

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL**



**“CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS EN
BOVINOS MESTIZOS ORIENTADOS A LA PRODUCCIÓN DE
LECHE EN DOS ESTABLOS DE RIOBAMBA, ECUADOR”**

**Presentada por
LUIS ALFONSO CONDO PLAZA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN CIENCIA ANIMAL**

**Lima – Perú
2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL**

**“CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS EN
BOVINOS MESTIZOS ORIENTADOS A LA PRODUCCIÓN DE
LECHE EN DOS ESTABLOS DE RIOBAMBA, ECUADOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
*Doctoris Philosophiae (Ph.D.)***

**Presentada por:
Luis Alfonso Condo Plaza**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. María Elena Villanueva
PRESIDENTA

Ph.D. Gustavo Augusto Gutiérrez Reinoso
PATROCINADOR

Ph.D. Juan Chávez Cossío
MIEMBRO

Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez
MIEMBRO

Ph.D. Edgar Carlos Quispe Peña
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

La presente tesis, fruto del esfuerzo y sacrificio desplegado durante mi formación en el programa de *Doctoris Philosophiae* (PhD) en Ciencia Animal de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina (EPG-UNALM); la dedico, en primer lugar, a quienes me dieron la oportunidad de mirar la Luz de esta maravillosa vida; mis amados padres (Aurora y Leonidas †); quienes con su ejemplo inculcaron en mí que los objetivos y metas, se deben lograr oportunamente, teniendo en consideración los valores humanos; de la misma manera, la dedico a mi hijo Josué Isaías, hermanas/os (Laura, Piedad, Carmen, Hilda, Teresa y Carlos) y sobrinos (Andrés, Diego, Javier, David y Doménica). Este documento se ha podido elaborar como consecuencia del conocimiento adquirido de mis maestros docentes de posgrado, facilitadores, patrocinador y miembros del grupo de trabajo del posgrado; y el apoyo, permanentemente e incondicional de mis compañeros y amigos del Doctorado en Ciencia Animal, quienes con sus consejos y experiencias, han contribuido en hacer de mí una persona con sólidos conocimientos, los cuales me comprometo a difundir sin límite de clase social, grupo étnico, religioso, género, entre otros, en todo lugar donde desarrolle mis trabajo futuro.

Luis.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios todopoderoso por permitir continuar cumpliendo mis metas; de igual manera, a los fundadores de la UNALM) quienes impulsaron la Educación Superior en Lima y en el Perú; asimismo, agradecer a las principales autoridades de la UNALM, Rector Ph.D. Enrique Flores Mariazza; Consejo Académico de Posgrado; Coordinador del Programa de *Doctoris Philosophiae* en Ciencia Animal, docente y patrocinador de la tesis de grado Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso; Miembros: Ph.D. Juan Chávez Cossío; Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez, y miembro externo Ph.D. Edgar Quispe Peña; de la misma manera a los docentes que contribuyeron a mi programa de estudios: Ph.D. María Elena Villanueva, Ph.D. Dennis Chauca Francia y Ph.D. Alberto Barrón López. También dejo plasmado un agradecimiento al Consejo Politécnico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el cual me avaló académicamente para poder iniciar este camino que llega a feliz término. De la misma manera, a mis amigos Marcelo, Wilson y Maritza, quienes fueron soporte de conocimientos en el ir y venir de mi proceso formativo; finalmente, no podía dejar de agradecer a los propietarios de las ganaderías lecheras de Guayllabamba y de Balcashí quienes autorizaron utilizar sus semovientes para poder cumplir con mi meta de elaborar este trabajo de investigación, el cual redundará en la mejora de sus crías.

Luis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. GANADERÍA LECHERA EN EL ECUADOR.....	2
2.2. BOVINO CRIOLLO.....	3
2.3. BOVINO HOLSTEIN	4
2.4. BOVINO MESTIZO.....	4
2.5. CURVA DE PRODUCCIÓN DE LECHE.....	5
2.5.1. Factores que influyen las curvas de lactancia.....	6
a. Genéticos.....	6
b. No genéticos.....	7
2.6. MORFOLOGÍA DE LOS BOVINOS	9
2.6.1. Variables morfológicas.....	10
2.6.2. Índices morfológicos	13
a. Índices morfológicos de carácter general.....	13
b. Índices Craneométricos	13
d. Otros índices.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. LOCALIZACIÓN.....	16
3.2. DURACIÓN	17
3.3. DE LOS ANIMALES	17
3.3.1. Edad y número de parto de la madre de la vaquilla en estudio	17
3.3.2. Manejo de las vaquillas en los establos	18
3.4. VARIABLES DE ESTUDIO.....	18
3.4.1. Variables morfológicas.....	18
3.4.2. Índices morfológicos de las vaquillas.....	19
a. Índices morfológicos generales	19
b. Índices craneométricos	19
c. Índices de aptitud lechera.....	20
d. Otros índices.....	20
3.4.3. Peso y Producción lechera.....	20

3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
3.5.1.	Modelo lineal aditivo.....	21
3.5.2.	Curva de lactancia	21
3.5.3.	Asociación entre las medidas morfológicas y la producción de leche	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1.	VARIABLES MORFOLÓGICAS	23
4.1.1.	Alzadas de las vaquillas mestizas.....	23
4.1.2.	Longitudes de las vaquillas mestizas.....	27
4.1.3.	Ancho de las vaquillas mestizas	33
4.1.4.	Medidas de perímetro en vaquillas mestizas	35
4.1.5.	Índices morfológicos de vaquillas mestizas	38
a.	Índices morfológicos generales.....	38
b.	Índices craneométricos.....	40
c.	Índices de aptitud lechera.....	41
d.	Otros índices en vaquillas mestizas.....	43
4.2.	PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	47
4.2.1.	Peso de las vaquillas	47
4.2.2.	Peso relativo de los animales.....	47
4.2.3.	Días de lactancia.....	48
4.2.4.	Producción de leche.....	48
4.2.5.	Producción de leche ajustada a 305 días	49
4.3.	ASOCIACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	51
V.	CONCLUSIONES	52
VI.	RECOMENDACIONES	53
VII.	BIBLIOGRAFÍA	54
VIII.	ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Medidas morfológicas del bovino criollo y Holstein mestizo en América Latina	11
Tabla 2: Longitud y anchura cefálica en diferentes razas de bovinos	12
Tabla 3: Índices corporal y torácico en diferentes razas de bovinos	13
Tabla 4: Índices cefálicos (promedio \pm desviación estándar) en razas bovinas por sexo ...	14
Tabla 5: Índices de aptitud lechera de diferentes líneas genéticas de bovinos.....	14
Tabla 6: Índices de anamorfosis y dáctilo torácico en diferentes razas de bovinos	15
Tabla 7: Condiciones meteorológicas y geográficas de Guayllabamba y Balcashi	16
Tabla 8: Número de vaquillas por semestre de nacimiento y número de parto de la madre	17
Tabla 9: Alzadas corporales y profundidad en vaquillas mestizas según número de parto de la madre	23
Tabla 10: Longitudes corporales de vaquillas mestizas según número de parto de la madre	28
Tabla 11: Medidas de anchura de vaquillas mestizas según número de parto de la madre.	34
Tabla 12: Medidas de perímetro en vaquillas mestizas según número de parto de la madre	36
Tabla 13: Índices morfológicos generales de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre.....	39
Tabla 14: Índices craneométricos de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre	40
Tabla 15: Índices de aptitud lechera de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre	42
Tabla 16: Otros índices de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre	44
Tabla 17: Peso de vaquillas mestizas según número de parto de la madre.	48
Tabla 18: Parámetros productivos de las vacas mestizas de primera lactancia, nacidas en el primer semestre del año, según el número de parto de la madre.....	49
Tabla 19: Parámetros productivos de las vacas mestizas en de primera lactancia, nacidas en el segundo semestre del año, según el número de parto de la madre	49
Tabla 20: Coeficientes de la curva de lactancia de vacas mestizas de primer parto.	50
Tabla 21: Intercepto y coeficientes de regresión múltiple (C), según análisis Stepwise ajustado.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Mapa de la provincia de Chimborazo.	16
Figura 2: Medidas morfológicas de los bovinos.....	19
Figura 3: Alzada a la cruz de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.....	24
Figura 4: Alzada al dorso de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.....	25
Figura 5: Profundidad de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.....	25
Figura 6: Alzada a la grupa de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.....	26
Figura 7: Longitud occipito-coccígea a la pubertad de las vaquillas mestizas nacidas de madres de diferente número de parto.	28
Figura 8: Longitud ilio-isquiática a la pubertad de las vaquillas mestizas nacidas de madres de diferente número de parto.	29
Figura 9: Longitud codo-cruz de vaquillas mestizas Holstein x Criollo de Chimborazo, nacidas de madres de diferente número de parto.....	30
Figura 10: Longitud de la espalda de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.	31
Figura 11: Longitud del antebrazo de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.	32
Figura 12: Longitud del cuello de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.	33
Figura 13: Anchura inter-iliaca de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.....	35
Figura 14: Perímetro recto – torácico de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.	36
Figura 15: Perímetro abdominal de las vaquillas nacidas en diferente número de parto. ...	38
Figura 16: Índice corporal de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.	39
Figura 17: Índice facial de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.....	41
Figura 18: Índice dáctilo torácico de las vaquillas nacidas en diferente número de parto. .	43
Figura 19: Índice auricular/tórax de las vaquillas nacidas en diferente número de parto. ..	45
Figura 20: Coeficiente de proporcionalidad de las vaquillas según el parto de la madre. ..	46
Figura 21: Índice de anamorfosis de las vaquillas según el parto de la madre.....	47
Figura 22: Curva de lactancia de vacas mestizas en el primer parto.	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro de datos.

Anexo 2: Análisis de varianza de las variables medidas.

Anexo 3: Curva de producción en función del tiempo.

Anexo 4: Análisis de varianza método stepwise.

Anexo 5: Análisis de varianza método stepwise ajustado.

RESUMEN

El objetivo general del presente estudio fue determinar las características morfológicas y productivas de bovinos mestizos orientados a la producción lechera en dos establos en Riobamba, Ecuador. Los objetivos específicos fueron: 1) caracterizar los rasgos morfológicos de los bovinos, 2) determinar la producción de leche de la primera lactancia, y 3) asociar la producción de leche con las variables morfológicas. Se midieron 49 variables morfológicas y 5 productivas en 88 hembras bovinos al inicio de la reproducción, 70 del establo de Guayllabamba y 18 del establo de Balcashi. Para evaluar el efecto del semestre de nacimiento de la cría (enero – junio y julio - diciembre) y el número de parto de la madre (1, 2 y > 3) y su interacción, se utilizó un modelo aditivo lineal, análisis de varianza y pruebas de Tukey. Se modeló la curva de lactancia utilizando una regresión polinómica de quinto orden. Se utilizó los métodos Forward, Backward y Stepwise para establecer la asociación entre la producción de leche y las variables morfológicas, teniendo en cuenta ausencia de colinealidad. No hubo diferencias entre los semestres de nacimiento de las crías y significancia de su interacción con número de parto. Las crías de las vacas de más de 3 partos registraron los mayores valores para las variables: alzada a la cruz (136.51 cm), alzada al dorso (136.32 cm), alzada al esternón (62.11 cm), alzada dorso esternal (74.22 cm), alzada a la pelvis (135.97 cm), longitud occipito-coccígea (202.35 cm), longitud ilio - isquiática (56.22 cm), longitud codo cruz (82.24 cm), longitud de la espalda (163.30 cm), longitud del antebrazo (39.22 cm), longitud del cuello (62.51 cm), anchura interilíaca (43.38 cm), perímetro torácico (190.47 cm), perímetro abdominal (231.14 cm), índice de proporcionalidad (98.35 por ciento), índice de anamorfosis (2.73 por ciento), coeficiente de proporcionalidad (87.20 por ciento) y producción de leche ajustada a 305 días (3224.30 litros/lactancia). La curva de producción de leche se ajustó a un polinomio de quinto orden ($R^2 = 98.21$ por ciento) y finalmente la producción de leche está asociada con la alzada a la cruz, índice corporal e índice de compacidad.

Palabras Claves: Morfología, Zoometría, Bovinos, Producción lechera, Índices morfológicos.

ABSTRACT

The general objective of the present study was to determine the morphological and productive characteristics of mestizo cattle oriented to dairy production in two stables in Riobamba, Ecuador. The specific objectives were: 1) to characterize the morphological features of cattle, 2) to determine the milk production of the first lactation and 3) to associate the milk production with the morphological variables. 49 morphological and 5 productive variables were measured in 88 bovine females at the beginning of reproduction, 70 from the Guayllabamba stable and 18 from the Balcashi stable. An additive linear model was used to evaluate the effect of the semester of birth of the offspring (January - June and July - December) and the mother's birth number (1, 2 and > 3) and their interaction, through a variance analysis and a Tukey test. The lactation curve was modeled using a fifth order polynomial regression. Forward, Backward and Stepwise methods were used to establish the association between milk production and morphological variables, taking into account the absence of collinearity. There were no differences between the semesters of birth of the offspring and significance of its interaction with birth number. The offspring of the cows with more than 3 deliveries registered the highest values for the variables: height at the cross (136.51 cm), back height (136.32 cm), sternum height (62.11 cm), raised sternal back (74.22 cm), raised to the pelvis (135.97 cm), occipito-coccygeal length (202.35 cm), ilio - ischial length (56.22 cm), cross elbow length (82.24 cm), back length (163.30 cm), forearm length (39.22 cm), neck length (62.51 cm), interiliac width (43.38 cm), thoracic perimeter (190.47 cm), abdominal perimeter (231.14 cm), proportionality index (98.35 percent), anamorphosis index (2.73 percent), Proportionality coefficient (87.20 percent) and milk production adjusted to 305 days (3224.30 liters / lactation). The milk production curve was adjusted to a fifth order polynomial ($R^2 = 98.21$ percent) and finally milk production is associated with the cross elevation, body index and compactness index.

Key words: Morphometry, Zoometry, Cattle, Dairy production, Morfologic index.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera en el Ecuador se ha desarrollado en base al cruzamiento del bovino criollo con razas mejoradas, como la Holstein, Brown Swiss y Jersey; la progenie resultante, conocida como mestiza, presenta mayor producción de leche y eficiencia productiva, comparada con el criollo; manteniendo la rusticidad de este último (longevidad y resistencia a la presencia de enfermedades) en relación con razas puras (Contreras *et al.*, 2011).

En el Ecuador, particularmente en la provincia de Chimborazo, la ganadería bovina se maneja con criterio empírico; razón por la cual, se encuentra gran diversidad morfológica y de producción. Diversidad que puede servir de base para el logro de una ganadería lechera sostenible, el aprovechamiento de los recursos endógenos del sector y la disminución de la dependencia de insumos externos (Cevallos, 2017).

En este contexto, se requiere estudiar esta diversidad morfológica y productiva, con el fin de implementar un programa de mejora genética del bovino mestizo. Por tanto, el objetivo general del presente estudio fue determinar las características morfológicas y productivas de los bovinos mestizos orientados a la producción lechera en dos establos en Riobamba, Ecuador; siendo los objetivos específicos los siguientes:

- Caracterizar los rasgos morfológicos de los bovinos mestizos del cantón Riobamba;
- Determinar la producción lechera de los bovinos mestizos; y,
- Estudiar la asociación entre la producción de leche y las características morfológicas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GANADERÍA LECHERA EN EL ECUADOR

La ganadería bovina (*Bos taurus*) en el Ecuador se originó con los animales introducidos al nuevo mundo en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año 1493; los cuales inicialmente se ubicaron en la región costa, y posteriormente fueron trasladados a la región sierra. En 1902, desde los Estados Unidos, se importó ganado Holstein a la provincia de Pichincha y, en 1942, de Europa se importó ganado Brown Swiss a la provincia de Chimborazo; razón por la cual el bovino mestizo de esta zona tiene predominantemente una capa marrón oscura (Vizcarra, 2015).

En la década del 60, mediante varias acciones, se promovió el desarrollo de la ganadería lechera bovina en el Ecuador. Así en el año 1960, se dictaron cursos de adiestramiento en el manejo de ganado en la escuela de mayordomos y ganaderos empresariales, en convenio entre el gobierno de Ecuador con Holanda. En 1962, se formó la Cooperativa de Inseminación Artificial Mejía y, en 1964, se adquiere 11,000 pajuelas de semen congelado importado, iniciando el fomento del uso de esta técnica reproductiva para el mejoramiento genético del ganado bovino. El uso de esta técnica en la actualidad ha sido incorporado en las políticas del gobierno nacional y gobiernos locales (Vizcarra, 2015).

