19.80	19.72	19.83	19.94	17.53	17.79	16.76	16.21
204	16.91	17.45	19.19	19.74	19.67	19.77	19.90	17.49	17.76	16.70	16.19
205	16.88	17.41	19.14	19.69	19.62	19.72	19.86	17.44	17.72	16.65	16.18
206	16.85	17.37	19.08	19.64	19.57	19.66	19.81	17.40	17.68	16.60	16.16
207	16.81	17.32	19.03	19.59	19.51	19.61	19.77	17.36	17.65	16.54	16.15
208	16.78	17.28	18.98	19.54	19.46	19.55	19.73	17.31	17.61	16.49	16.14
209	16.75	17.24	18.93	19.49	19.41	19.50	19.68	17.27	17.57	16.44	16.12
210	16.72	17.19	18.88	19.44	19.36	19.44	19.64	17.23	17.54	16.38	16.11

Anexo 7: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 211- 245.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
211	16.68	17.15	18.83	19.39	19.31	19.39	19.60	17.18	17.50	16.33	16.10
212	16.65	17.11	18.78	19.35	19.26	19.34	19.55	17.14	17.47	16.28	16.08
213	16.62	17.07	18.73	19.30	19.21	19.28	19.51	17.10	17.43	16.22	16.07
214	16.59	17.02	18.68	19.25	19.15	19.23	19.47	17.05	17.39	16.17	16.06
215	16.55	16.98	18.63	19.20	19.10	19.17	19.42	17.01	17.36	16.12	16.04
216	16.52	16.94	18.58	19.15	19.05	19.12	19.38	16.97	17.32	16.07	16.03
217	16.49	16.89	18.53	19.10	19.00	19.07	19.34	16.92	17.28	16.01	16.02
218	16.46	16.85	18.48	19.05	18.95	19.01	19.30	16.88	17.25	15.96	16.00
219	16.43	16.81	18.43	19.00	18.90	18.96	19.25	16.84	17.21	15.91	15.99
220	16.39	16.77	18.38	18.95	18.85	18.91	19.21	16.80	17.18	15.85	15.97
221	16.36	16.73	18.33	18.90	18.80	18.85	19.17	16.75	17.14	15.80	15.96
222	16.33	16.68	18.28	18.85	18.75	18.80	19.12	16.71	17.10	15.75	15.95
223	16.30	16.64	18.23	18.81	18.70	18.75	19.08	16.67	17.07	15.70	15.93
224	16.27	16.60	18.18	18.76	18.65	18.69	19.04	16.63	17.03	15.65	15.92
225	16.23	16.56	18.13	18.71	18.60	18.64	19.00	16.58	17.00	15.59	15.91
226	16.20	16.52	18.08	18.66	18.55	18.59	18.96	16.54	16.96	15.54	15.89
227	16.17	16.47	18.03	18.61	18.50	18.54	18.91	16.50	16.92	15.49	15.88
228	16.14	16.43	17.98	18.56	18.45	18.48	18.87	16.46	16.89	15.44	15.87
229	16.11	16.39	17.93	18.52	18.40	18.43	18.83	16.41	16.85	15.39	15.85
230	16.07	16.35	17.88	18.47	18.35	18.38	18.79	16.37	16.82	15.34	15.84
231	16.04	16.31	17.84	18.42	18.30	18.33	18.75	16.33	16.78	15.29	15.83
232	16.01	16.27	17.79	18.37	18.25	18.27	18.70	16.29	16.75	15.23	15.81
233	15.98	16.23	17.74	18.32	18.20	18.22	18.66	16.25	16.71	15.18	15.80
234	15.95	16.19	17.69	18.28	18.15	18.17	18.62	16.21	16.68	15.13	15.79
235	15.92	16.14	17.64	18.23	18.10	18.12	18.58	16.16	16.64	15.08	15.77
236	15.88	16.10	17.59	18.18	18.05	18.07	18.54	16.12	16.60	15.03	15.76
237	15.85	16.06	17.55	18.13	18.00	18.02	18.50	16.08	16.57	14.98	15.75
238	15.82	16.02	17.50	18.09	17.95	17.96	18.45	16.04	16.53	14.93	15.73
239	15.79	15.98	17.45	18.04	17.91	17.91	18.41	16.00	16.50	14.88	15.72
240	15.76	15.94	17.40	17.99	17.86	17.86	18.37	15.96	16.46	14.83	15.71
241	15.73	15.90	17.35	17.95	17.81	17.81	18.33	15.92	16.43	14.78	15.70
242	15.70	15.86	17.31	17.90	17.76	17.76	18.29	15.88	16.39	14.73	15.68
243	15.66	15.82	17.26	17.85	17.71	17.71	18.25	15.84	16.36	14.68	15.67
244	15.63	15.78	17.21	17.81	17.66	17.66	18.21	15.80	16.32	14.63	15.66
245	15.60	15.74	17.16	17.76	17.62	17.61	18.17	15.76	16.29	14.58	15.64

Anexo 8: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 246 - 280.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
246	15.57	15.70	17.12	17.71	17.57	17.56	18.13	15.71	16.25	14.53	15.63
247	15.54	15.66	17.07	17.67	17.52	17.51	18.08	15.67	16.22	14.48	15.62
248	15.51	15.62	17.02	17.62	17.47	17.46	18.04	15.63	16.18	14.43	15.60
249	15.48	15.58	16.98	17.57	17.42	17.41	18.00	15.59	16.15	14.38	15.59
250	15.45	15.54	16.93	17.53	17.38	17.36	17.96	15.55	16.11	14.34	15.58
251	15.41	15.50	16.88	17.48	17.33	17.31	17.92	15.51	16.08	14.29	15.56
252	15.38	15.46	16.84	17.44	17.28	17.26	17.88	15.47	16.05	14.24	15.55
253	15.35	15.42	16.79	17.39	17.23	17.21	17.84	15.43	16.01	14.19	15.54
254	15.32	15.38	16.74	17.35	17.19	17.16	17.80	15.39	15.98	14.14	15.52
255	15.29	15.34	16.70	17.30	17.14	17.11	17.76	15.35	15.94	14.09	15.51
256	15.26	15.30	16.65	17.25	17.09	17.06	17.72	15.31	15.91	14.04	15.50
257	15.23	15.26	16.60	17.21	17.05	17.01	17.68	15.27	15.87	14.00	15.49
258	15.20	15.22	16.56	17.16	17.00	16.96	17.64	15.23	15.84	13.95	15.47
259	15.17	15.19	16.51	17.12	16.95	16.91	17.60	15.20	15.80	13.90	15.46
260	15.14	15.15	16.47	17.07	16.91	16.86	17.56	15.16	15.77	13.85	15.45
261	15.11	15.11	16.42	17.03	16.86	16.81	17.52	15.12	15.74	13.81	15.43
262	15.08	15.07	16.38	16.98	16.81	16.76	17.48	15.08	15.70	13.76	15.42
263	15.04	15.03	16.33	16.94	16.77	16.71	17.44	15.04	15.67	13.71	15.41
264	15.01	14.99	16.29	16.89	16.72	16.67	17.40	15.00	15.63	13.66	15.39
265	14.98	14.95	16.24	16.85	16.67	16.62	17.36	14.96	15.60	13.62	15.38
266	14.95	14.91	16.20	16.80	16.63	16.57	17.32	14.92	15.57	13.57	15.37
267	14.92	14.88	16.15	16.76	16.58	16.52	17.28	14.88	15.53	13.52	15.36
268	14.89	14.84	16.11	16.72	16.54	16.47	17.25	14.84	15.50	13.48	15.34
269	14.86	14.80	16.06	16.67	16.49	16.42	17.21	14.81	15.46	13.43	15.33
270	14.83	14.76	16.02	16.63	16.44	16.38	17.17	14.77	15.43	13.38	15.32
271	14.80	14.72	15.97	16.58	16.40	16.33	17.13	14.73	15.40	13.34	15.30
272	14.77	14.69	15.93	16.54	16.35	16.28	17.09	14.69	15.36	13.29	15.29
273	14.74	14.65	15.88	16.50	16.31	16.23	17.05	14.65	15.33	13.24	15.28
274	14.71	14.61	15.84	16.45	16.26	16.19	17.01	14.61	15.30	13.20	15.27
275	14.68	14.57	15.79	16.41	16.22	16.14	16.97	14.58	15.26	13.15	15.25
276	14.65	14.54	15.75	16.36	16.17	16.09	16.93	14.54	15.23	13.11	15.24
277	14.62	14.50	15.71	16.32	16.13	16.04	16.89	14.50	15.20	13.06	15.23
278	14.59	14.46	15.66	16.28	16.08	16.00	16.86	14.46	15.16	13.01	15.21
279	14.56	14.42	15.62	16.23	16.04	15.95	16.82	14.42	15.13	12.97	15.20
280	14.53	14.39	15.58	16.19	15.99	15.90	16.78	14.39	15.10	12.92	15.19

Anexo 9: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo al modelo de Wood - Rancho Bali Huancavelica días 281 - 305.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9	Parto 10	Parto 11
281	14.50	14.35	15.53	16.15	15.95	15.86	16.74	14.35	15.06	12.88	15.18
282	14.47	14.31	15.49	16.11	15.91	15.81	16.70	14.31	15.03	12.83	15.16
283	14.44	14.28	15.44	16.06	15.86	15.76	16.66	14.27	15.00	12.79	15.15
284	14.41	14.24	15.40	16.02	15.82	15.72	16.63	14.24	14.96	12.74	15.14
285	14.38	14.20	15.36	15.98	15.77	15.67	16.59	14.20	14.93	12.70	15.12
286	14.35	14.16	15.32	15.93	15.73	15.63	16.55	14.16	14.90	12.65	15.11
287	14.32	14.13	15.27	15.89	15.68	15.58	16.51	14.13	14.87	12.61	15.10
288	14.29	14.09	15.23	15.85	15.64	15.53	16.47	14.09	14.83	12.57	15.09
289	14.26	14.06	15.19	15.81	15.60	15.49	16.44	14.05	14.80	12.52	15.07
290	14.23	14.02	15.14	15.77	15.55	15.44	16.40	14.01	14.77	12.48	15.06
291	14.20	13.98	15.10	15.72	15.51	15.40	16.36	13.98	14.73	12.43	15.05
292	14.17	13.95	15.06	15.68	15.47	15.35	16.32	13.94	14.70	12.39	15.04
293	14.15	13.91	15.02	15.64	15.42	15.31	16.29	13.90	14.67	12.35	15.02
294	14.12	13.87	14.98	15.60	15.38	15.26	16.25	13.87	14.64	12.30	15.01
295	14.09	13.84	14.93	15.56	15.34	15.22	16.21	13.83	14.61	12.26	15.00
296	14.06	13.80	14.89	15.51	15.29	15.17	16.17	13.80	14.57	12.22	14.98
297	14.03	13.77	14.85	15.47	15.25	15.13	16.14	13.76	14.54	12.17	14.97
298	14.00	13.73	14.81	15.43	15.21	15.08	16.10	13.72	14.51	12.13	14.96
299	13.97	13.70	14.77	15.39	15.17	15.04	16.06	13.69	14.48	12.09	14.95
300	13.94	13.66	14.72	15.35	15.12	14.99	16.03	13.65	14.44	12.04	14.93
301	13.91	13.62	14.68	15.31	15.08	14.95	15.99	13.62	14.41	12.00	14.92
302	13.88	13.59	14.64	15.27	15.04	14.90	15.95	13.58	14.38	11.96	14.91
303	13.85	13.55	14.60	15.23	15.00	14.86	15.92	13.54	14.35	11.92	14.90
304	13.83	13.52	14.56	15.18	14.95	14.82	15.88	13.51	14.32	11.87	14.88
305	13.80	13.48	14.52	15.14	14.91	14.77	15.84	13.47	14.28	11.83	14.87