En el 2017 la población bovina en el Ecuador alcanzó 4'190,611 cabezas, de las cuales en la región sierra se encuentran 2'048,907. De éstas, en la provincia de Chimborazo se reportó 222,316 cabezas, de las cuales 64,846 fueron vacas en ordeño. El incremento del ganado bovino en el Ecuador, con relación al 2016, fue de 1.53 por ciento, siendo más evidente en la región costa seguido del oriente y la sierra, cuyos índices de crecimiento fueron 2.04, 0.79 y 0.29 por ciento, respectivamente (INEC, 2017).

En el año 2014, la producción de leche en el Ecuador alcanzó los 51.4 millones de litros, que corresponden a las regiones de la sierra, costa y oriente con 64.31, 29.99 y 5.67 por ciento,

y promedios de 7.11, 4.29 y 3.93 litros/vaca/día, respectivamente; de los cuales, la provincia de Chimborazo aportó 431,325 litros (INEC, 2017).

En la provincia de Chimborazo la producción de leche ajustada a 305 días varía de 2,483.00 a 5,766.80 litros/vaca (Remache, 1989., Rivadeneira, 1990 y Serrano, 2009). La edad al primer parto es de 22 ± 4 meses (Arévalo, 2012), la edad a la concepción se encuentra entre los 18 y 26 meses (Moreno, 2005). Así mismo, el periodo seco fluctúa de 60 a 70 días (Guilcapi, 2015 y Leiton, 2008), mientras que el intervalo entre partos es mayor a 14 meses (Wattiaux y Terry, 1999).

Finalmente, la producción de leche en el Ecuador genera alrededor de 700 millones de dólares/año; y al incluir transporte, industrialización y comercialización se estima que moviliza un capital superior a 1000 millones de dólares anuales; en el 2012 se exportó 20 millones de dólares en leche, principalmente a Venezuela y Colombia, y se planteó nuevos mercados de exportación (Grijalva, 2014).

2.2. BOVINO CRIOLLO

El ganado criollo es el resultado de la adaptación del ganado vacuno introducido al Ecuador por los españoles hace más de 400 años (Grijalva, 2014); se caracteriza por su rusticidad, fácil adaptación a diferentes climas y pisos altitudinales, y por proveer a sus criadores de leche, carne y fuerza de trabajo (MINAG, 2001). Se relaciona filogenéticamente con tres grupos bovinos españoles, el Rojo Convexo Turdetano, el Negro Recto Ibérico y el Castaño Cóncavo Cantábrico (Rubio y Pérez, 2015).

Presenta diversidad de colores de capa -del bayo al rojizo-, pelo lustroso, predominancia de manchas negras difusas alrededor de los ojos y las extremidades anteriores; piel pigmentada y gruesa, arruga alrededor de los ojos; cabeza mediana, fuerte y un poco hundida entre los ojos; cuernos desarrollados, delgados, dirigidos hacia fuera, ligeramente hacia adelante en forma de lira y de color negro en las puntas; orejas pequeñas y ojos medianos poco prominentes (Vizcarra, 2015).

Las características morfológicas lo identifican como un animal brevilineo con estructura ósea fina, extremidades de buena resistencia, bien aplomadas (Llanos, 2007 y Rizzo *et al.*,

2018), y alcanza un peso vivo promedio, a la edad adulta, de 500.00 kg y 350.00 kg, en machos y hembras, respectivamente (Llanos, 2007).

Pichka kunka Watacunata charini

Aya killa pakarikani

2.3. BOVINO HOLSTEIN

En la búsqueda de una mayor producción de leche, el bovino Holstein Friesian, originario de Holanda, es la raza con mayor población entre las razas lecheras en el Ecuador; y por tanto, el más frecuente progenitor del ganado mestizo en la región de la sierra ecuatoriana (CIL-Ecuador, 2015). Es dócil y fácil de manejar, con color blanco manchado de negro, y en ocasiones las manchas de color rojo; su abdomen, borla de la cola, y parte de sus extremidades son blancas; presentando las hembras forma triangular, (Vizcarra, 2015).

El peso de los toros se encuentra entre 850 a 1,000 kg, y el de las vacas entre 650 a 750 kg, con una alzada media de 1.30 m; y pesos al nacimiento entre 40 y 45 kg, para ambos sexos (Villena, 2002 y Ramírez, 2005). Las vaquillas reciben su primer servicio a los 18 meses, con un peso promedio de 364 kg (Ramírez, 2005).

En los Estados Unidos la producción de leche promedio de vacas Holstein es de 10,465 litros, por campaña, ajustada a 305 días y en dos ordeños, con 3.66 por ciento de grasa y 3.07 por ciento de proteína (Holstein Association USA Inc, 2012). En el Ecuador se registran producciones de hasta 25 litros /día y en Chimborazo 15 litros por ordeño en promedio /día (INEC, 2017).

2.4. BOVINO MESTIZO

El apareamiento establecido entre criollo, de estructura fina y poco productor de leche con el Holstein, de estructura gruesa y productor de leche por excelencia, busca obtener un animal intermedio dócil, resistente a la presencia de enfermedades locales, en relación al Holstein puro y más productor en relación al criollo (Vizcarra, 2015).

El ganado mestizo es producto del apareamiento del ganado criollo con razas puras, que permite mejorar el volumen de producción de leche con relación al criollo; además,

incrementa la rusticidad, habilidad materna, capacidad de adaptación a medios extremos de la raza pura; así como el aprovechamiento de la vegetación natural y rastrojos de cultivos, requiriendo menor exigencia de tecnificación (Aguirre *et al.*, 2011 y Rizzo *et al.*, 2018). Producto de este cruzamiento se modificó la morfología del bovino criollo, estableciéndose índices morfológicos propios del bovino mestizo (Holgado *et al.*, 2016 y Smith, 2007). Asimismo, la generación del bovino mestizo limita el crecimiento de la población del bovino criollo (More, 2017).

2.5. CURVA DE PRODUCCIÓN DE LECHE

La curva de lactancia representa la variación de la producción diaria de leche durante una campaña. Se inicia con el parto y se va incrementando hasta alcanzar el pico de producción, luego va decreciendo paulatinamente hasta cesar completamente por decisión del manejo definido por el ganadero, pudiendo ser representada mediante una función algebraica (Ossa *et al.*, 1997 y Quintero *et al.*, 2007).

La curva de lactancia puede ser graficada usando diferentes modelos matemáticos, lineales y no lineales; entre los más conocidos, se tiene a los cuadráticos, cuadráticos-logarítmicos, polinomiales inversos, polinomiales segmentados, lineales hiperbólicos y regresión múltiple (Brody *et al.*, 1924; Wood, 1967, Ossa *et al.*, 1997; Davidian y Giltinan, 1995; Lindstrom y Bates, 1990; y Pinheiro y Bates, 2000). Puede ser utilizada para identificar diferentes problemas de manejo, alimentación, salud, y reproducción (Gasque, 2008 y Ossa *et al.*, 1997); permitiendo al productor tomar acciones correctivas, incluso determinar, si la lactancia es prolongada o corta, dar tiempo para la regeneración oportuna del tejido secretor de la glándula mamaria (Piedra, 2012).

En los tres primeros partos, en vacas de la raza Holstein, criadas en sistemas intensivos en la costa central del Perú, se ha observado que la curva de lactancia sigue la función cuadrática siguiente: $Y_t = b_0 + b_1t + b_2t^2$, dónde: Y_t : es la producción de leche en el t tiempo, b_0 : es el parámetro para el nivel de producción; b_1 y b_2 : coeficientes de regresión y t , t^2 : día de lactancia (Vásquez, 2017). En la Granja Experimental de la Escuela Superior Politécnica del Ejercito Ecuador (sierra ecuatoriana), la producción de leche se graficó utilizando el modelo propuesto por Wood, 1967 al considerar un grupo de vacas Holstein en producción sin tener en cuenta el número de partos (Zambrano *et al.*, 2017).

2.5.1. Factores que influyen las curvas de lactancia

La producción de leche, está influenciada por el efecto genético y ambiental. Así, entre los factores no genéticos, se considera el número de parto, la edad, estado reproductivo, tipo de alimentación, sistema de crianza y manejo sanitario (Martínez, 2000).

a. Genéticos

Los fundamentos científicos de la herencia se establecieron desde 1865 por el monje Gregorio Mendel quien determinó que los rasgos se heredan de padres a hijos como el grado de superioridad o inferioridad para la producción de leche (Zimin *et al.*, 2009; Passarge, 2009 y Weigel *et al.*, 2017). La variabilidad genética de la producción de leche en una población puede descomponerse en la variación aditiva, dominancia y epistática. La varianza aditiva mide la diferencia entre los valores aditivos de los individuos de una población. El cociente de la varianza aditiva sobre la fenotípica se denomina índice de herencia (Ochoa, 1991, Falconer y Mackay, 1996).

El índice de herencia no es un valor absoluto, varía de acuerdo a la estructura genética de la población y de las condiciones ambientales. En ganado lechero, la heredabilidad de la producción de leche ha sido estimada en 0.25, el contenido de grasa en la leche en 0.25, el contenido de sólidos totales en 0.21 y el contenido de proteína en 0.25 (Abubakar *et al.*, 1987).

Existe evidencia de que la producción de leche se ha incrementado por efecto del mejoramiento genético a través de la selección. Así, el progreso genético en 2,000 vacas Holstein en el instituto de genética animal Edinburgh fue estimado en 1.7 y 2.05 por ciento, en relación al promedio de producción del hato (Rendel y Robertson, 1950). Durante el período 1978 a 1984 en México, y luego de analizar datos de 3,598 vacas de primera lactancia en 68 hatos manejados bajo un sistema de manejo extensivo, se estimó un progreso genético para la producción de leche de 97 ± 9 kg (Ochoa, 1991).

Los análisis genómicos, para evaluar rasgos de importancia económica en bovinos Holstein, Jersey, Brown Swiss y Ayrshire en los Estados Unidos, se aplicaron a partir de los años 2009, lo que generó mayor precisión en la selección de animales jóvenes, al incrementarse

la tasa de progreso genético y reducir el intervalo generacional; obteniéndose predicciones de mérito genético, de vaquillas y toros, antes del mes de edad (Wiggans *et al.*, 2016 y Weigel *et al.*, 2017). Su incorporación dio lugar a un incremento genético para el carácter mérito neto de 84.87 dólares entre el 2009 y 2014 (Wiggans *et al.*, 2016), superior al logrado entre los años 2000 a 2008, entre 19.01 y 47.02 dólares.

b. No genéticos

Los factores no genéticos, que influyen en la producción de leche, pueden facilitar o limitar la expresión de la capacidad genética de los animales; entre ellos, se tienen los sistemas de alimentación, el número de parto, la edad de los animales, la gestación, y el estado sanitario, entre otros (Pérez *et al.*, 2005).

i. Sistemas de alimentación

La producción de leche está determinada por la nutrición y alimentación de las vacas. La alimentación basada únicamente en forrajes, no satisface los requerimientos nutricionales de los animales, razón por la cual los ganaderos ven la necesidad de suplementar la alimentación, con la finalidad de aprovechar al máximo su potencial genético (Pérez *et al.*, 2005).

La disponibilidad de forrajes (gramíneas 70 por ciento, leguminosas 25 por ciento y malezas 5 por ciento) bien manejados, con fertilizaciones acorde a los requerimientos de los pastizales, permiten una buena producción de leche. Satisfacen las necesidades nutricionales de mantenimiento y la producción de 10 kg de leche por día. Asimismo, la alimentación a base de raygrass, hace posible la producción de 18 kg de leche, por vaca y por día, sin la necesidad de la suplementación de concentrados (Díaz, 1985 citado por Pérez *et al.*, 2005).

El uso de suplementos alimenticios varía con el tipo de explotación, el propósito de producción, la edad y el estado fisiológico de los animales. Una vaca Holstein de 500 kg de peso, pastoreando en raygrass tetralite, requiere de 14 kg de materia seca, 43.7 Mcal de energía digestible, 2,052 g de proteína cruda, 57 por ciento de nutrientes digeribles totales, 0.27 por ciento de calcio y 0.22 por ciento de fósforo para producir 20 kg de leche. Si el raygrass aporta 42 Mcal de energía digestible y 2,100 g de proteína; requiere un suplemento

con 1.7 Mcal, y se dispone de un exceso de 48 g de proteína (Díaz, 1985 citado por Pérez *et al.*, 2005).

A medida que la vaca incrementa su producción de leche en la campaña, el requerimiento de materia seca y nutrientes va aumentando hasta llegar al pico de producción, luego va disminuyendo; y, consecuentemente, sus requerimientos son menores al momento de la seca; que se focalizan en el mantenimiento y la gestación (Irigoyen y Rippol, 2011).

ii. Número de partos

La producción de leche se incrementa conforme la vaca tiene mayor número de partos (Olivera, 2001). Las de segundo parto tienden a producir más que las del primer parto, y las de tercer parto más que las de segundo. Es así que podría decirse que en la primera lactancia se produce alrededor del 75 por ciento, en la segunda 90 por ciento, en la tercera 95 por ciento y, en la cuarta 100 por ciento de su potencial de producción, manteniéndose hasta la sexta lactancia, para luego comenzar a decrecer (Palaquibay, 2003).

iii. Edad al parto

La producción de leche en las vacas y la edad al parto presentan una relación directamente proporcional hasta los 6 años. La influencia de la edad en la producción de leche por lactancia esta confundida con el número de parto, por lo cual, es difícil separar estos efectos en los modelos estadísticos. De esta manera, la curva de lactancia de las vacas varía según la edad y el número de partos, siendo diferente entre vacas primíparas y multíparas (Holmes, 1984); posteriormente, a los 6 años, la producción va decreciendo debido a factores fisiológicos y anatómicos como el desgaste de piezas dentales (Holgado *et al.*, 2016).

iv. Estado de gestación

En vacas gestantes con intervalos entre partos de 365 días y lactancias de 310 días, la producción de leche disminuye en uno por ciento (Vásquez, 2017). El 20 por ciento de la reducción de la producción de leche se evidencia en el último mes de lactancia (séptimo mes de gestación). Esta reducción ocurre debido a que la disponibilidad de nutrientes ingeridos

en el alimento (proteínas, carbohidratos, grasas, fibra y elementos minerales), se destinan al crecimiento del feto (Bretschneider *et al.*, 2015).

Los requerimientos nutricionales de las vacas, 15 días antes del parto son 2.50 Mcal de energía metabolizable por día, 15 por ciento de proteína cruda, 20 por ciento de fibra, 0.51 por ciento de calcio, 0.33 por ciento de fósforo y 0.9 por ciento de potasio; estos requerimientos son similares a una vaca con una producción menor a 20 litros por día (Lanuza, 1995).

v. Estado sanitario

La presencia de enfermedades en las vacas, reduce la producción de leche, siendo un factor importante el estado de salud para que puedan expresar su potencial productivo a través del tiempo (Ballina y Bencomo, 2010 y Vásquez, 2017). Las enfermedades más comunes son: la mastitis y la cetosis (Rivera, 2006 citado por Ballina y Bencomo, 2010).

La inflamación de la glándula mamaria (mastitis) disminuye la capacidad de síntesis del epitelio alveolar; los sólidos totales disminuyen entre un 5 y 10 por ciento y el contenido de grasa en 10 por ciento (Bramley, 1993). La presencia de los microorganismos que ocasionan la mastitis degrada los lípidos, haciendo que se incrementen los ácidos grasos libres (cis y trans), y que disminuya la cantidad de fosfolípidos (Corbellini, 2015).

La cetosis (enfermedad metabólica causada por el desbalance energético negativo), se observa con mayor frecuencia en el primer tercio de lactancia; el organismo del animal moviliza grasa y proteínas para mantener el equilibrio energético, produciendo cuerpos cetónicos como el beta-hidroxibutirato que, en concentraciones mayores a 3 nmol/ml, expresa signos de cetosis (clínica), reduce la producción de leche (Padilla, 2016 y Suthar *et al.*, 2013).