Anexo 10: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha dias 1 - 35.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
1	19.77	24.12	20.03	18.56	19.68	16.67	20.23	18.87	16.53
2	21.08	25.28	22.36	21.11	22.21	19.78	21.89	20.39	18.32
3	21.87	25.96	23.82	22.74	23.80	21.82	22.89	21.31	19.43
4	22.43	26.44	24.89	23.94	24.98	23.36	23.62	21.98	20.24
5	22.86	26.81	25.74	24.90	25.91	24.61	24.18	22.50	20.88
6	23.21	27.10	26.44	25.70	26.68	25.65	24.64	22.93	21.40
7	23.51	27.35	27.03	26.39	27.33	26.55	25.02	23.29	21.84
8	23.76	27.56	27.55	26.98	27.90	27.34	25.35	23.60	22.22
9	23.97	27.74	28.00	27.50	28.40	28.04	25.63	23.87	22.56
10	24.16	27.89	28.41	27.97	28.84	28.66	25.88	24.11	22.85
11	24.33	28.03	28.77	28.39	29.24	29.23	26.10	24.32	23.11
12	24.48	28.15	29.10	28.78	29.60	29.74	26.30	24.52	23.35
13	24.61	28.26	29.40	29.13	29.92	30.21	26.48	24.69	23.56
14	24.73	28.36	29.67	29.45	30.22	30.64	26.64	24.85	23.75
15	24.84	28.44	29.92	29.74	30.50	31.04	26.79	25.00	23.93
16	24.94	28.52	30.15	30.01	30.75	31.41	26.92	25.13	24.09
17	25.03	28.59	30.36	30.27	30.98	31.75	27.04	25.26	24.23
18	25.11	28.66	30.56	30.50	31.19	32.06	27.15	25.37	24.37
19	25.19	28.72	30.74	30.72	31.39	32.35	27.25	25.48	24.49
20	25.26	28.77	30.91	30.92	31.57	32.63	27.34	25.58	24.61
21	25.32	28.82	31.07	31.11	31.74	32.88	27.43	25.67	24.71
22	25.38	28.86	31.22	31.29	31.90	33.12	27.51	25.75	24.81
23	25.43	28.90	31.36	31.45	32.04	33.34	27.58	25.83	24.90
24	25.47	28.93	31.49	31.61	32.18	33.54	27.64	25.91	24.98
25	25.52	28.97	31.61	31.75	32.31	33.74	27.70	25.98	25.06
26	25.56	29.00	31.72	31.89	32.43	33.92	27.76	26.04	25.13
27	25.59	29.02	31.82	32.01	32.54	34.08	27.81	26.10	25.20
28	25.63	29.04	31.92	32.13	32.64	34.24	27.85	26.16	25.26
29	25.66	29.06	32.01	32.25	32.73	34.39	27.89	26.21	25.31
30	25.68	29.08	32.10	32.35	32.82	34.52	27.93	26.26	25.36
31	25.71	29.10	32.18	32.45	32.90	34.65	27.96	26.30	25.41
32	25.73	29.11	32.25	32.54	32.98	34.77	27.99	26.35	25.45
33	25.75	29.12	32.32	32.63	33.05	34.88	28.02	26.39	25.49
34	25.76	29.13	32.39	32.71	33.12	34.98	28.05	26.42	25.53
35	25.78	29.14	32.45	32.79	33.18	35.08	28.07	26.46	25.56

Anexo 11: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha 36 - 70.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
36	25.79	29.15	32.51	32.86	33.23	35.17	28.09	26.49	25.59
37	25.80	29.15	32.56	32.92	33.28	35.25	28.10	26.52	25.61
38	25.81	29.16	32.61	32.99	33.33	35.33	28.12	26.55	25.64
39	25.82	29.16	32.66	33.04	33.37	35.40	28.13	26.57	25.66
40	25.82	29.16	32.70	33.10	33.41	35.46	28.14	26.60	25.67
41	25.83	29.16	32.74	33.15	33.45	35.52	28.15	26.62	25.69
42	25.83	29.16	32.77	33.19	33.48	35.57	28.15	26.64	25.70
43	25.83	29.15	32.80	33.23	33.51	35.62	28.15	26.66	25.71
44	25.83	29.15	32.83	33.27	33.53	35.66	28.16	26.67	25.72
45	25.83	29.14	32.86	33.31	33.55	35.70	28.16	26.69	25.73
46	25.82	29.14	32.89	33.34	33.57	35.73	28.15	26.70	25.73
47	25.82	29.13	32.91	33.37	33.59	35.76	28.15	26.72	25.74
48	25.82	29.12	32.93	33.40	33.60	35.79	28.15	26.73	25.74
49	25.81	29.11	32.94	33.42	33.61	35.81	28.14	26.74	25.74
50	25.80	29.10	32.96	33.45	33.62	35.83	28.13	26.74	25.73
51	25.79	29.09	32.97	33.46	33.63	35.84	28.12	26.75	25.73
52	25.78	29.08	32.98	33.48	33.63	35.85	28.11	26.76	25.72
53	25.77	29.07	32.99	33.50	33.63	35.86	28.10	26.76	25.72
54	25.76	29.06	33.00	33.51	33.63	35.87	28.09	26.77	25.71
55	25.75	29.04	33.00	33.52	33.63	35.87	28.08	26.77	25.70
56	25.74	29.03	33.01	33.52	33.62	35.86	28.06	26.77	25.69
57	25.73	29.01	33.01	33.53	33.62	35.86	28.05	26.77	25.68
58	25.71	29.00	33.01	33.53	33.61	35.85	28.03	26.77	25.66
59	25.70	28.98	33.00	33.54	33.60	35.84	28.01	26.77	25.65
60	25.68	28.96	33.00	33.54	33.58	35.83	27.99	26.77	25.63
61	25.67	28.95	33.00	33.53	33.57	35.81	27.98	26.76	25.61
62	25.65	28.93	32.99	33.53	33.56	35.80	27.96	26.76	25.60
63	25.63	28.91	32.98	33.52	33.54	35.78	27.93	26.75	25.58
64	25.61	28.89	32.97	33.52	33.52	35.75	27.91	26.75	25.56
65	25.59	28.87	32.96	33.51	33.50	35.73	27.89	26.74	25.54
66	25.58	28.85	32.95	33.50	33.48	35.70	27.87	26.74	25.52
67	25.56	28.83	32.94	33.49	33.46	35.67	27.84	26.73	25.49
68	25.54	28.81	32.92	33.47	33.43	35.64	27.82	26.72	25.47
69	25.51	28.79	32.91	33.46	33.41	35.61	27.79	26.71	25.45
70	25.49	28.77	32.89	33.45	33.38	35.58	27.77	26.70	25.42