2.6. MORFOLOGÍA DE LOS BOVINOS

La morfología es la apreciación de la forma y estructura de las características raciales y su valoración (Aparicio, 1986). La morfología de los bovinos, varía en función del propósito productivo y los caracteres funcionales; así, el ganado de morfología cilíndrica corresponde

al productor de carne, y el anguloso al lechero (Pares, 2009). Las características morfológicas de los bovinos (alzadas, longitudes, anchuras y perímetros) se transmiten a su descendencia de generación a generación con cierta estabilidad. Sin embargo, varían a lo largo de su vida (edad), estado fisiológico y sistemas de alimentación (Pares, 2009); así, a la edad de la pubertad no presenta una ubre desarrollada, es delgada y pequeña; menos voluminosa y menos fuerte en relación a las vacas multíparas.

2.6.1. Variables morfológicas

Las variables morfológicas tales como la altura a la cruz, altura al dorso, altura al esternón, altura a la grupa y la profundidad, son consideradas importantes en la selección y ferias de juzgamiento ganadero. Difieren según las líneas genéticas y razas de bovinos (Tabla 1), como resultado de los procesos de la selección artificial, natural o por combinación de ellas (Aguirre, 2005; Rizzo *et al.*, 2018; Castillo, 1999; Shicay y Condo, 2016 y Holgado *et al.*, 2016).

La alzada, tomada desde el suelo hasta la cuarta apófisis torácica, constituye una variable de gran importancia en la valoración de los animales de aptitud lechera (Sañudo, 2010); en las vacas Holstein, puras y mestizas, de la provincia de Chimborazo – Ecuador, se registran alzadas de 139.73 ± 5.02 y 132.49 ± 5.26 cm (Shicay y Condo, 2016). La alzada a la grupa, tomada desde el suelo hasta el punto de la tuberosidad interna del íleon, y la alzada a la cruz, deben ser iguales, ya que una línea dorso-lumbar horizontal constituye un factor positivo en la valoración morfológica en bovinos productores de leche y/o carne. Si desciende la tuberosidad ilíaca externa, corrige el ángulo de la línea de la grupa, favorece la inserción de los ligamentos de la mama y permite un buen desarrollo muscular en bovinos de carne (Sañudo, 2010).

Si la alzada a la grupa, es mayor que la alzada a la cruz, se tendrá líneas dorso-lumbares ascendentes hacia la grupa. Si la tuberosidad ilíaca externa se eleva y contribuye a una mayor inclinación de la grupa, no se considera una buena cualidad para animales de producción de leche (Sañudo, 2010). La alzada a la grupa de las vacas Holstein puras y mestizas alcanzaron valores de 143.37 ± 5.54 y 135.98 ± 4.91 cm, respectivamente (Shicay y Condo, 2016 y Holstein Association USA Inc, 2012).

Las longitudes de mayor relevancia en los bovinos son: la occípito-coccígea, ilio-isquiática, codo cruz, del brazo, del antebrazo, y de la caña; su variación permite identificar animales mediolineos longilíneos o brevilíneos. (Aparicio, 1986 y Sañudo, 2010).

Tabla 1: Medidas morfológicas del bovino criollo y Holstein mestizo en América Latina

Variables	Holstein ¹	Criollo ²	Criollo ³	Mestizo ⁴	Criollo ⁵
Estatura (m)	1.25	1.2	1.17	1.32	113.53
Profundidad (cm)	67		58		
Largo del cuerpo (m)	1.34		1.68	1.88	127.56
Largo del tórax (cm)	72				
Largo de la grupa	41	42.1	26	54.2	41.69
Largo de la cabeza	48	47.2		53.77	
Largo de la caña anterior	20				
Ancho posterior de la grupa (cm)	18	18.3		21	
Ancho del pecho (m)	39			25.1	
Ancho de la cabeza	22	19.8			
Profundidad del barril	70				
Perímetro torácico (m)	2.2	163.3	1.54	182.2	157.09
Diámetro de la caña anterior	18		16	17.2	16.44

FUENTE: ¹Modificado de Aguirre (2005), ²Rizzo *et al.* (2018), ³Holgado *et al.* (2016), ⁴Shicay y Condo (2016) y More (2017).

En vacas Holstein, puras y mestizas, la longitud occipito-coccígea, comprendida entre el punto de encuentro y el punto caudal de la tuberosidad isquiática, es de 207.00 ± 10.47 y 188.76 ± 14.60 cm (Shicay y Condo, 2016). Los bovinos criollos de Manabí – Ecuador, registran valores entre 116.00 y 205.00 cm (Cevallos, 2017), y los mestizos, de la provincia Murillo, Aroma y Omasuyos, 236.34, 234.26 y 233.65 cm (Llanos, 2007).

La longitud ilio-isquiática, considerada desde la punta del anca a la punta del isquion, del bovino criollo mixteco en México es de 56.50 ± 3.40 cm; y, la distancia comprendida entre el codo y la parte más alta de su cruz, es de 47.95 cm (Méndez *et al.*, 2002), lo cual se considera un indicador de buena profundidad y capacidad pulmonar. En general, la longitud del brazo, ante-brazo y caña debe ser corta, con los miembros bien aplomados y separados, para dar una mayor anchura al pecho; y, las extremidades posteriores deben ser derechas y separadas, para dar estabilidad (Inchausti y Tagle, 1980).

Entre las razas europeas, de diferente especialización, las de mayor longitud cefálica corresponden a la Frisona, Blone d' Adquitanie, de 63.20 ± 6.19 y 63.20 ± 1.67 cm,

respectivamente; mientras que el toro de lidia muestra una longitud más corta (48.60 ± 3.29 cm), al igual que de anchura cefálica de 23.50 ± 5.53 cm (Tabla 2) (Sañudo, 2010).

Tabla 2: Longitud y anchura cefálica en diferentes razas de bovinos

	Longitud cefálica	Anchura cefálica
Toro de lidia	48.60 ± 3.29	23.50 ± 5.53
Bruna del Perineus	57.50 ± 3.89	27.40 ± 5.74
Limusina	54.20 ± 4.57	25.80 ± 7.45
Blonde d'Adquitanie	63.20 ± 1.67	27.70 ± 6.37
Frisona	63.10 ± 6.19	28.40 ± 4.86

FUENTE: Sañudo (2010).

El ancho de las diversas regiones del cuerpo en los bovinos, permite determinar un aspecto delgadez o fortaleza, el mismo que se mide entre los encuentros, en la cabeza, el cráneo, la cara, la parte anterior y posterior del anca; su variación está relacionada con la edad, estado fisiológico, condición corporal y número de partos, en la raza Carora el ancho entre encuentros es de 70 cm (Riera *et al.*, 2012); en los bovinos criollos de la provincia de Loja – Ecuador, la distancia entre la base de cuerno a cuerno (cabeza) tiene un rango de 19.80 y 22.00 cm (Aguirre, 2005 y Rizzo *et al.*, 2018); y, en general, el ancho facial de los bovinos varían entre 23.50 a 28.40 cm (Sañudo, 2010) y está relacionado según el grupo genético. Finalmente, el ancho inter-iliaco está asociado a la facilidad del parto, el desarrollo muscular y una buena inserción de los ligamentos (Sañudo, 2010); en bovinos criollos mixteco de México en promedio es 16.73 cm, siendo estrecho que influye en el momento del parto (Méndez *et al.*, 2002).

El perímetro torácico, de la caña anterior, caña posterior y abdominal permite estimar el peso y el soporte corporal. En bovinos Holstein y criollo de la provincia de Loja – Ecuador, el perímetro torácico fue de 220 y 163 cm (Aguirre 2005 y Rizzo *et al.*, 2018); el perímetro de la caña anterior fue de 20 cm en bovinos Holstein (Arévalo, 2012); en el bovino criollo mixteco de México, el perímetro de caña posterior es 16.10 cm y el perímetro abdominal 145 cm (Méndez *et al.*, 2002); estas características morfológicas, no solo permiten determinar su forma, sino su estado nutricional.

2.6.2. Índices morfológicos

A partir de las características morfológicas es posible calcular diferentes índices, que permiten estimar o determinar la orientación productiva de los animales. Existen índices morfológicos, de carácter general, craneométricos, de aptitud lechera y otros (Ramonés y Zhunio, 2017).

a. Índices morfológicos de carácter general

Los índices morfológicos de carácter general corresponden: al corporal, torácico, ilio isquiático y de compacidad. El índice corporal, en bovinos criollos, Hereford y Holstein fueron 84.60 - 88.20, 78.60 - 91.00 y de 81.30 a 84.90 por ciento (Tabla 3); los índices torácicos en estas razas de bovinos fueron 52.80, 93.00 y 62.00, respectivamente (Parés, 2009, Payeras, 1997 y Sañudo, 2010).

Tabla 3: Índices corporal y torácico en diferentes razas de bovinos

Índices	Criollo	Hereford	Holstein
^{1,2} Corporal	84.60 – 88.20	78.20 – 91.00	81.30 – 84.90
¹ Torácico	52.8	93	62

FUENTE: Modificado de ¹Sañudo (2010), ²Parés y Payeras (1997).

b. Índices Craneométricos

El índice craneométrico de mayor importancia en los bovinos es el cefálico. Las vacas Holstein registran valores promedio y superiores a 42.00 ± 1.93 por ciento; siendo más altos, de 44.91 ± 4.87 por ciento, en la raza Charolesa (Payeras, 1997). El índice facial (ancho sobre largo de la cara por cien) del bovino criollo barroso Salmeco en Guatemala es de 53.28 por ciento (Jáuregui *et al.*, 2014). Estos índices están poco influenciados por los factores ambientales y resultan de interés en trabajos biométricos (Remache, 1989 y Pares, 2009).

Estudios etnológicos, recomiendan dar atención a los craneométricos (Tabla 4), determinándose que los bovinos machos (Bruuna del Pineus, Frisona, Blonde d'Aquitania y Charolesa) registran índices cefálicos superiores a los de las hembras (Payeras, 1997).

Tabla 4: Índices cefálicos (promedio \pm desviación estándar) en razas bovinas por sexo

Raza bovina	Hembras	Machos
Bruuna del Pirineus	44.44 \pm 2.47	47.68 \pm 2.43
Frisona	42.00 \pm 1.93	45.11 \pm 2.03
Blonde d'Aquitania	41.84 \pm 0.73	43.85 \pm 2.05
Charolesa	44.91 \pm 4.87	48.27 \pm 2.17

FUENTE: Payeras (1997).

c. Índices de aptitud lechera

Los índices asociados a la aptitud lechera, de mayor importancia en la ganadería, son: profundidad -dáctilo costal y dáctilo torácica- (Tabla 5); a mayor índice de profundidad, se considera una mayor aptitud lechera (Pares, 2009).

Un índice dáctilo-torácico entre 10.10 y 11.00 por ciento (Shicay y Condo, 2016 y Rizzo *et al.*, 2018) corresponde a un aspecto de finura y angularidad propios del ganado lechero (Aparicio, 1987). Asimismo, un índice dáctilo costal de 34.40, 39.00 y 49.00 por ciento, indica que los animales son de carácter lechero (Shicay y Condo, 2016; Rodríguez *et al.*, 2001 y Rizzo *et al.*, 2018).

Tabla 5: Índices de aptitud lechera de diferentes líneas genéticas de bovinos

Índices	Holstein Mestizo ¹	Criollo ²	Criollo Ecuador ³	Criollo ⁴	Criollo Barroso ⁵
Profundidad					79.85
Proporcionalidad					82.40
Corporal – lateral	85.00	84.90	88.70	90.10	
Dáctilo-torácico	11.00		10.10		
Dáctilo-costal	39.00	49.00	34.40		55.31
Pelviano	39.00	100.93	97.30	32.40	84.70
Espesor relativo de la caña	13.00		13.70		
Carga de la caña	4.00		4.70		
Metacarpo torácico					10.95
Compacidad				27.10	24.10
Cefálico	35.00		42.00	40.10	33.49
Torácico	62.00	62.00	69.20		53.60
Corporal	86.00	81.30	83.60	82.50	83.50
Ilio – Isquiático					37.47
Facial					53.28
Anamorfosis	2,75	2.80	2.70	2.03	

FUENTE: Modificado de ¹Shicay y Condo, (2016), ²Rodríguez *et al.*, (2001), ³Rizzo *et al.*, (2018), ⁴Salamanca y Crosby, (2013) y ⁵Jáuregui *et al.*, (2014).

El índice ilio-isquiático fue mayor al 33.00 por ciento; y, el índice de compacidad se considera importante para identificar el propósito de producir leche, carne o doble propósito (Sañudo, 2010), en el bovino criollo de Arauca – Colombia fue 24.10 y 27.10 por ciento (Salamanca y Crosby, 2013 y Jáuregui *et al.*, 2014).

d. Otros índices

Existe gran cantidad de índices que se pueden calcular; sin embargo, los más relevantes en la ganadería lechera son los de: i) proporcionalidad, que en ganado criollo es de 79.85 por ciento (Jáuregui *et al.*, 2014); ii) el corporal lateral, que en el bovino Holstein mestizo y criollo se encuentra entre 84.90 y 90.10 por ciento (Shicay y Condo, 2016., Rodríguez *et al.*, 2001., Rizzo *et al.*, 2018 y Salamanca y Crosby, 2013); iii) el pelviano, que en el Holstein mestizo y criollo, se encuentra entre 32.40 y 100.93 por ciento cuando la pelvis es más ancha que larga (Shicay y Condo, 2016; Rodríguez *et al.*, 2001; Rizzo *et al.*, 2018., Salamanca y Crosby, 2013 y Jáuregui *et al.*, 2014); iv) el de espesor relativo de la caña, que se encuentra entre 13.00 - 13.70 por ciento; v) el de carga de la caña, que se encuentra entre 4.40 y 4.70 por ciento (Shicay y Condo, 2016 y Rizzo *et al.*, 2018); y, vi) el metacarpo torácico, que es de 10.95 por ciento (Tabla 5) (Jáuregui *et al.*, 2014).

El índice de anamorfosis, es calculado entre perímetro recto-torácico sobre la alzada a la cruz (Dowdal, 1997); valores bajos indican un tipo más alto de patas y liviano, tendiente a ligero (velocidad); valores altos indican tendencia hacia un tipo pesado y fuerte. En los bovinos criollos, Hereford y Holstein, este es de 2.04, 2.30 y 2.80 por ciento, respectivamente; y, el índice dáctilo – torácico, que expresa individuos pesados, fue de 10.50 y 12.30 por ciento, en el bovino criollo y Hereford, respectivamente (Pares, 2009 y Payeras, 1997). (Tabla 6).

Tabla 6: Índices de anamorfosis y dáctilo torácico en diferentes razas de bovinos

Bovinos	Anamorfosis	Dáctilo torácico
Criollo	2.04	10.5
Hereford	2.3	12.3
Holstein	2.8	

FUENTE: Modificado de Pares (2009) y Payeras (1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en los establos de Guayllabamba (Chambo) y Balcashí (Químiag) al sureste del cantón Riobamba provincia de Chimborazo, a 11 km de la cabecera cantonal (Figura 1). Las condiciones meteorológicas y geográficas se detallan en la Tabla 7.

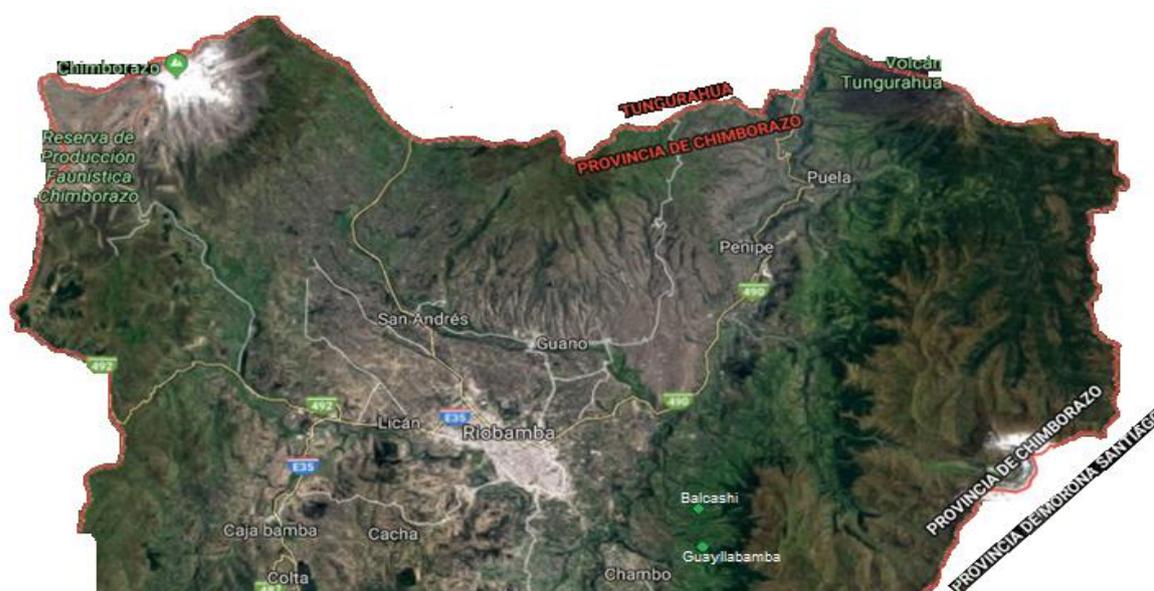


Figura 1: Mapa de la provincia de Chimborazo.