Anexo 12: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chinchá días 71 - 105.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
71	25.47	28.75	32.88	33.43	33.35	35.54	27.74	26.69	25.40
72	25.45	28.73	32.86	33.41	33.32	35.50	27.71	26.68	25.37
73	25.43	28.70	32.84	33.39	33.29	35.46	27.68	26.67	25.34
74	25.40	28.68	32.82	33.37	33.26	35.42	27.65	26.66	25.31
75	25.38	28.66	32.80	33.35	33.23	35.38	27.62	26.65	25.29
76	25.36	28.63	32.77	33.33	33.20	35.33	27.59	26.63	25.26
77	25.33	28.61	32.75	33.30	33.16	35.29	27.56	26.62	25.23
78	25.31	28.59	32.73	33.28	33.13	35.24	27.53	26.61	25.20
79	25.28	28.56	32.70	33.25	33.09	35.19	27.50	26.59	25.16
80	25.26	28.54	32.68	33.22	33.05	35.14	27.47	26.58	25.13
81	25.23	28.51	32.65	33.20	33.02	35.09	27.44	26.56	25.10
82	25.20	28.49	32.62	33.17	32.98	35.03	27.41	26.55	25.07
83	25.18	28.46	32.59	33.14	32.94	34.98	27.37	26.53	25.03
84	25.15	28.43	32.56	33.11	32.90	34.92	27.34	26.51	25.00
85	25.12	28.41	32.53	33.08	32.86	34.87	27.30	26.49	24.97
86	25.10	28.38	32.50	33.04	32.81	34.81	27.27	26.48	24.93
87	25.07	28.36	32.47	33.01	32.77	34.75	27.24	26.46	24.90
88	25.04	28.33	32.44	32.98	32.73	34.69	27.20	26.44	24.86
89	25.01	28.30	32.41	32.94	32.68	34.63	27.17	26.42	24.82
90	24.98	28.27	32.38	32.91	32.64	34.57	27.13	26.40	24.79
91	24.95	28.25	32.34	32.87	32.59	34.51	27.09	26.38	24.75
92	24.93	28.22	32.31	32.83	32.55	34.44	27.06	26.36	24.71
93	24.90	28.19	32.27	32.80	32.50	34.38	27.02	26.34	24.68
94	24.87	28.16	32.24	32.76	32.45	34.31	26.98	26.32	24.64
95	24.84	28.13	32.20	32.72	32.41	34.25	26.94	26.30	24.60
96	24.81	28.11	32.16	32.68	32.36	34.18	26.91	26.28	24.56
97	24.78	28.08	32.13	32.64	32.31	34.11	26.87	26.26	24.52
98	24.75	28.05	32.09	32.60	32.26	34.04	26.83	26.24	24.48
99	24.72	28.02	32.05	32.56	32.21	33.97	26.79	26.22	24.44
100	24.68	27.99	32.01	32.51	32.16	33.90	26.75	26.19	24.40
101	24.65	27.96	31.97	32.47	32.11	33.83	26.71	26.17	24.36
102	24.62	27.93	31.94	32.43	32.05	33.76	26.67	26.15	24.32
103	24.59	27.90	31.90	32.38	32.00	33.69	26.63	26.13	24.28
104	24.56	27.87	31.85	32.34	31.95	33.61	26.60	26.10	24.24
105	24.53	27.84	31.81	32.30	31.90	33.54	26.55	26.08	24.20

Anexo 13: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha dias 106 - 140.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
106	24.50	27.81	31.77	32.25	31.84	33.47	26.51	26.05	24.15
107	24.46	27.78	31.73	32.20	31.79	33.39	26.47	26.03	24.11
108	24.43	27.75	31.69	32.16	31.74	33.32	26.43	26.01	24.07
109	24.40	27.72	31.65	32.11	31.68	33.24	26.39	25.98	24.03
110	24.37	27.69	31.60	32.06	31.63	33.16	26.35	25.96	23.98
111	24.33	27.66	31.56	32.02	31.57	33.09	26.31	25.93	23.94
112	24.30	27.63	31.52	31.97	31.51	33.01	26.27	25.91	23.90
113	24.27	27.59	31.47	31.92	31.46	32.93	26.23	25.88	23.85
114	24.23	27.56	31.43	31.87	31.40	32.85	26.18	25.86	23.81
115	24.20	27.53	31.38	31.82	31.35	32.77	26.14	25.83	23.77
116	24.17	27.50	31.34	31.77	31.29	32.69	26.10	25.80	23.72
117	24.13	27.47	31.29	31.72	31.23	32.61	26.06	25.78	23.68
118	24.10	27.44	31.25	31.67	31.17	32.53	26.02	25.75	23.63
119	24.07	27.41	31.20	31.62	31.12	32.45	25.97	25.72	23.59
120	24.03	27.37	31.16	31.57	31.06	32.37	25.93	25.70	23.54
121	24.00	27.34	31.11	31.52	31.00	32.29	25.89	25.67	23.50
122	23.96	27.31	31.06	31.47	30.94	32.21	25.84	25.64	23.45
123	23.93	27.28	31.02	31.42	30.88	32.13	25.80	25.62	23.41
124	23.89	27.25	30.97	31.36	30.82	32.05	25.76	25.59	23.36
125	23.86	27.21	30.92	31.31	30.76	31.96	25.71	25.56	23.32
126	23.83	27.18	30.88	31.26	30.70	31.88	25.67	25.53	23.27
127	23.79	27.15	30.83	31.21	30.64	31.80	25.63	25.51	23.23
128	23.76	27.12	30.78	31.15	30.58	31.71	25.58	25.48	23.18
129	23.72	27.08	30.73	31.10	30.52	31.63	25.54	25.45	23.13
130	23.69	27.05	30.68	31.04	30.46	31.55	25.49	25.42	23.09
131	23.65	27.02	30.63	30.99	30.40	31.46	25.45	25.39	23.04
132	23.62	26.98	30.58	30.94	30.34	31.38	25.41	25.36	22.99
133	23.58	26.95	30.54	30.88	30.28	31.29	25.36	25.33	22.95
134	23.55	26.92	30.49	30.83	30.22	31.21	25.32	25.31	22.90
135	23.51	26.89	30.44	30.77	30.15	31.12	25.27	25.28	22.85
136	23.48	26.85	30.39	30.72	30.09	31.04	25.23	25.25	22.81
137	23.44	26.82	30.34	30.66	30.03	30.95	25.18	25.22	22.76
138	23.40	26.79	30.29	30.60	29.97	30.86	25.14	25.19	22.71
139	23.37	26.75	30.24	30.55	29.91	30.78	25.09	25.16	22.67
140	23.33	26.72	30.19	30.49	29.84	30.69	25.05	25.13	22.62

Anexo 14: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha dias141 - 175.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
141	23.30	26.69	30.14	30.44	29.78	30.61	25.00	25.10	22.57
142	23.26	26.65	30.08	30.38	29.72	30.52	24.96	25.07	22.52
143	23.23	26.62	30.03	30.32	29.66	30.43	24.91	25.04	22.48
144	23.19	26.58	29.98	30.27	29.59	30.35	24.87	25.01	22.43
145	23.15	26.55	29.93	30.21	29.53	30.26	24.82	24.98	22.38
146	23.12	26.52	29.88	30.15	29.47	30.17	24.78	24.95	22.33
147	23.08	26.48	29.83	30.09	29.40	30.09	24.73	24.92	22.29
148	23.05	26.45	29.78	30.04	29.34	30.00	24.69	24.89	22.24
149	23.01	26.42	29.72	29.98	29.28	29.91	24.64	24.86	22.19
150	22.97	26.38	29.67	29.92	29.21	29.82	24.60	24.83	22.14
151	22.94	26.35	29.62	29.86	29.15	29.74	24.55	24.80	22.09
152	22.90	26.31	29.57	29.80	29.09	29.65	24.51	24.77	22.05
153	22.86	26.28	29.52	29.75	29.02	29.56	24.46	24.74	22.00
154	22.83	26.25	29.46	29.69	28.96	29.47	24.41	24.70	21.95
155	22.79	26.21	29.41	29.63	28.89	29.39	24.37	24.67	21.90
156	22.76	26.18	29.36	29.57	28.83	29.30	24.32	24.64	21.85
157	22.72	26.14	29.31	29.51	28.77	29.21	24.28	24.61	21.81
158	22.68	26.11	29.25	29.45	28.70	29.12	24.23	24.58	21.76
159	22.65	26.08	29.20	29.39	28.64	29.04	24.19	24.55	21.71
160	22.61	26.04	29.15	29.33	28.57	28.95	24.14	24.52	21.66
161	22.57	26.01	29.09	29.27	28.51	28.86	24.09	24.49	21.61
162	22.54	25.97	29.04	29.22	28.44	28.77	24.05	24.45	21.56
163	22.50	25.94	28.99	29.16	28.38	28.68	24.00	24.42	21.52
164	22.46	25.91	28.93	29.10	28.31	28.60	23.96	24.39	21.47
165	22.43	25.87	28.88	29.04	28.25	28.51	23.91	24.36	21.42
166	22.39	25.84	28.83	28.98	28.18	28.42	23.86	24.33	21.37
167	22.35	25.80	28.77	28.92	28.12	28.33	23.82	24.29	21.32
168	22.32	25.77	28.72	28.86	28.06	28.25	23.77	24.26	21.27
169	22.28	25.73	28.67	28.80	27.99	28.16	23.73	24.23	21.23
170	22.24	25.70	28.61	28.74	27.93	28.07	23.68	24.20	21.18
171	22.21	25.66	28.56	28.68	27.86	27.98	23.63	24.17	21.13
172	22.17	25.63	28.50	28.62	27.80	27.89	23.59	24.13	21.08
173	22.13	25.60	28.45	28.56	27.73	27.81	23.54	24.10	21.03
174	22.10	25.56	28.40	28.50	27.67	27.72	23.50	24.07	20.98
175	22.06	25.53	28.34	28.44	27.60	27.63	23.45	24.04	20.94

Anexo 15: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha 176 - 210.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
176	22.02	25.49	28.29	28.38	27.54	27.54	23.40	24.01	20.89
177	21.99	25.46	28.23	28.32	27.47	27.46	23.36	23.97	20.84
178	21.95	25.42	28.18	28.26	27.41	27.37	23.31	23.94	20.79
179	21.91	25.39	28.12	28.20	27.34	27.28	23.27	23.91	20.74
180	21.88	25.35	28.07	28.13	27.28	27.19	23.22	23.88	20.69
181	21.84	25.32	28.02	28.07	27.21	27.11	23.18	23.84	20.65
182	21.80	25.29	27.96	28.01	27.15	27.02	23.13	23.81	20.60
183	21.77	25.25	27.91	27.95	27.08	26.93	23.08	23.78	20.55
184	21.73	25.22	27.85	27.89	27.02	26.85	23.04	23.74	20.50
185	21.69	25.18	27.80	27.83	26.95	26.76	22.99	23.71	20.45
186	21.66	25.15	27.74	27.77	26.89	26.67	22.95	23.68	20.40
187	21.62	25.11	27.69	27.71	26.82	26.58	22.90	23.65	20.36
188	21.58	25.08	27.63	27.65	26.76	26.50	22.85	23.61	20.31
189	21.54	25.04	27.58	27.59	26.69	26.41	22.81	23.58	20.26
190	21.51	25.01	27.53	27.53	26.63	26.32	22.76	23.55	20.21
191	21.47	24.97	27.47	27.47	26.56	26.24	22.72	23.52	20.16
192	21.43	24.94	27.42	27.41	26.50	26.15	22.67	23.48	20.12
193	21.40	24.91	27.36	27.35	26.44	26.07	22.62	23.45	20.07
194	21.36	24.87	27.31	27.29	26.37	25.98	22.58	23.42	20.02
195	21.32	24.84	27.25	27.22	26.31	25.89	22.53	23.38	19.97
196	21.29	24.80	27.20	27.16	26.24	25.81	22.49	23.35	19.92
197	21.25	24.77	27.14	27.10	26.18	25.72	22.44	23.32	19.88
198	21.21	24.73	27.09	27.04	26.11	25.64	22.40	23.28	19.83
199	21.18	24.70	27.03	26.98	26.05	25.55	22.35	23.25	19.78
200	21.14	24.66	26.98	26.92	25.98	25.47	22.30	23.22	19.73
201	21.10	24.63	26.92	26.86	25.92	25.38	22.26	23.18	19.69
202	21.07	24.60	26.87	26.80	25.86	25.30	22.21	23.15	19.64
203	21.03	24.56	26.82	26.74	25.79	25.21	22.17	23.12	19.59
204	20.99	24.53	26.76	26.68	25.73	25.13	22.12	23.09	19.54
205	20.96	24.49	26.71	26.62	25.66	25.04	22.08	23.05	19.49
206	20.92	24.46	26.65	26.56	25.60	24.96	22.03	23.02	19.45
207	20.88	24.42	26.60	26.50	25.53	24.87	21.99	22.99	19.40
208	20.85	24.39	26.54	26.44	25.47	24.79	21.94	22.95	19.35
209	20.81	24.35	26.49	26.38	25.41	24.70	21.90	22.92	19.30
210	20.77	24.32	26.43	26.31	25.34	24.62	21.85	22.89	19.26
211	20.74	24.28	26.38	26.25	25.28	24.54	21.80	22.85	19.21