Tabla 7: Condiciones meteorológicas y geográficas de Guayllabamba y Balcashi

Variables	Procedencias	
	Guayllabamba	Balcashi
Temperatura °C	14.00	13.00
Humedad Relativa %	67.00	60.00
Precipitación mm	500.00	450.00
Altitud msnm	2900.00	3000.00
Latitud	1°40'12''	1°42'32'
Longitud	78°34'94''	78°35'32'

FUENTE: Instituto Geofísico Militar, (2019). PDOT Chambo yquímiag, (2012).

3.2. DURACIÓN

La caracterización morfológica y productiva de los bovinos mestizos orientados a la producción de leche se ejecutó durante los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2014; luego se realizó el seguimiento de las vaquillas, hasta conseguir el servicio efectivo y confirmar la gestación; posteriormente se registró el parto y la producción de leche diaria de las 88 vacas, concluyéndose la toma de información en agosto del 2017.

3.3. DE LOS ANIMALES

Se utilizó datos de 88 hembras mestizas de dos establos lecheros (70 de Guayllabamba y 18 de Balcashí, Tabla 8). Las vaquillas estuvieron listas para la reproducción en la etapa de la pubertad y se consideraron reemplazos de las vacas que concluyen su vida útil y problemas reproductivos. Para la sistematización de los datos se utilizó los registros individuales, considerando las fechas de nacimiento de las vaquillas y el parto de la madre.

Tabla 8: Número de vaquillas por semestre de nacimiento y número de parto de la madre

Semestre de nacimiento	Número de parto de la madre	Número de vaquillas
Enero – Junio	1	15
	2	13
	3	18
Julio – Diciembre	1	11
	2	12
	3	19
Total de vaquillas		88

Las vaquillas que se consideraron en el presente estudio según los registros, nacieron entre agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre de 2012, y enero del 2013; observándose la pubertad entre 18 y 21 meses.

3.3.1. Edad y número de parto de la madre de la vaquilla en estudio

La edad de las vaquillas se consiguió revisando los registros individuales de cada uno de los animales en cada establo, de la misma manera el número de parto de la madre de la vaquilla.

3.3.2. Manejo de las vaquillas en los establos

El manejo de las vaquillas en los dos establos fue bajo un sistema semi-intensivo, con una alimentación a base de pastos introducidos (*Lolium perenne*, *Pennisetum clandestinum*, *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*); los mismos que se proporcionaron frescos a campo abierto con un sistema de pastoreo libre. La disponibilidad de sal mineral fue constante en saleros móviles y el agua en tanqueros.

El sistema de reproducción que se practicó en los dos establos fue la inseminación artificial, se utilizaron pajuelas de toros nacionales procesados en BIOGENSA; los celos que se aprovecharon fueron naturales y detectados a través de los síntomas visuales.

Los registros que se utilizaron en el presente trabajo fueron individuales y colectivos para tomar la edad, número de parto de la madre y los registros de producción diaria de las vacas una vez que se registró el parto hasta su secado.

En los establos de Guayllabamba y Balcashi se realizaron programas control sanitario para evitar la presencia de enfermedades infectocontagiosas como la brucelosis y la leptospirosis, así como desparasitaciones, vitaminizaciones, control de enfermedades de la glándula mamaria y trastornos metabólicos.

3.4. VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables morfológicas de las vaquillas fueron tomadas a la edad a la pubertad, y la producción de leche diaria una vez que las vacas registraron el parto; valores que fueron ordenadas conforme al código de registro de cada individuo.

3.4.1. Variables morfológicas

Las variables morfológicas como: alzadas, longitudes, anchuras perímetros (Figura 2) se tomaron sobre las vaquillas con el bastón hipométrico, compás de brocas y cinta métrica, instrumentos que nos ayudaron a construir la base de datos, que posteriormente fueron sometidos a procesos de análisis estadísticos.

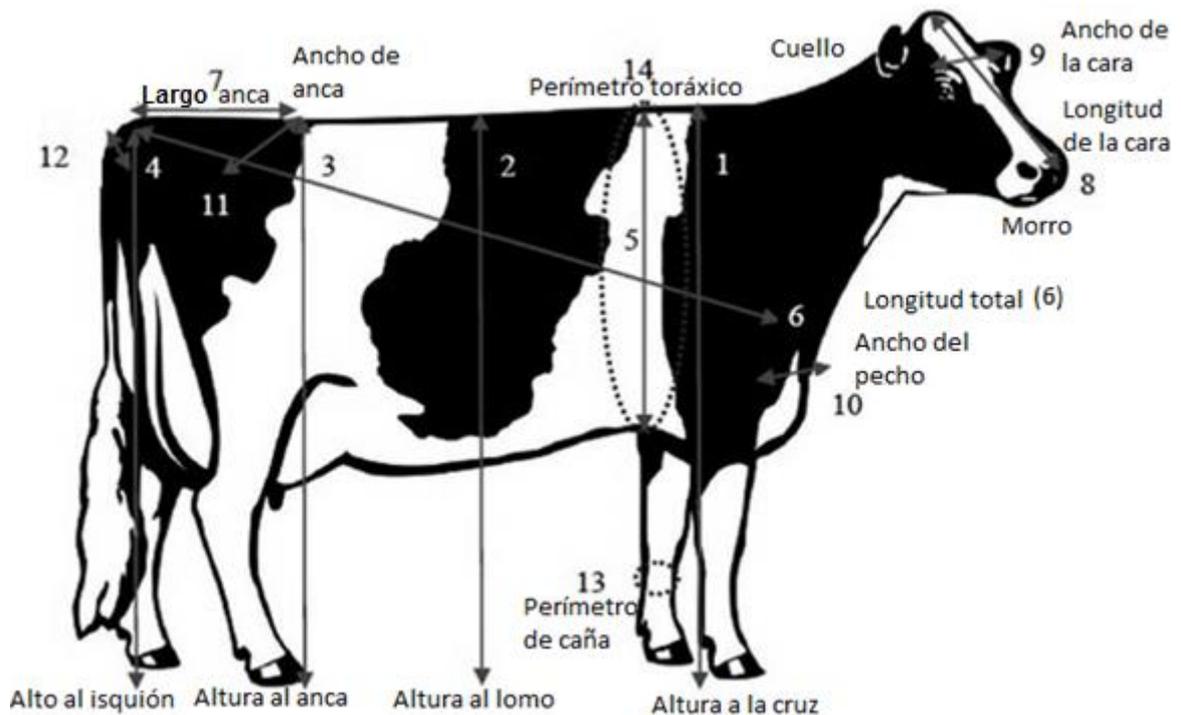


Figura 2: Medidas morfológicas de los bovinos.

3.4.2. Índices morfológicos de las vaquillas

Los índices morfológicos se construyeron en base a la relación de las diferentes medidas corporales tomadas; tales como los índices generales, craneométricos, de aptitud lechera y otros.

a. Índices morfológicos generales

- Índice corporal = $(\text{alzada a la cruz} / \text{longitud corporal}) \times 100$;
- Índice torácico = $(\text{anchura bicostal} / \text{alzada dorso-esternal}) \times 100$;
- Índice ilio-isquiático = $(\text{anchura inter-ilíaca} / \text{longitud ilio-isquiática}) \times 100$;
- Índice de compacidad = $(\text{peso vivo} / \text{alzada a la cruz}) \times 100$.

b. Índices craneométricos

- Índice cefálico = $(\text{anchura de la cabeza} / \text{longitud de la cabeza}) \times 100$;
- Índice craneal = $(\text{anchura del cráneo} / \text{longitud del cráneo}) \times 100$;
- Índice facial = $(\text{anchura de la cara} / \text{longitud de la cara}) \times 100$.

c. Índices de aptitud lechera

- Índice de profundidad = (alzada dorso-esternal/alzada a la cruz) x 100;
- Índice dáctilo-costal = (perímetro de caña anterior/diámetro bicostal) x 100;
- Índice dáctilo-torácico = (perímetro de caña anterior/ perímetro recto torácico) x 100.

d. Otros índices

- Índice podal posterior = (alzada al corvejón/alzada al nacimiento de la cola) x 100;
- Índice ilio-isquiático transverso = (diámetro bisilíaco/alzada a la cruz) x 100;
- Índice ilio-isquiático longitudinal = (diámetro ilioisquiático/alzada a la cruz) x 100;
- Índice grueso relativo de la caña = (perímetro de caña anterior/alzada a la cruz) x 100;
- Índice de carga de la caña = (perímetro de caña anterior/peso vivo) x 100;
- Índice de gracilidad subesternal = (alzada al esternón/alzada dorso-esternal);
- Índice auricular/tórax = (longitud de la oreja/alzada dorso-esternal) x 100;
- Coeficiente de proporcionalidad = (índice de compacidad/índice corporal) x 100;
- Índice de anamorfosis (perímetro recto torácico)²/ alzada a la cruz.

3.4.3. Peso y Producción lechera

El Peso (kg) fue tomado a la pubertad, y la producción de leche diariamente luego de que las vacas registraron sus partos. Seguidamente, se muestran estas variables y otras asociadas a ellas.

- El Peso (kg) de las vaquillas fue tomado, con ayuda de una cinta bovinométrica para ganado Holstein.
- Peso relativo, se tomó a través de la siguiente fórmula: $P_r = \frac{P_p}{P_{pt}} \times 100$, donde Pr: peso relativo, Pp: peso a la pubertad y Ppt: peso al parto.
- Producción acumulada en el periodo de lactación (lt);
- Días de lactancia;
- Producción estimada a 305 días (lt). Por considerar la primera lactancia se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_{305} = \frac{305 \times P_r}{D_l}, \text{ donde: } P_{305}: \text{ producción ajustada a 305 días, } P_r: \text{ producción real y } D_l:$$

días de lactancia.

- Periodo de lactancia (días).

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Modelo lineal aditivo

Las 49 características morfológicas (alzadas, longitudes, anchuras, perímetros, índices morfológicos) y 5 productivas (peso, peso relativo, producción acumulada, producción ajustada y periodo de lactancia), se analizaron tomando en consideración los semestres de nacimiento de la vaquilla analizada (A), el número de parto de la madre de la vaquilla (B) y su respectiva Interacción (AB), los datos se procesaron mediante el programa Infostat Estudiantil, considerando el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ij}; \text{ donde:}$$

Y : valor estimado de la variable;

μ : media general;

α_i : semestre de nacimiento del individuo sujeto de análisis (A);

β_j : número parto de la madre del individuo sujeto de análisis (B);

$\alpha\beta_{ij}$: interacción entre los factores de estudio (AB);

ϵ_{ij} : Error del modelo, y;

Separación de medias según Tukey ($P \leq 0.05$).

3.5.2. Curva de lactancia

Para graficar la curva de lactancia, en base a la producción de leche a través del tiempo, se aplicó un modelo predictor basado en una regresión polinómica de quinto orden. Para ello se utilizaron 25,520 valores de producción de leche, tomados de las 88 vacas mestizas en la primera lactancia (periodo de lactancia), buscando que el modelo contribuya al coeficiente de determinación (R^2) y la significancia de cada uno de los coeficientes de regresión, para

lo cual se utilizó la hoja electrónica Excel y el paquete estadístico Infostat Estudiantil. El modelo fue el siguiente:

$$Y = a + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4x^4 + b_5x^5; \text{ dónde:}$$

Y = producción de leche de la primera lactancia;

a: constante;

b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 : coeficientes de regresión;

x, x^2, x^3, x^4, x^5 : días de lactación elevado a las diferentes potencias.

La idoneidad del modelo de regresión polinomio de quinto orden se validó con el coeficiente de determinación ajustado y el grado de asociación mediante el coeficiente de correlación múltiple.

3.5.3. Asociación entre las medidas morfológicas y la producción de leche

Para determinar la asociación entre las medidas morfológicas y la producción de leche se aplicó un modelo predictor basado en una regresión lineal múltiple. Se utilizó registros de producción de leche y datos de variables morfológicas de 88 vaquillas mestizas tomadas a la antes del servicio (edad de la pubertad). El método Stepwise ($P < 0.10$ de entrada y < 0.10 de salida) fue utilizado para la selección de variables, buscando un modelo que incluya las variables que más contribuyan al coeficiente de determinación (R^2) como modelo predictor. Además, para evitar la colinealidad entre las variables se utilizó como indicador el factor de inflación de la varianza (VIF). Estos análisis fueron realizados con el software Minitab 18.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES MORFOLÓGICAS

4.1.1. Alzadas de las vaquillas mestizas

La Tabla 9 presenta las alzadas de las vaquillas mestizas, nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, obtenidas bajo un sistema de crianza semi-intensiva.

La alzada a la cruz de las vaquillas nacidas de madres de tercer parto fue 136.51 ± 5.75 cm, valor más alto ($p < 0.01$), que el de las vaquillas nacidas de madres de primer y segundo parto, que registraron 130.92 ± 5.25 y 134.08 ± 6.28 cm, respectivamente (Figura 3).

Tabla 9: Alzadas corporales y profundidad en vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables	Primer parto		Segundo parto		Tercer parto	
	n	Promedio \pm D.E.	n	Promedio \pm D.E.	n	Promedio \pm D.E.
Alzada a la cruz (cm)	26	130.92 ^b \pm 5.25	25	134.08 ^{ab} \pm 6.28	37	136.51 ^a \pm 5.75
Alzada al dorso (cm)	26	130.42 ^b \pm 5.29	25	134.56 ^{ab} \pm 6.19	37	136.32 ^a \pm 5.66
Alzada al esternón (cm)	26	62.04 ^a \pm 2.97	25	62.00 ^a \pm 5.07	37	62.11 ^a \pm 4.23
Alzada a la grupa (cm)	26	129.87 ^b \pm 6.45	25	134.86 ^{ab} \pm 6.39	37	135.97 ^a \pm 6.40
Profundidad (cm)	26	68.38 ^c \pm 4.37	25	72.56 ^b \pm 3.15	37	74.22 ^a \pm 3.61

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

En las vacas criollo Pizán manejadas bajo el sistema semi-intensivo en las provincias de: Carchi, Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo alcanzan una alzada a la cruz de 133.00 cm (Alvear, 2010). Estudios realizados en el ganado Holstein mestizo de Chimborazo en Ecuador, reportan una altura a la cruz de 132 cm (Shicay y Condo, 2016), similar al resultado registrado en el presente estudio. En el ganado Holstein mestizo de Bolivia en cambio es de 110 cm (Llanos, 2007); en tanto que, el criollo de Ayacucho y Puno del Perú presenta una alzada de 113 cm (More, 2017). En la provincia de Loja – Ecuador al igual que en Palmira de Colombia y Argentina, los bovinos Holstein, el Holstein mestizo y criollo alcanzan una altura a la cruz de 125, 120 y 117 cm, respectivamente (Aguirre, 2005; Rizzo *et al*, 2018 y

Holgado *et al.*, 2016), datos inferiores a los encontrados durante el desarrollo de esta investigación, esto probablemente porque el ganado mestizo motivo de este estudio es producto de ancestros como el criollo y el Holstein americano, pues este último posee una gran estatura.