Anexo 16: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha dias 212 - 246.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
212	20.70	24.25	26.32	26.19	25.21	24.45	21.76	22.82	19.16
213	20.67	24.22	26.27	26.13	25.15	24.37	21.71	22.79	19.12
214	20.63	24.18	26.22	26.07	25.09	24.28	21.67	22.75	19.07
215	20.59	24.15	26.16	26.01	25.02	24.20	21.62	22.72	19.02
216	20.56	24.11	26.11	25.95	24.96	24.12	21.58	22.69	18.97
217	20.52	24.08	26.05	25.89	24.90	24.03	21.53	22.65	18.93
218	20.48	24.04	26.00	25.83	24.83	23.95	21.49	22.62	18.88
219	20.45	24.01	25.94	25.77	24.77	23.87	21.44	22.59	18.83
220	20.41	23.98	25.89	25.71	24.71	23.79	21.40	22.55	18.79
221	20.37	23.94	25.83	25.65	24.64	23.70	21.35	22.52	18.74
222	20.34	23.91	25.78	25.59	24.58	23.62	21.31	22.49	18.69
223	20.30	23.87	25.73	25.53	24.52	23.54	21.26	22.45	18.65
224	20.27	23.84	25.67	25.47	24.45	23.46	21.22	22.42	18.60
225	20.23	23.80	25.62	25.41	24.39	23.38	21.17	22.39	18.55
226	20.19	23.77	25.56	25.35	24.33	23.29	21.13	22.35	18.51
227	20.16	23.74	25.51	25.29	24.27	23.21	21.09	22.32	18.46
228	20.12	23.70	25.45	25.23	24.20	23.13	21.04	22.29	18.42
229	20.08	23.67	25.40	25.17	24.14	23.05	21.00	22.25	18.37
230	20.05	23.63	25.35	25.11	24.08	22.97	20.95	22.22	18.32
231	20.01	23.60	25.29	25.05	24.02	22.89	20.91	22.19	18.28
232	19.98	23.56	25.24	24.99	23.95	22.81	20.86	22.15	18.23
233	19.94	23.53	25.18	24.93	23.89	22.73	20.82	22.12	18.18
234	19.90	23.50	25.13	24.87	23.83	22.65	20.77	22.09	18.14
235	19.87	23.46	25.08	24.81	23.77	22.57	20.73	22.05	18.09
236	19.83	23.43	25.02	24.75	23.71	22.49	20.69	22.02	18.05
237	19.80	23.39	24.97	24.69	23.64	22.41	20.64	21.99	18.00
238	19.76	23.36	24.92	24.63	23.58	22.33	20.60	21.95	17.96
239	19.73	23.33	24.86	24.57	23.52	22.25	20.55	21.92	17.91
240	19.69	23.29	24.81	24.52	23.46	22.17	20.51	21.89	17.86
241	19.65	23.26	24.75	24.46	23.40	22.09	20.47	21.85	17.82
242	19.62	23.22	24.70	24.40	23.33	22.01	20.42	21.82	17.77
243	19.58	23.19	24.65	24.34	23.27	21.94	20.38	21.79	17.73
244	19.55	23.16	24.59	24.28	23.21	21.86	20.33	21.75	17.68
245	19.51	23.12	24.54	24.22	23.15	21.78	20.29	21.72	17.64
246	19.48	23.09	24.49	24.16	23.09	21.70	20.25	21.69	17.59

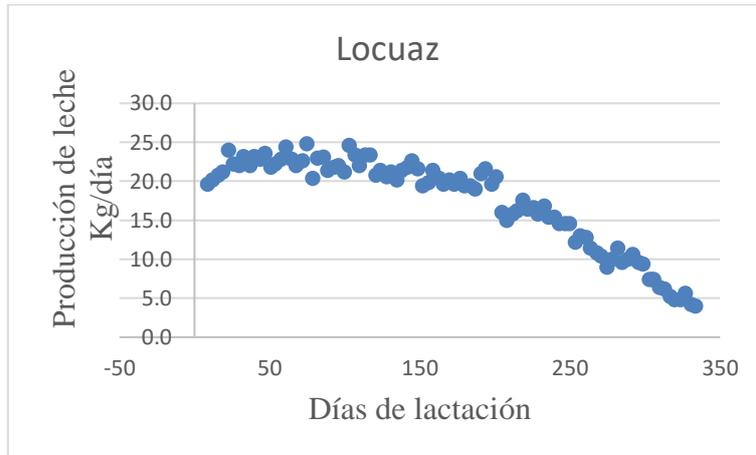
Anexo 17: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha dias 247 - 281.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
247	19.44	23.06	24.43	24.10	23.03	21.62	20.20	21.65	17.55
248	19.41	23.02	24.38	24.04	22.97	21.55	20.16	21.62	17.50
249	19.37	22.99	24.33	23.99	22.91	21.47	20.12	21.59	17.46
250	19.33	22.95	24.27	23.93	22.85	21.39	20.07	21.55	17.41
251	19.30	22.92	24.22	23.87	22.79	21.31	20.03	21.52	17.37
252	19.26	22.89	24.17	23.81	22.73	21.24	19.99	21.49	17.32
253	19.23	22.85	24.12	23.75	22.66	21.16	19.94	21.45	17.28
254	19.19	22.82	24.06	23.69	22.60	21.08	19.90	21.42	17.23
255	19.16	22.79	24.01	23.63	22.54	21.01	19.86	21.39	17.19
256	19.12	22.75	23.96	23.58	22.48	20.93	19.81	21.35	17.15
257	19.09	22.72	23.90	23.52	22.42	20.86	19.77	21.32	17.10
258	19.05	22.68	23.85	23.46	22.36	20.78	19.73	21.29	17.06
259	19.02	22.65	23.80	23.40	22.30	20.71	19.68	21.26	17.01
260	18.98	22.62	23.75	23.34	22.24	20.63	19.64	21.22	16.97
261	18.95	22.58	23.69	23.29	22.18	20.55	19.60	21.19	16.92
262	18.91	22.55	23.64	23.23	22.13	20.48	19.56	21.16	16.88
263	18.88	22.52	23.59	23.17	22.07	20.41	19.51	21.12	16.84
264	18.84	22.48	23.54	23.11	22.01	20.33	19.47	21.09	16.79
265	18.81	22.45	23.48	23.06	21.95	20.26	19.43	21.06	16.75
266	18.77	22.42	23.43	23.00	21.89	20.18	19.39	21.02	16.71
267	18.74	22.38	23.38	22.94	21.83	20.11	19.34	20.99	16.66
268	18.70	22.35	23.33	22.88	21.77	20.03	19.30	20.96	16.62
269	18.67	22.32	23.28	22.83	21.71	19.96	19.26	20.93	16.58
270	18.63	22.28	23.22	22.77	21.65	19.89	19.22	20.89	16.53
271	18.60	22.25	23.17	22.71	21.59	19.81	19.17	20.86	16.49
272	18.56	22.22	23.12	22.66	21.54	19.74	19.13	20.83	16.45
273	18.53	22.18	23.07	22.60	21.48	19.67	19.09	20.79	16.40
274	18.50	22.15	23.02	22.54	21.42	19.60	19.05	20.76	16.36
275	18.46	22.12	22.96	22.49	21.36	19.52	19.01	20.73	16.32
276	18.43	22.09	22.91	22.43	21.30	19.45	18.96	20.70	16.27
277	18.39	22.05	22.86	22.37	21.24	19.38	18.92	20.66	16.23
278	18.36	22.02	22.81	22.32	21.19	19.31	18.88	20.63	16.19
279	18.32	21.99	22.76	22.26	21.13	19.24	18.84	20.60	16.15
280	18.29	21.95	22.71	22.20	21.07	19.17	18.80	20.56	16.10
281	18.26	21.92	22.66	22.15	21.01	19.10	18.76	20.53	16.06

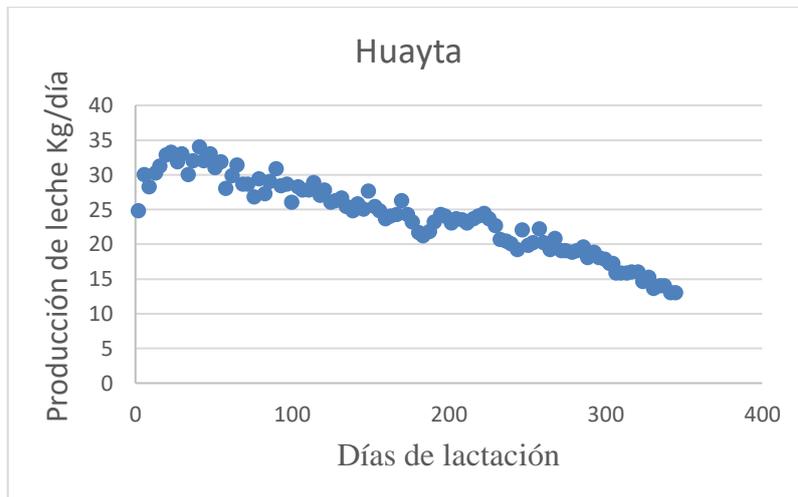
Anexo 18: Producciones diarias estimadas del primer hasta 305 días de acuerdo a modelo de Wood - Establo Bali Chincha dias 285 - 305.

Día	Parto 1	Parto 2	Parto 3	Parto 4	Parto 5	Parto 6	Parto 7	Parto 8	Parto 9
282	18.22	21.89	22.60	22.09	20.96	19.02	18.71	20.50	16.02
283	18.19	21.86	22.55	22.04	20.90	18.95	18.67	20.47	15.98
284	18.15	21.82	22.50	21.98	20.84	18.88	18.63	20.43	15.93
285	18.12	21.79	22.45	21.93	20.78	18.81	18.59	20.40	15.89
286	18.08	21.76	22.40	21.87	20.73	18.74	18.55	20.37	15.85
287	18.05	21.72	22.35	21.81	20.67	18.67	18.51	20.34	15.81
288	18.02	21.69	22.30	21.76	20.61	18.60	18.47	20.30	15.77
289	17.98	21.66	22.25	21.70	20.56	18.53	18.43	20.27	15.72
290	17.95	21.63	22.20	21.65	20.50	18.46	18.39	20.24	15.68
291	17.92	21.59	22.15	21.59	20.44	18.40	18.34	20.21	15.64
292	17.88	21.56	22.10	21.54	20.39	18.33	18.30	20.17	15.60
293	17.85	21.53	22.05	21.48	20.33	18.26	18.26	20.14	15.56
294	17.81	21.50	22.00	21.43	20.28	18.19	18.22	20.11	15.52
295	17.78	21.46	21.95	21.37	20.22	18.12	18.18	20.08	15.48
296	17.75	21.43	21.90	21.32	20.16	18.05	18.14	20.04	15.43
297	17.71	21.40	21.85	21.26	20.11	17.99	18.10	20.01	15.39
298	17.68	21.37	21.80	21.21	20.05	17.92	18.06	19.98	15.35
299	17.65	21.33	21.75	21.15	20.00	17.85	18.02	19.95	15.31
300	17.61	21.30	21.70	21.10	19.94	17.78	17.98	19.92	15.27
301	17.58	21.27	21.65	21.05	19.89	17.72	17.94	19.88	15.23
302	17.55	21.24	21.60	20.99	19.83	17.65	17.90	19.85	15.19
303	17.51	21.20	21.55	20.94	19.78	17.58	17.86	19.82	15.15
304	17.48	21.17	21.50	20.88	19.72	17.52	17.82	19.79	15.11
305	17.45	21.14	21.45	20.83	19.67	17.45	17.78	19.75	15.07

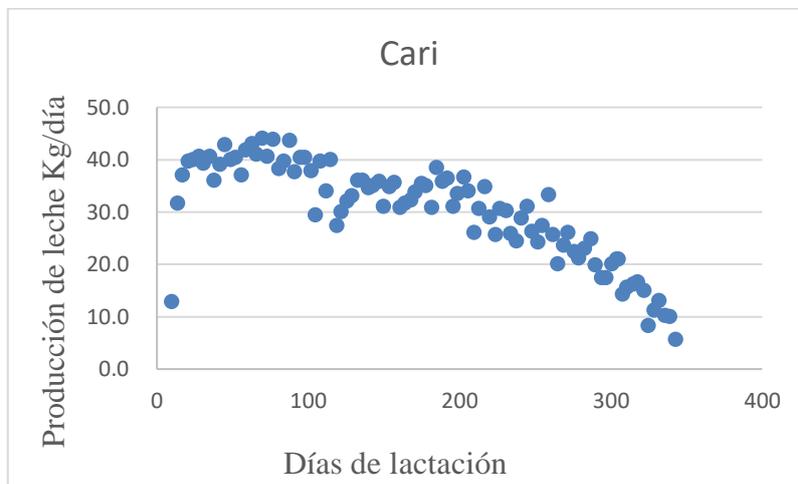
Anexo 19: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación óptima en el rancho Bali de Huancavelica



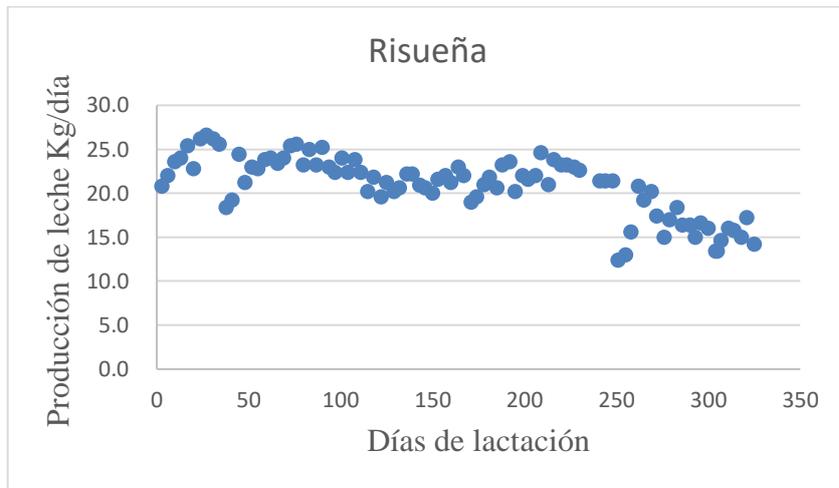
Anexo 20: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación óptima en el rancho Bali de Huancavelica.