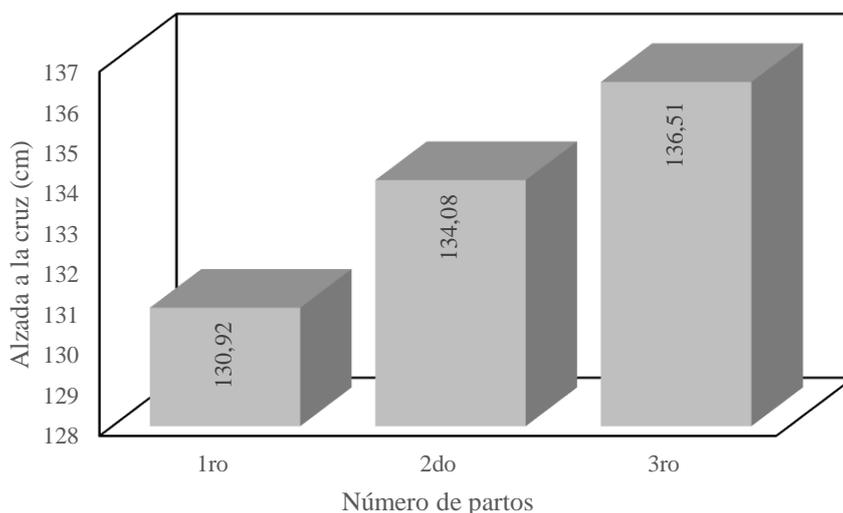


Figura 3: Alzada a la cruz de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

La alzada al dorso, a la edad a la pubertad de las vaquillas nacidas del primero, segundo y tercer parto son de 130.42 ± 5.29 , 134.56 ± 6.19 y 136.32 ± 5.66 cm, respectivamente (Figura 4); valores entre los cuales difieren significativamente ($p < 0.01$). En las vacas multíparas Holstein puras y mestizas de la provincia de Chimborazo - Ecuador, bajo crianza semi-intensiva, la altura al dorso fue de 140.80 ± 6.35 y 131.79 ± 5.16 cm (Shicay y Condo, 2016), similar a las registradas en las vaquillas del presente estudio; mientras que en las vacas Holstein puras de Estados Unidos, la altura es mayor a 140 cm (Holstein Association USA Inc., 2012) que son superior a las alcanzadas en el presente trabajo, esto quizá se deba a la edad y grupo genético.

La alzada al esternón de las vaquillas nacidas en el primero, segundo y tercer parto fueron: 62.04 ± 2.97 ; 62.00 ± 5.07 y 62.11 ± 4.23 cm, respectivamente; valores entre los cuales no registran diferencias relevantes. Vacas multíparas Holstein puras y mestizas manejadas bajo sistemas de crianza intensivos en la provincia de Chimborazo – Ecuador, y del criollo mixteco de México registran alzadas al esternón de 60.60 ± 4.80 y 57.81 ± 4.79 y 51.46 cm (Shicay y Condo, 2016 y Méndez *et al.*, 2002), inferiores a las obtenidas en el presente

estudio, esto posiblemente se deba a que el desarrollo del vientre ocurre en las vacas a partir de la gestación, reduciendo la luz ventral.

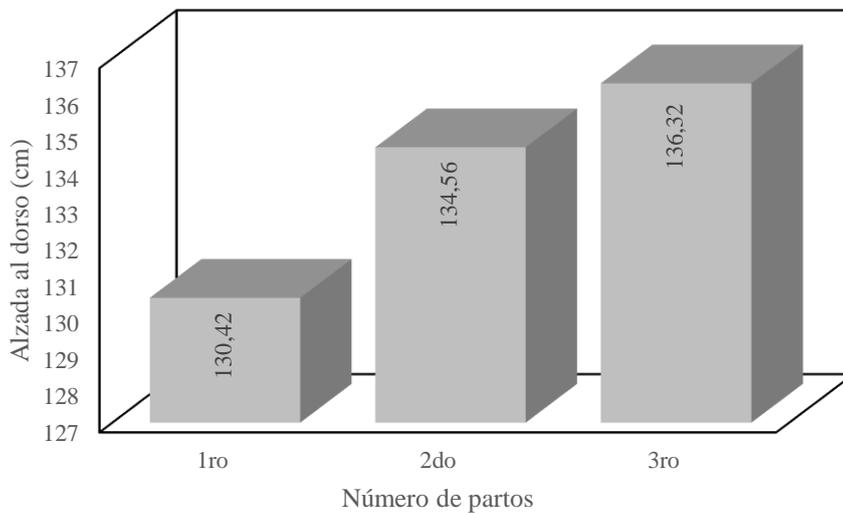


Figura 4: Alzada al dorso de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

La profundidad a la pubertad de las vaquillas mestizas, hijas de madres de uno a tres partos, se representa en la Figura 5. Las vaquillas, producto de vacas del primer parto, presentan una alzada promedio de 68.38 ± 2.97 cm, inferior al mostrado por las vaquillas nacidas de segundo y tercer parto, las que registraron alzadas al dorso de 72.56 ± 3.15 y 74.22 ± 3.61 cm, respectivamente; confirmándose que a medida que las madres tienen un mayor número de partos o edad, la profundidad de sus hijas se incrementa.

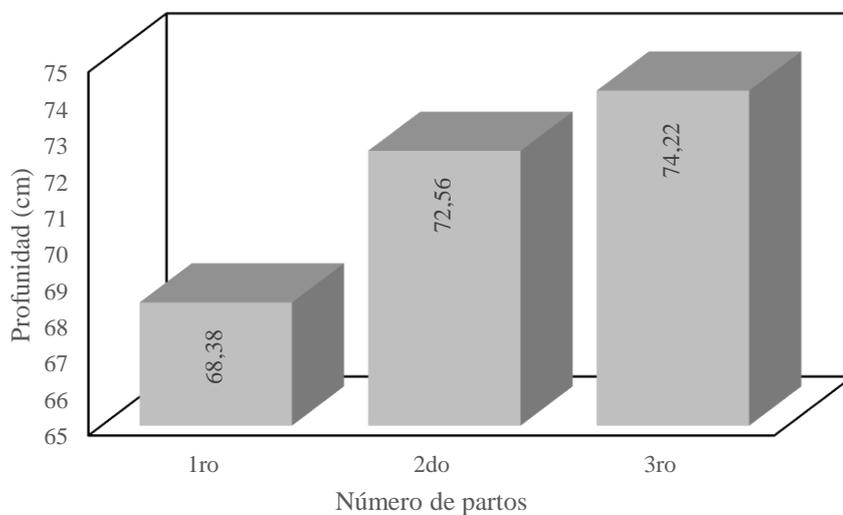


Figura 5: Profundidad de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

Vacas Holstein, puras y mestizas, de la provincia de Chimborazo, registran profundidades de 64.20 ± 4.42 y 61.24 ± 3.68 cm, respectivamente (Shicay y Condo, 2016); y que, vacas criollas mixtecas de México, de los estados de Oaxaca, Guerrero y Puebla, alcanzan 47.00 cm de profundidad (Méndez *et al.*, 2002). Siendo, en todos los casos, animales poco profundos e inferiores a los encontrados en el presente estudio.

Se sostiene que mientras más profundo sea un animal, en la parte central del cuerpo, mayor será su capacidad torácica y abdominal (JICA, 1993); y, por consiguiente, tendrá mayor aptitud lechera (Inchausti y Tagle, 1980); consecuencia de su mayor capacidad para ingerir forraje, además de albergar el corazón y pulmones de mayor tamaño. Es positivo que el cuerpo de los bovinos sea voluminoso, tanto el largo -separado por las costillas- como el ancho, especialmente en la parte posterior, para permitir una ubre bien desarrollada (Romangosa, 1982).

La alzada a la grupa, medida desde el suelo hasta la grupa -entre los dos isquiones-, de las vaquillas Holstein mestizas, hijas de madres de uno a tres partos, se representa en la Figura 6. Las vaquillas producto de madres de tercer parto, presentaron una alzada a la grupa promedio de 135.97 ± 6.40 cm, superior al de las vaquillas nacidas de madres de primer y segundo parto, de 129.87 ± 6.45 y 134.86 ± 6.39 cm, respectivamente.

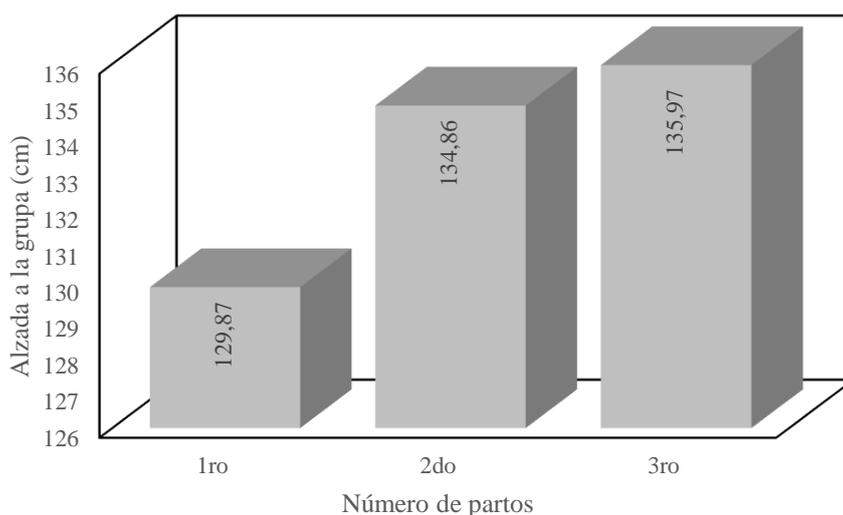


Figura 6: Alzada a la grupa de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

Vacas Holstein mestizas de la provincia de Chimborazo, alcanzaron una alzada a la grupa de 135.98 ± 4.91 cm (Shicay y Condo, 2016), similar a la encontrada en el presente estudio; mientras que las vacas criollas de la localidad de Oaxaca, Guerrero y Puebla de México, la alzada al anca alcanza los 112 cm (Méndez *et al.*, 2002), inferior al registrado en el presente trabajo. Razón, por la cual, las vaquillas mestizas estudiadas, se ubican en un grupo intermedio (Pares, 2009); dado a que en las vaquillas Holstein puras, la alzada a la cadera alcanza en promedio 140.64 ± 3.96 cm (Velasteguí, 2009), superior a los valores registrados en el presente estudio.

4.1.2. Longitudes de las vaquillas mestizas

Las longitudes de diversas medidas corporales de las vaquillas mestizas estudiadas se presentan en la Tabla 10.

La longitud occipito-coccígeo comprendido entre el punto craneal y lateral de la articulación escápulo humeral (encuentro) y el punto caudal de la tuberosidad isquiática (punta de nalga), de las vaquillas mestizas nacidas en el tercer parto fue 202.35 ± 10.34 cm, valor que difiere significativamente ($p < 0.05$) de las del primero y segundo partos que registraron 190.62 ± 12.45 y 179.08 ± 13.74 cm respectivamente (Figura 7). En la provincia de Chimborazo la longitud total de las vacas Holstein puras fue 207.00 ± 10.47 y de las mestizas 188.76 ± 14.60 cm (Shicay y Condo, 2016) similares a las registradas en el presente estudio. En los bovinos criollos de la provincia de Manabí - Ecuador la longitud occipito-iliaca fluctúa entre 116.00 a 205.00 cm (Cevallos, 2017) los cuales están por debajo de las reportadas en el presente trabajo; mientras que, en los bovinos mestizos en la provincia Murillo, la longitud occipito-coccígeo fue 234.26 cm (Llanos, 2007) superior al presente estudio.

La longitud ilio-isquiática, considerada desde la tuberosidad ilíaca externa (punta del anca) a la punta del isquion de las vaquillas nacidas de madres del tercer parto fue 56.22 ± 4.74 cm, siendo superior al comparar con las vaquillas nacidas del segundo y primer parto, de 54.82 ± 4.15 y 52.77 ± 2.35 cm, respectivamente (Figura 8); determinándose que a medida que incrementa el número de partos de la madre, la longitud ilio-isquiática de la cría a la pubertad aumenta. La longitud ilio-isquiática del bovino criollo mixteco de Oaxaca, Guerrero y Puebla de México fue 56.50 ± 3.40 cm (Méndez *et al.*, 2002) similar al encontrado en el presente estudio.

Tabla 10: Longitudes corporales de vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables (longitud)	Primer parto		Segundo parto		Tercer parto	
	n	Promedio \pm D.E.	n	Promedio \pm D.E.	n	Promedio \pm D.E.
Occípito-coccígea (cm)	26	179.08 ^c \pm 13.74	25	190.62 ^b \pm 12.45	37	202.35 ^a \pm 10.34
Ilio-isquiática (cm)	26	52.77 ^c \pm 2.35	25	54.84 ^b \pm 4.15	37	56.22 ^a \pm 4.74
De la caña (cm)	26	20.19 ^a \pm 1.79	25	20.16 ^a \pm 1.34	37	19.73 ^a \pm 1.97
Cefálica total (cm)	26	53.12 ^a \pm 2.36	25	53.80 ^a \pm 2.29	37	54.57 ^a \pm 2.83
Craneal (cm)	26	23.27 ^a \pm 1.78	25	23.06 ^a \pm 1.36	37	23.97 ^a \pm 1.99
Facial (cm)	26	28.29 ^a \pm 2.39	25	28.22 ^a \pm 2.65	37	27.95 ^a \pm 2.83
Hasta la nuca (cm)	26	18.33 ^a \pm 2.84	25	18.66 ^a \pm 1.46	37	18.78 ^a \pm 1.74
Codo-cruz (cm)	26	78.50 ^c \pm 3.41	25	80.88 ^b \pm 2.09	37	82.24 ^a \pm 2.60
Cruz base de la cola (cm)	26	135.73 ^a \pm 5.96	25	138.04 ^a \pm 6.68	37	138.82 ^a \pm 5.53
De la espalda (cm)	26	150.69 ^c \pm 12.60	25	157.76 ^b \pm 8.62	37	163.30 ^a \pm 7.82
Del brazo (cm)	26	53.27 ^a \pm 2.84	25	53.52 ^a \pm 1.26	37	54.22 ^a \pm 2.00
Del antebrazo (cm)	26	40.23 ^c \pm 2.32	25	41.08 ^b \pm 1.71	37	39.22 ^a \pm 2.00
De la caña (cm)	26	22.38 ^a \pm 1.63	25	22.00 ^a \pm 1.41	37	21.73 ^a \pm 1.97
De la oreja (cm)	26	18.50 ^a \pm 2.72	25	17.48 ^a \pm 2.13	37	17.09 ^a \pm 2.04
Del cuello (cm)	26	58.31 ^c \pm 4.47	25	60.72 ^b \pm 2.49	37	62.51 ^a \pm 3.29

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

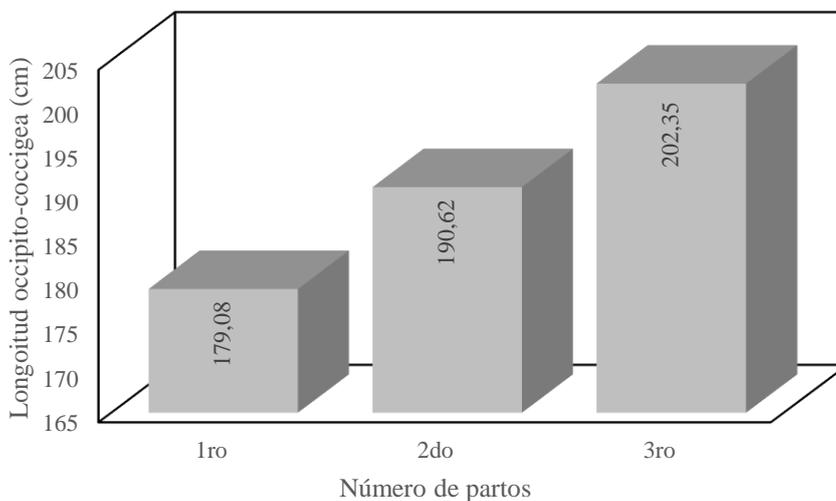


Figura 7: Longitud occipito-coccígea a la pubertad de las vaquillas mestizas nacidas de madres de diferente número de parto.

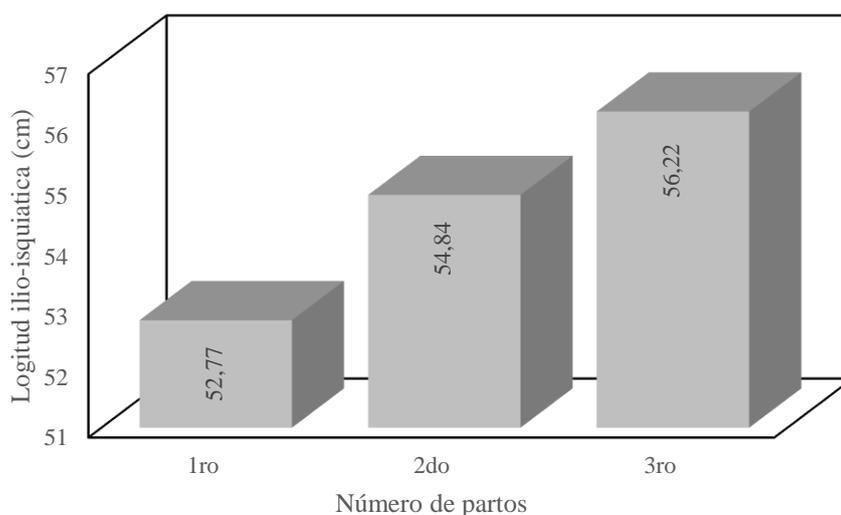


Figura 8: Longitud ilio-isquiática a la pubertad de las vaquillas mestizas nacidas de madres de diferente número de parto.

La longitud cefálica, considerada desde la protuberancia occipital al punto rostral del labio maxilar, en las vaquillas nacidas de vacas del primero, segundo y tercer parto fueron 53.12 ± 2.36 , 53.80 ± 2.29 y 54.57 ± 2.83 cm respectivamente. En las razas de lidia, Bruuna del Perineus, Limusina, Blonde d' Aduitanie y Frisona, se reportan longitudes cefálicas de 48.60 ± 3.29 , 57.50 ± 3.89 , 54.20 ± 4.57 , 63.20 ± 1.67 y 63.10 ± 6.19 cm, respectivamente (Sañudo 2010), similares a los registrados en el presente estudio.

La longitud cefálica es de carácter étnico, siendo de interés en trabajos biométricos (Remache, 1989 y Pares, 2009); se emplea como rasgo de dimorfismo sexual, a través de estudios denominados de craneología (Fuente *et al.*, 2011 y Payeras, 1997).

La distancia desde la línea imaginaria que une la parte caudal de la fosa orbitaria del labio maxilar, conocido como longitud facial, de las vaquillas mestizas nacidas de madres del primero, segundo y tercer parto fueron 28.29 ± 2.39 , 28.22 ± 2.65 y 27.95 ± 2.83 cm; valores entre los cuales no muestran diferencias relevantes. El bovino criollo Saavedreño de Bolivia registró una longitud de la cara de 23 cm (Rojas, 2014) inferior al encontrado en el presente trabajo.

La longitud de la nuca de las vaquillas estudiadas, provenientes de madres de primer a tercer parto fue de 18.33 ± 2.84 , 18.66 ± 1.46 y 18.77 ± 1.74 cm, respectivamente; valores que no presentan diferencias relevantes, indicando que el número de parto de la madre no tiene efecto sobre su expresión fenotípica. Para esta característica, el criollo Saavedreño de Bolivia presenta un valor de 23 cm (Rojas, 2014); superior al encontrado en el presente estudio, observándose que, a la pubertad, las vaquillas mestizas Holstein x Criollo tienen una nuca más fina, asociada a una orientación lechera.

La distancia entre el codo y la parte más alta de la cruz, de las vaquillas mestizas obtenidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fueron de 78.50 ± 3.41 , 80.88 ± 2.09 y 82.78 ± 2.60 cm, respectivamente (Figura 9); demostrándose que a medida que aumenta el número de parto de las madres, la longitud de codo-cruz de sus crías se incrementa significativamente ($p < 0.01$). Méndez *et al.* (2002), reporta una longitud codo-cruz en bovinos criollos de Oaxaca, Guerrero y Puebla de México fue de 47.95 cm, menor a la encontrada en el presente estudio. Lo que significa que los bovinos mestizos tienen una buena profundidad, y en consecuencia, una mayor capacidad de albergar pulmones que permitirían disponer de mayor cantidad de oxígeno, elemento importante para facilitar el adecuado metabolismo de los nutrientes.

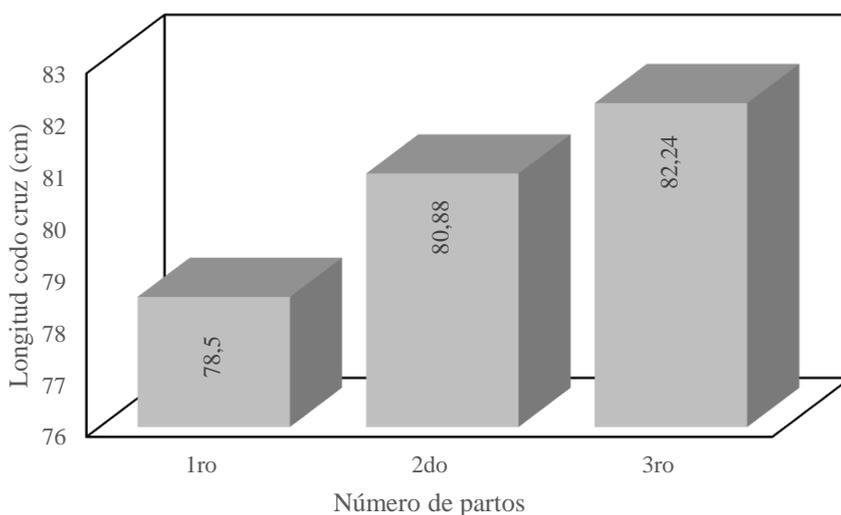


Figura 9: Longitud codo-cruz de vaquillas mestizas Holstein x Criollo de Chimborazo, nacidas de madres de diferente número de parto.

El espacio comprendido entre la cruz y la base de la cola, conocida como longitud a la espalda, de las vaquillas nacidas de primer, segundo y tercer parto, fueron de 135.73 ± 5.96 , 138.04 ± 6.68 y 138.82 ± 5.53 cm, respectivamente; valores que no presentan diferencias relevantes entre ellos. En la provincia de Azuay – Ecuador, en las vacas multíparas Holstein la longitud hasta la espalda fue 126.1 cm, en los bovinos Jersey 125.4 cm, en el bovino criollo 129.0 cm y en Brown Swiss fue 137.6 cm (Ramonés y Zhunio, 2017), valores inferiores al registrado en el presente estudio, excepto al Brown Swiss.

La distancia lateral, entre el borde anterior de la espalda y la punta de nalga, de las vaquillas mestizas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fueron de 150.69 ± 12.60 , 157.76 ± 8.62 y 163.30 ± 7.82 cm, respectivamente (Figura 10); valores que difieren significativamente ($p < 0.01$), señalándose que la espalda de las nacidas de tercer parto es más larga. Al respecto, en la provincia del Azuay – Ecuador, la raza Holstein bajo crianza semi-intensiva, de las vacas a la edad a la producción, logra una longitud lateral de 153.1 cm, la raza Jersey 147.1 cm, la criolla 142.8 cm y la raza Brown Swiss 152.3 cm (Ramonés y Zhunio, 2017); valores similares a los encontrados en el presente estudio.

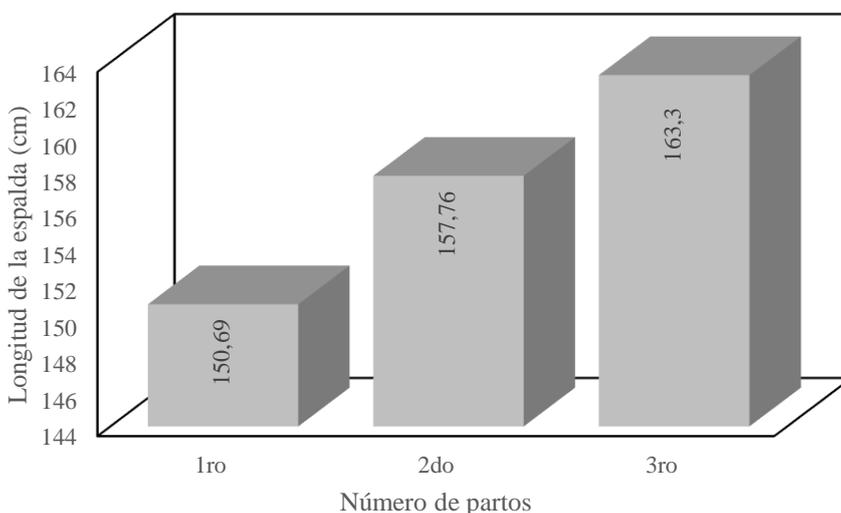


Figura 10: Longitud de la espalda de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

La longitud del brazo de las vaquillas nacidas de primer, segundo y tercer parto fue de 53.27 ± 2.84 , 53.52 ± 1.26 y 54.22 ± 2.00 cm, respectivamente. En este caso, se indica que las extremidades anteriores deben ser cortas, bien aplomadas y separadas, para dar una mayor anchura al pecho; y, las extremidades posteriores deben ser derechas, bien separadas, pero no muy largas (Inchausti y Tagle, 1980).

La longitud del antebrazo de las vaquillas nacidas del primero, segundo y tercer parto fue de 40.23 ± 2.32 , 41.08 ± 1.71 y 39.22 ± 2.00 cm, respectivamente (Figura 11), los cuales son significativamente diferentes ($p < 0.01$). Esta medida es importante para la locomoción de los bovinos en las ganaderías; los animales de patas cortas son posiblemente más productores (Inchausti y Tagle, 1980), pero esto dependería de las condiciones de crianza, sea intensiva, semi intensiva o pleno pastoreo a campo abierto, e inclusive el clima.

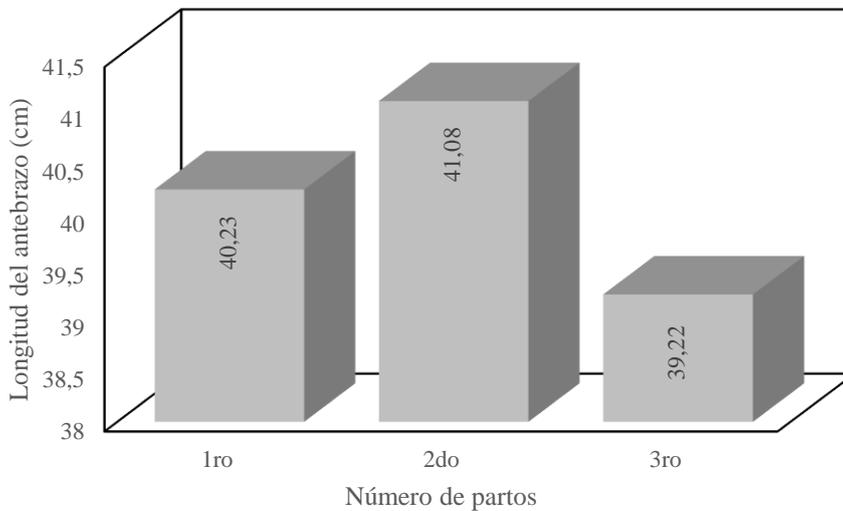


Figura 11: Longitud del antebrazo de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

La longitud de la caña, tomada desde la parte inferior de la rodilla hasta el principio del menudillo, de las vaquillas nacidas de primer, segundo y tercer parto, fue de 20.19 ± 1.79 , 20.16 ± 1.34 y 19.73 ± 1.97 cm, respectivamente. En la provincia del Azuay – Ecuador, los bovinos Holstein, Jersey, Criollo y Brown Swiss, presentan longitud de caña de 21.1, 19.6, 19.4 y 21.3 cm, respectivamente (Ramones y Zhunio, 2017), similares a las halladas en el estudio. Se considera que extremidades cortas propician animales con buenos aplomos (Inchausti y Tagle, 1980).

La longitud de la oreja de las vaquillas nacidas de primer, segundo y tercer parto, fueron similares entre sí y de 18.50 ± 2.72 , 17.48 ± 2.13 y 17.09 ± 2.04 cm, respectivamente. En la provincia del Azuay – Ecuador, los bovinos Holstein alcanzan valores de 16.1 cm, los Jersey 16.7, los Criollos 16.5 cm y los Brown Swiss de 20.6 cm (Ramones y Zhunio, 2017), similares a los registrados en el presente estudio.

La longitud del cuello de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 58.31 ± 4.47 , 60.72 ± 2.49 y 62.51 ± 3.29 cm, respectivamente (Figura 12), valores que difieren significativamente entre sí ($p < 0.01$); observándose que a medida que aumenta el número de partos de las madres, la longitud del cuello de las vaquillas, a la edad a la pubertad, también incrementa. En bovinos Holstein, Jersey, Criollo y Brown Swiss, la longitud del cuello fue 48.4, 53.1, 58.0 y 51.2 cm, respectivamente (Ramonés y Zhunio, 2017), determinándose que los bovinos criollos poseen cuello más largo que los mestizos (Holstein x Criollo).

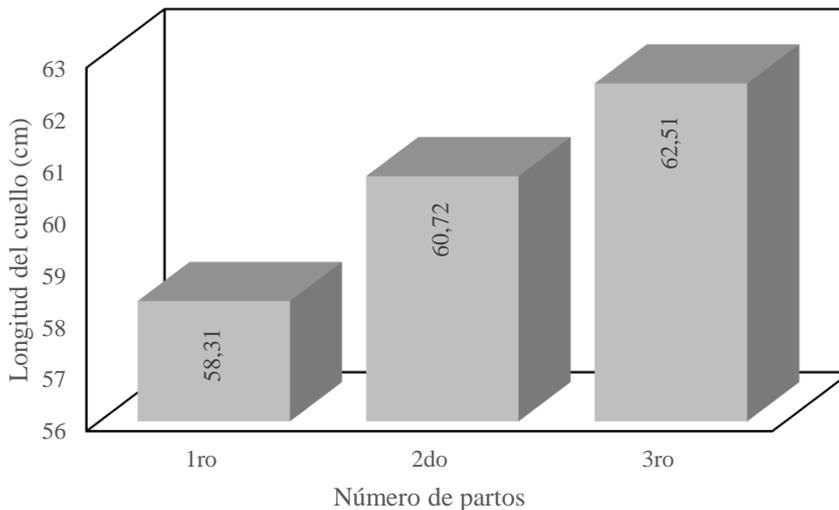


Figura 12: Longitud del cuello de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

4.1.3. Ancho de las vaquillas mestizas

Las medias y desviaciones de la anchura entre los encuentros, de la cabeza, del cráneo, facial, interaliáca y posterior del anca se presentan en la Tabla 11.

El ancho entre encuentros de las vaquillas mestizas nacidas en el primero, segundo y tercer parto fueron 24.35 ± 3.24 , 25.44 ± 2.00 y 25.92 ± 2.40 cm respectivamente. En el bovino criollo mixteco de Oaxaca, Guerrero y Puebla de México, la distancia entre los encuentros fue 30.58 cm (Méndez *et al.*, 2002) de la misma manera los bovinos machos de la raza Carora de Maracaibo – Venezuela, tiene una anchura del pecho mayor a 40 cm (Riera *et al.*, 2012) siendo superior al registrado en el grupo de vaquillas del presente estudio.

El ancho de la cabeza, de las vaquillas mestizas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 18.33 ± 2.84 , 18.66 ± 1.46 y 18.78 ± 1.74 cm, respectivamente, valores que no presentan diferencias relevantes. En la sierra ecuatoriana y la isla Puna, en los bovinos criollos el ancho de la cabeza fue 22.00 cm (Aguirre, 2005 y Rizzo *et al.*, 2018), superior al registrado en vaquillas de Riobamba.

El ancho craneal, de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 18.27 ± 1.08 , 17.92 ± 0.86 y 18.70 ± 1.73 cm, respectivamente, valores que no presentan diferencias relevantes. En bovinos Holstein de la provincia de Azuay - Ecuador, el ancho del cráneo es de 21.0 cm, en Jersey de 21.9 cm, en criollo de 22.3 cm, y en Brown Swiss de 22.8 cm (Ramonés y Zhunio, 2017), superiores a los registrados en el presente estudio.

El ancho facial de las vaquillas mestizas a la edad a la pubertad estuvieron entre 19.77 ± 1.66 , 19.40 ± 1.12 y 19.30 ± 1.41 cm respectivamente, señalándose que tanto la anchura del cráneo como la anchura facial del grupo de vaquillas fueron homogéneas. En la provincia del Azuay – Ecuador, en los bovinos Holstein la anchura facial fue 15.7 cm, en la Jersey 16.1 cm, criollo 15.7 cm y en el Brown Swiss 17.1 cm (Ramonés y Zhunio, 2017) inferiores a los alcanzados en el presente trabajo de investigación.