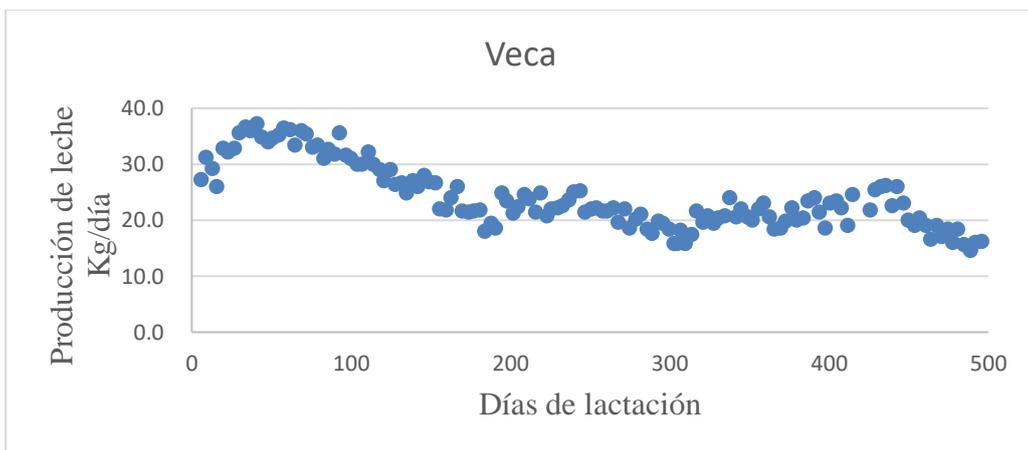
Anexo 21: Dispersión de puntos de una vaca de segundo parto con una curva de lactación óptima en el establo Bali de Chincha.



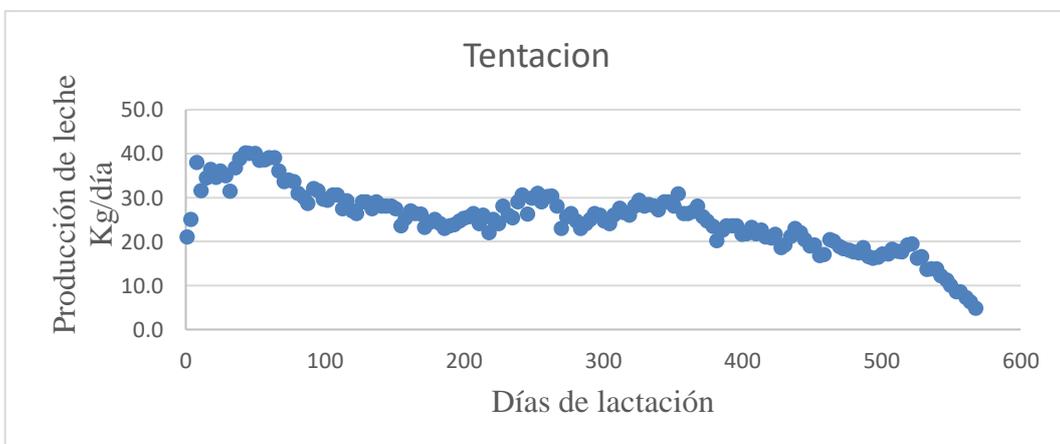
Anexo 22: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación fluctuante en el establo Bali de Chinchá.



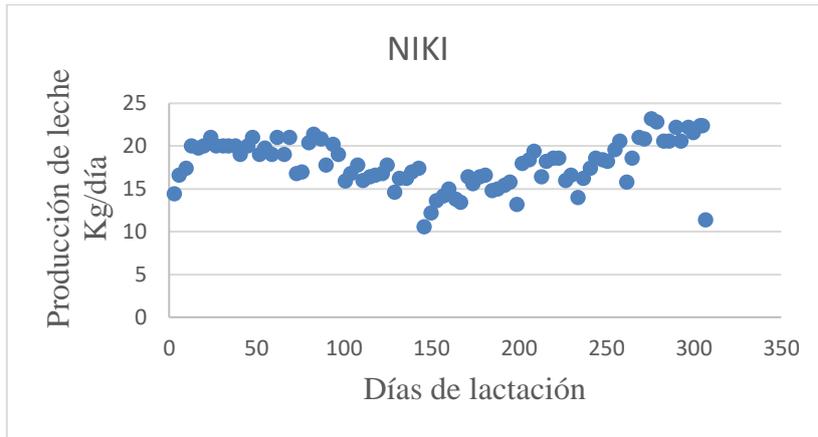
Anexo 23: Dispersión de puntos de una vaca de segundo parto con una curva de lactación fluctuante en el establo Bali de Chinchá.



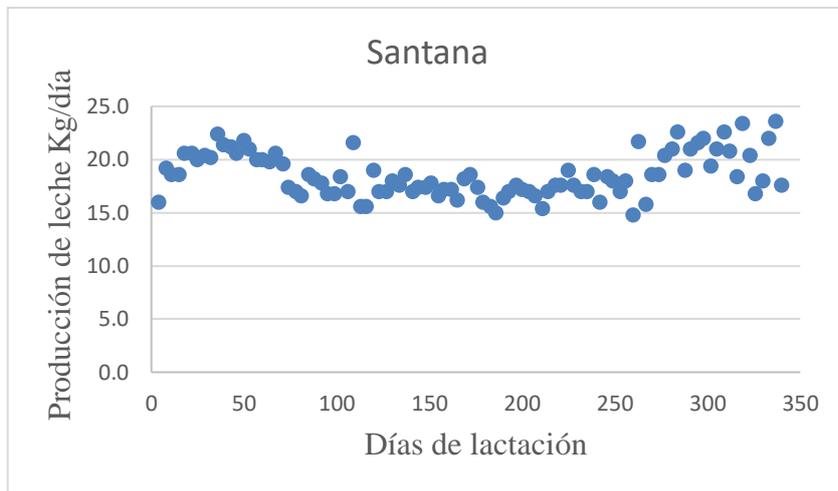
Anexo 24: Dispersión de puntos de una vaca de sexto parto con una curva de lactación fluctuante en el rancho Bali de Huancavelica.



Anexo 25: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación atípica en el rancho Bali de Huancavelica.



Anexo 26: Dispersión de puntos de una vaca de primer parto con una curva de lactación atípica en el rancho Bali de Huancavelica.



Anexo 27: Dispersión de puntos de una vaca de quinto parto con una curva de lactación atípica en el rancho Bali de Huancavelica.