Tabla 11: Medidas de anchura de vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables (Anchura)	Primer parto		Segundo parto		Tercer parto	
	n	Promedio \pm D.E.	n	Promedio \pm D.E.	n	Promedio \pm D.E.
Entre encuentros (cm)	26	$24.35^a \pm 3.24$	25	$25.44^a \pm 2.00$	37	$25.92^a \pm 2.40$
De la cabeza (cm)	26	$18.33^a \pm 2.84$	25	$18.66^a \pm 1.46$	37	$18.78^a \pm 1.74$
Craneal (cm)	26	$18.27^a \pm 1.08$	25	$17.92^a \pm 0.86$	37	$18.70^a \pm 1.73$
Facial (cm)	26	$19.77^a \pm 1.66$	25	$19.40^a \pm 1.12$	37	$19.30^a \pm 1.41$
Inter-ilíaca (cm)	26	$42.00^b \pm 1.41$	25	$43.24^{ab} \pm 2.35$	37	$43.38^a \pm 2.24$
Posterior del anca (cm)	26	$20.56^a \pm 4.83$	25	$23.02^a \pm 4.59$	37	$23.31^a \pm 4.82$

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

La anchura inter-iliaca, determinada por la distancia entre las tuberosidades laterales del coxal, de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto fue de 42.00 ± 1.41 , 43.24 ± 2.35 y 43.38 ± 2.24 cm, respectivamente (Figura 13), valores que difieren significativamente entre sí ($p < 0.01$); pudiéndose señalar que la anchura inter-iliaca de las

vaquillas nacidas de madres multíparas tiende a ser más amplia, en relación a las nacidas de madres de primer y segundo parto. Mayor anchura inter-iliaca permite facilidad de parto, desarrollo muscular y una buena inserción de ligamentos (Sañudo, 2010).

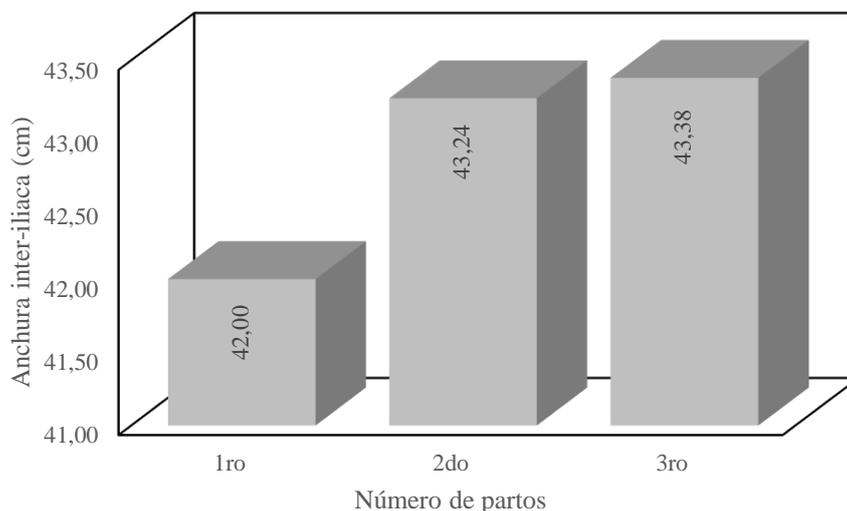


Figura 13: Anchura inter-iliaca de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

El ancho posterior del anca de las vaquillas hijas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 20.56 ± 4.83 , 23.02 ± 4.59 y 23.31 ± 4.82 cm, respectivamente. En el bovino criollo Mixteco de Oaxaca, Guerrero y Puebla de México, es de 16.73 cm (Méndez *et al.*, 2002), inferior a la hallada en el presente trabajo, indicando que los bovinos criollos poseen un anca más estrecha que la del mestizo.

4.1.4. Medidas de perímetro en vaquillas mestizas

Las medias y desviaciones de los perímetros torácico, abdominal, de la caña anterior y posterior de las vaquillas mestizas estudiadas se presentan en la Tabla 12.

El perímetro torácico, tomado a nivel del punto dorsal más declive de la región inter-escapular (apófisis espinosa de la 7^a - 8^a vértebra dorsal) y la región esternal inferior correspondiente, a nivel del olécranon, de las vaquillas mestizas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 174.23 ± 5.84 , 182.28 ± 4.39 y 190.47 ± 5.92 cm, respectivamente (Figura 14), valores que difieren significativamente ($p < 0.01$). Señalando que las vaquillas nacidas de madres de tercer parto adquieren un perímetro torácico más

amplio en relación a las que provienen de madres de primero y segundo parto. El perímetro torácico de vacas Holstein puras de la provincia de Chimborazo es de 188.65 ± 7.25 cm y el de las mestizas de 182.21 ± 8.57 cm (Shicay y Condo, 2016). En las vacas criollas de la sierra ecuatoriana, el perímetro torácico fue 189.20 y 220.00 cm (Aguirre, 2005) siendo superiores al registrado en el presente estudio; mientras que el bovino criollo de la isla Puna - Ecuador y el criollo argentino, el perímetro torácico fue 163.00 y 154.00 cm, respectivamente (Rizzo *et al.*, 2018 y Holgado *et al.*, 2016), inferiores a los registrados en la presente investigación.

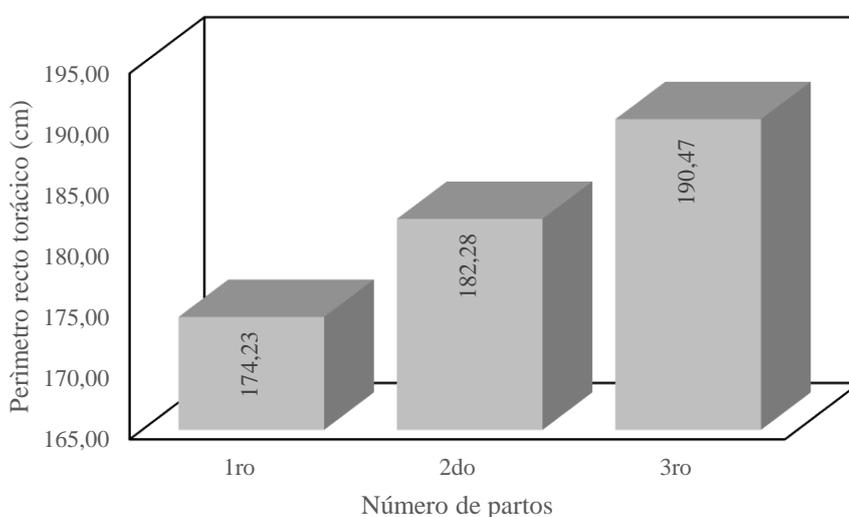


Figura 14: Perímetro recto – torácico de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

Tabla 12: Medidas de perímetro en vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables (Perímetro)	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Recto torácico (cm)	26 174.23 ^c \pm 5.84	25 182.28 ^b \pm 4.39	37 190.47 ^a \pm 5.92
De la caña anterior (cm)	26 17.13 ^a \pm 0.76	25 17.50 ^a \pm 0.90	37 17.50 ^a \pm 0.98
De la caña posterior (cm)	26 20.67 ^a \pm 2.42	25 21.20 ^a \pm 3.13	37 20.95 ^a \pm 2.65
Abdominal (cm)	26 212.87 ^c \pm 6.49	25 221.96 ^b \pm 11.61	37 231.14 ^a \pm 10.01

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

El perímetro de la caña anterior, de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 17.13 ± 0.76 , 17.50 ± 0.90 y 17.50 ± 0.98 cm, respectivamente, valores que no presentan diferencias relevantes. En las vacas Holstein puras de la provincia de Chimborazo – Ecuador, el perímetro de la caña de los miembros anteriores es de $18.07 \pm$

0.84 cm y en las mestizas de 17.20 ± 0.80 cm (Shicay y Condo, 2016). En la provincia del Azuay – Ecuador, en Holstein el perímetro de la caña es de 17.5 cm, en Jersey 17.1 cm, en Criollo 17.0 y en Brown Swiss de 18.2 cm (Ramones y Zhunio, 2017); similares a los registrados en el presente estudio. Las vacas adultas de la raza Holstein deben tener un perímetro de caña de 20.00 cm y debe ser aproximadamente el 10 por ciento del perímetro torácico en el ganado ordinario y el 9.00 por ciento en el ganado refinado (Arévalo, 2012).

El perímetro de la caña posterior, de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto fue de 20.67 ± 2.42 , 21.20 ± 3.13 y 20.95 ± 2.65 cm, respectivamente, valores entre los cuales son similares estadísticamente. En vacas Holstein puras de la provincia de Chimborazo, el perímetro de la caña posterior es de 21.03 ± 1.05 cm y en las mestizas de 20.93 ± 3.00 cm (Shicay y Condo, 2016), similares a los obtenidos en el presente estudio; mientras que, en el bovino criollo mixteco de Oaxaca, Guerrero y Puebla de México, el perímetro de la caña es de 16.10 cm (Méndez *et al.*, 2002), inferior a lo hallado en la presente investigación.

El perímetro abdominal de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 212.87 ± 6.49 , 221.96 ± 11.61 y 231.14 ± 10.01 cm, respectivamente (Figura 15), valores que difieren significativamente ($p < 0.01$); siendo posible seleccionar vaquillas que provengan de madres multíparas, puesto que tendrían mayor capacidad corporal. En vacas Holstein puras de la provincia de Chimborazo, el perímetro abdominal reportado es de 223.87 ± 11.99 cm, y en las mestizas de 222.76 ± 11.82 cm (Shicay y Condo, 2016), similares a los encontrados en el presente estudio; mientras que, en el bovino criollo mixteco de Oaxaca, Guerrero y Puebla de México, el perímetro abdominal es de 145.00 cm (Méndez *et al.*, 2002), inferior al hallado en el presente trabajo.

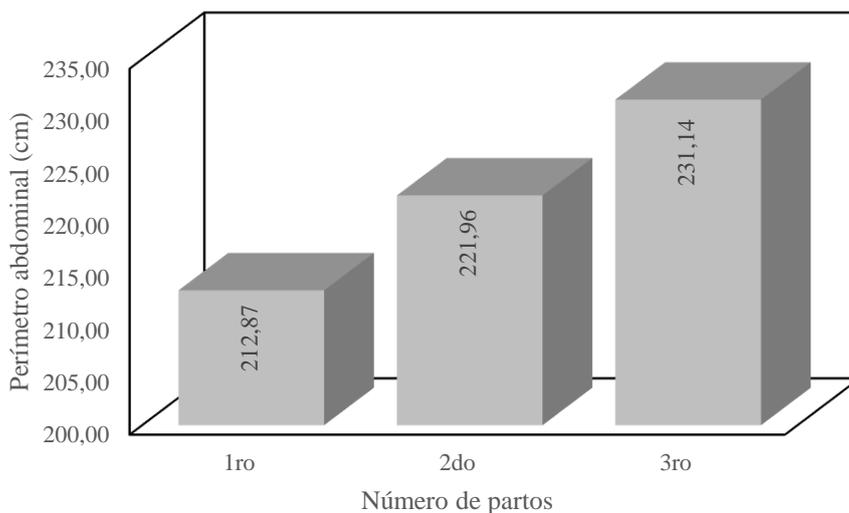


Figura 15: Perímetro abdominal de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

4.1.5. Índices morfológicos de vaquillas mestizas

a. Índices morfológicos generales

Las medias y desviaciones de los índices morfológicas generales de las vaquillas mestizas estudiadas se presentan en la Tabla 13.

El índice corporal, tomado de la relación existente entre la longitud corporal y el perímetro torácico, más conocido como índice de capacidad relativa, de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 77.96 ± 3.84 , 75.74 ± 3.52 y 72.95 ± 3.56 por ciento, respectivamente (Figura 16), valores que difieren significativamente ($p < 0.05$); de esta manera, el grupo de vaquillas corresponde a la clasificación de brevilíneo, según la escala Baroniana (Sañudo, 2010 y Rodríguez, 2001). En vacas Holstein puras de la provincia de Chimborazo, el índice corporal es de 87.00 ± 4.00 por ciento, y en el mestizo de 86.00 ± 5.00 por ciento (Shicay y Condo, 2016), superiores a los hallados en el presente trabajo.

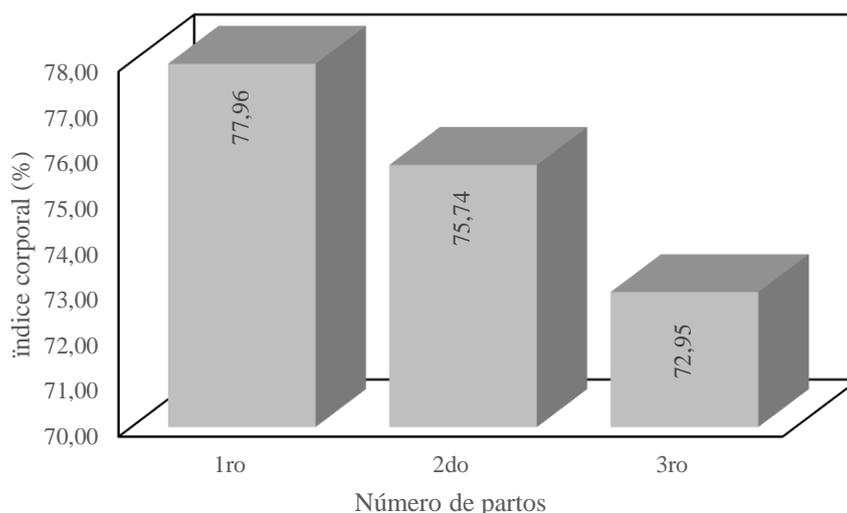


Figura 16: Índice corporal de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

El índice torácico, producto de la relación entre la alzada dorso-esternal sobre la alzada a la cruz, de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 81.90 ± 3.06 , 82.29 ± 3.75 y 82.51 ± 3.41 por ciento, respectivamente; valores que corresponden a una calificación de sobresaliente, puesto que es superior a 50.00 por ciento (Alderson, 1999), lo cual se asocia una capacidad torácica, pulmonar amplia, para albergar a los pulmones y corazón adecuadamente. En las vacas Holstein puras de la provincia de Chimborazo, el índice torácico fue 61.00 ± 4.00 por ciento y en las mestizas 62.00 ± 5.00 por ciento (Shicay y Condo, 2016 y Rodríguez, 2001), valores inferiores a los registrados en la presente investigación.

Tabla 13: Índices morfológicos generales de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables (Índices)	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Corporal	26 77.96 ^b \pm 3.84	25 75.74 ^a \pm 3.52	37 72.95 ^c \pm 3.56
Torácico	26 81.90 ^a \pm 3.06	25 82.29 ^a \pm 3.75	37 82.51 ^a \pm 3.41
Ilio-isquiático	26 79.67 ^a \pm 2.86	25 79.04 ^a \pm 3.67	37 77.68 ^a \pm 7.51
Compacidad	26 63.97 ^a \pm 4.53	25 62.74 ^a \pm 5.15	37 63.38 ^a \pm 3.78

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

El índice pelviano (Índice Ilio-isquiático), representado por la relación entre la anchura inter-ilíaca sobre la longitud ilio-isquiática, refleja una pelvis proporcionalmente ancha cuando es

superior al 33 por ciento (Sañudo, 2010); las vaquillas mestizas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, mostraron índices de 79.67 ± 2.86 , 79.04 ± 3.67 y 77.68 ± 7.51 por ciento, respectivamente, similares entre sí, que corresponden a una buena facilidad de parto.

El peso vivo sobre la alzada a la cruz, identificado como el índice de compacidad, en las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 63.97 ± 4.53 , 62.84 ± 5.15 y 63.38 ± 3.78 por ciento, respectivamente. La vaca frisona registra, índices de 62.00 por ciento, las Holstein puras de 65.00 por ciento, las mestizas de 62.00 por ciento y las criollas de 60.10 por ciento (Payeras, 1997; Shicay y Condo, 2016; Rizzo *et al.*, 2018; Salamanca y Crosby, 2013 y Jáuregui *et al.*, 2014), similares a los obtenidos en el presente estudio.

b. Índices craneométricos

Las medias y desviaciones de los índices craneométricos de las vaquillas mestizas se presentan en la Tabla 14.

El índice cefálico de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, fue de 65.05 ± 9.92 , 66.66 ± 7.97 y 67.84 ± 8.88 por ciento, respectivamente. En el criollo Saavedreño, macho y hembra, de Bolivia, el índice cefálico es de 55 y 35 por ciento (Rojas, 2014), inferior al hallado en el presente estudio; de la misma manera, en las vacas Frisonas, el índice cefálico es de 42.00 por ciento, en la Holstein pura de 35 por ciento, y en las mestizas de 42.00 por ciento (Payeras, 1997; Shicay y Condo, 2016; Rizzo *et al.*, 2018; Salamanca y Crosby, 2013 y Jáuregui *et al.*, 2014).

Tabla 14: Índices craneométricos de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables (Índices)	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Cefálico	26 $65.05^a \pm 9.92$	25 $66.66^a \pm 7.97$	37 $67.84^a \pm 8.88$
Craneal	26 $78.74^a \pm 4.81$	25 $77.82^a \pm 3.38$	37 $77.99^a \pm 2.50$
Facial	26 $69.92^a \pm 1.96$	25 $69.00^a \pm 3.19$	37 $69.37^a \pm 4.61$

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p < 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

El índice craneal, obtenido de la relación entre el ancho sobre la longitud del cráneo, en las vaquillas nacidas de primer, segundo y tercer parto, fueron de 78.74 ± 4.81 , 77.82 ± 3.38 y 77.99 ± 2.50 por ciento, respectivamente. En el bovino criollo Saavedreño, macho y hembra, de Bolivia, este índice es de 87 y 82 por ciento, respectivamente (Rojas, 2014); valores superiores al contrastarlos con los resultados encontrados en el presente estudio.

El índice facial, tomado entre el ancho sobre la longitud de la cara, de las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, registraron valores de 69.92 ± 1.96 , 69.00 ± 3.19 y 69.37 ± 4.61 por ciento, respectivamente (Figura 17). En el bovino criollo Barroso en Guatemala, el índice facial es de 44.91 por ciento (Payeras, 1997 y Jáuregui *et al.*, 2014), inferior al registrado en el presente estudio; mientras que en el criollo Saavedreño, machos y hembras, de Bolivia, fue 75 y 54 por ciento, respectivamente (Rojas, 2014); valores superiores a los registrados en los machos e inferior al contrastar con el índice facial de las hembras.

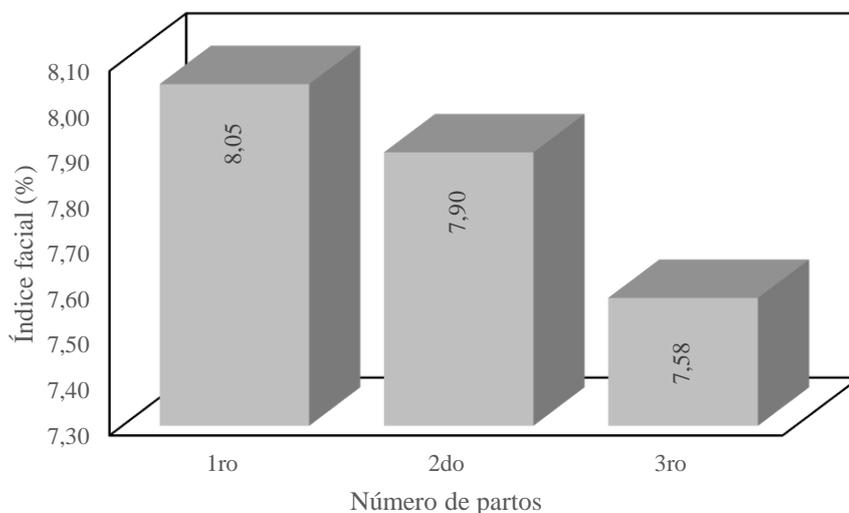


Figura 17: Índice facial de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

c. Índices de aptitud lechera

Los índices de aptitud lechera de las vaquillas mestizas se presentan en la Tabla 15.

El índice de profundidad relativa del tórax de las vaquillas mestizas nacidas en el primero, segundo y tercer parto fueron 99.63 ± 1.68 , 100.37 ± 0.90 y 99.87 ± 1.37 por ciento,

respectivamente. La relación alzada dorso-esternal sobre alzada a la cruz debe ser mayor al 50 por ciento (Alderson, 1999), pudiendo mencionar que el grupo de vaquillas del presente estudio son homogéneas; en el bovino criollo Barroso Salmeco de Guatemala con propósito de carne, el índice de profundidad fue 79.85 por ciento (Jáuregui *et al.*, 2014) inferior al reportado en el presente trabajo.

El índice dactilo-costal, obtenido de la relación entre el perímetro de caña anterior sobre el diámetro bicostal, del grupo de vaquillas nacidas en el primero, segundo y tercer parto fue de 8.05 ± 0.33 , 7.90 ± 0.55 y 7.58 ± 0.49 por ciento, respectivamente; valores entre los cuales, difieren significativamente entre sí ($p < 0.01$). En vacas Holstein puras de la provincia de Chimborazo, el índice dactilo-costal reportado fue 9.00 ± 2.00 por ciento, y en las mestizas de 9.00 ± 3.00 por ciento (Shicay y Condo, 2016), ligeramente superiores a los alcanzados en el presente estudio. El índice dactilo-costal está relacionado con la fortaleza de las extremidades que sostienen la masa corporal (Pares, 2009).

Tabla 15: Índices de aptitud lechera de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables (Índices)	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Profundidad	26 99.63 ^a \pm 1.68	25 100.37 ^a \pm 0.90	37 99.87 ^a \pm 1.37
Dactilo-costal	26 8.05 ^a \pm 0.33	25 7.90 ^b \pm 0.55	37 7.58 ^c \pm 0.49
Dactilo-torácico	26 9.84 ^a \pm 0.42	25 9.60 ^b \pm 0.48	37 9.19 ^c \pm 0.52

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

El índice dactilo-torácico o metacarpiano – torácico, calculado dividiendo el perímetro de caña anterior por el perímetro recto torácico, de las vaquillas nacidas en el primero, segundo y tercer parto fueron 9.84 ± 0.42 , 9.60 ± 0.48 y 9.19 ± 0.52 por ciento, respectivamente (Figura 18). En vacas Holstein mestizas en la provincia de Chimborazo, el índice dactilo-torácico fue 11.00 por ciento y en el criollo de la isla Puná de Ecuador de 10.10 por ciento (Rizzo *et al.*, 2018), ligeramente superiores a los registrados en el presente estudio. El índice dactilo-torácico indica proporcionalidad y grado de finura esquelética, siendo mayor en animales orientados a la producción de carne que a leche (Dowdall, 1997).

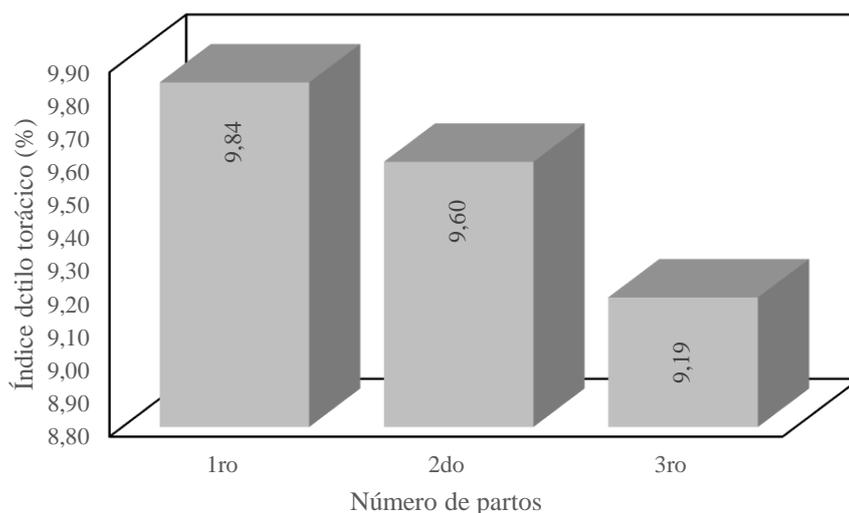


Figura 18: Índice dactilo torácico de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

d. Otros índices en vaquillas mestizas

Las medias y desviaciones de otros índices de vaquillas mestizas se registran en la Tabla 16.

La relación entre la alzada al corvejón sobre la alzada al nacimiento de la cola, de los grupos de vaquillas mestizas nacidas de vacas del primero, segundo y tercer parto fue de 17.28 ± 1.53 , 16.33 ± 0.97 y 15.98 ± 1.26 por ciento; determinándose que madres con mayor número de partos producen crías cuyos índices podales tienden a ser menores. En el bovino criollo Saavedreño de Bolivia, el índice podal posterior fue 17 por ciento (Rojas, 2014), valor que se encuentra dentro de los registrados en el presente estudio.

El índice ilio-isquiático transverso, calculado por la anchura inter-ilíaca sobre la longitud ilio-isquiática, de las vaquillas mestizas nacidas en el primero, segundo y tercer parto fue de 32.13 ± 1.62 , 32.31 ± 2.20 y 31.83 ± 2.19 por ciento, respectivamente. En el bovino criollo Barroso en Guatemala, el índice ilio - isquiático fue 37.47 por ciento (Jáuregui *et al.*, 2014) ligeramente superior a los encontrados en el presente estudio. El índice ilio-isquiático en bovino criollo Saavedreño en Bolivia fue 100 ± 0.53 por ciento en hembras (Rojas, 2014) valor superior al registrado en la presente investigación. La pelvis debe ser proporcionalmente ancha para propiciar partos fáciles (Alderson, 1999).

Tabla 16: Otros índices de las vaquillas mestizas según número de parto de la madre

Variables (Índices)	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Podal posterior	26 17.28 ^a \pm 1.53	25 16.33 ^b \pm 0.97	37 15.98 ^c \pm 1.26
Ilio-isquiático transverso	26 32.13 ^a \pm 1.62	25 32.31 ^a \pm 2.20	37 31.83 ^a \pm 2.19
Ilio-isquiático longitudinal	26 15.65 ^a \pm 3.35	25 17.12 ^a \pm 3.07	37 17.01 ^a \pm 3.08
Grueso relativo de la caña	26 15.80 ^a \pm 1.83	25 15.82 ^a \pm 2.30	37 15.34 ^a \pm 1.76
Carga de la caña	26 4.11 ^a \pm 0.30	25 4.19 ^a \pm 0.45	37 4.06 ^a \pm 0.29
Gracilidad subesternal	26 91.06 ^a \pm 7.05	25 85.57 ^a \pm 7.57	37 83.87 ^a \pm 7.06
Auricular/tórax	26 14.18 ^a \pm 2.00	25 12.98 ^b \pm 1.35	37 12.54 ^c \pm 1.45
Coefficiente de Proporcionalidad	26 82.33 ^b \pm 7.81	25 83.18 ^b \pm 9.75	37 87.20 ^a \pm 7.95
Anamorfosis	26 3.24 ^c \pm 0.01	25 2.20 ^b \pm 0.46	37 2.73 ^a \pm 0.55

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

El índice ilio-isquiático longitudinal como resultado de la relación entre el diámetro ilio-isquiático sobre la alzada a la cruz de las vaquillas nacidas del primero, segundo y tercer parto fueron 15.65 ± 3.35 , 17.12 ± 3.07 y 17.01 ± 3.08 por ciento. En las vacas criollos saavedreños en Bolivia, el índice ilio-isquiático longitudinal fue 20 por ciento (Rojas, 2014), manifestándose que el grupo de vaquillas del presente estudio poseen una pelvis proporcionalmente constituida (Alderson, 1999). El índice ilio-isquiático longitudinal es propio para ganado de carne y en ganado criollo con propósito de carne es de 36 por ciento, valor superior al encontrado en el ganado tipo lechero utilizado en la presente investigación (Dipas, 2015).

El índice grueso relativo de la caña, calculado entre el perímetro de caña anterior sobre la alzada a la cruz, de las vaquillas nacidas en el primero, segundo y tercer parto fueron de 15.80 ± 1.83 , 15.82 ± 2.30 y 15.34 ± 1.76 por ciento, respectivamente. En las hembras y machos criollos Saavedreños de Bolivia, este fue de 18.00 y 15.00 por ciento, respectivamente (Rojas, 2014). Se menciona que valores de 16 por ciento, aseguran un buen soporte de la caña en relación al peso del animal, facilitando una producción homogénea durante la lactancia (Alderson, 1999).

El índice de carga de la caña, obtenido por la relación entre el perímetro de caña anterior sobre el peso vivo, observado en las vaquillas mestizas, nacidas de primer, segundo y tercer parto, fue de 4.11 ± 0.30 , 4.19 ± 0.45 y 4.06 ± 0.29 por ciento, respectivamente; no

encontrándose influencia del número de parto de la madre en su expresión, que fue similar entre ellos. Bovinos Holstein mestizos hembras, mayores de cuatro años, en la localidad del cantón Chambo, provincia de Chimborazo, registran un índice de carga de caña de 4.00 por ciento y el criollo de Galápagos de 4.10 por ciento (Shicay y Condo, 2016 y Rizzo *et al.*, 2018), encontrándose que éstos son similares a los registrados en el presente estudio.

El índice de gracilidad sub-esternal, calculado dividiendo la alzada al esternón por la alzada dorso-esternal, en las vaquillas mestizas nacidas de primer, segundo y tercer parto, fue de 91.06 ± 7.05 , 85.57 ± 7.57 y 83.87 ± 7.06 por ciento, respectivamente; observándose que las vaquillas producto de madres de segundo y tercer parto expresan índices menores, con relación al de las nacidas de primer parto; lo cual permite concluir a mayor índice, el espacio de la luz ventral es mayor y viceversa (Bouchel *et al.*, 1997).

En lo relacionado al índice auricular/tórax, determinado entre la longitud de la oreja sobre la alzada dorso-esternal, las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, expresaron índices de 14.18 ± 2.00 , 12.98 ± 1.35 y 12.45 ± 1.45 por ciento, respectivamente (Figura 19); observándose que las provenientes de madres de primer parto presentan una relación más alta que las de segundo y tercer parto, identificándose proporcionalidad entre la longitud de la oreja y la alzada al dorso (Sañudo, 2010).

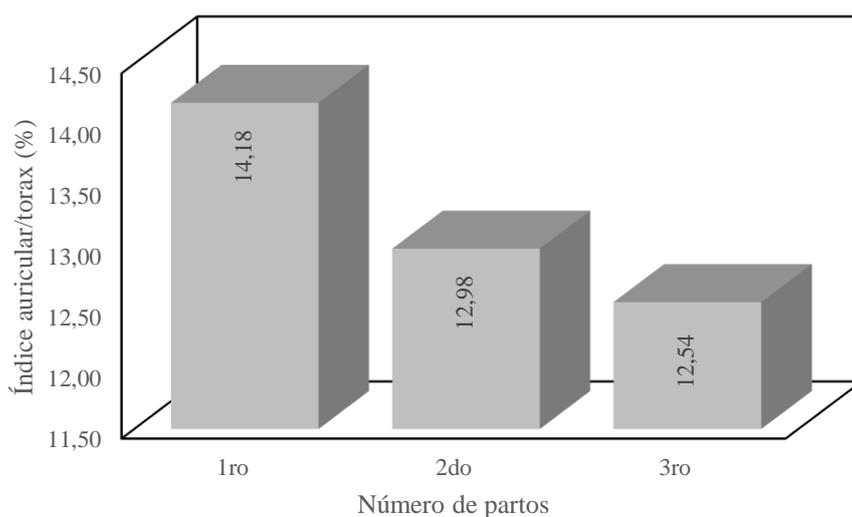


Figura 19: Índice auricular/tórax de las vaquillas nacidas en diferente número de parto.

El coeficiente de proporcionalidad, calculado dividiendo el índice de compacidad sobre el índice corporal, en las vaquillas mestizas nacidas de primer, segundo y tercer parto, fueron 82.33 ± 7.81 , 83.31 ± 9.75 y 87.20 ± 7.95 por ciento, respectivamente, valores que difieren significativamente entre sí (Figura 20); pudiéndose señalar que las crías de las vacas de tercer parto tienen una mejor proporcionalidad entre el peso por el perímetro torácico sobre la alzada a la cruz por la longitud (Bouchel *et al.*, 1997 y Sañudo, 2010), de esta manera se puede mencionar que los animales en el presente estudio son proporcionales y bien distribuidos importante en la productividad y comercialización.

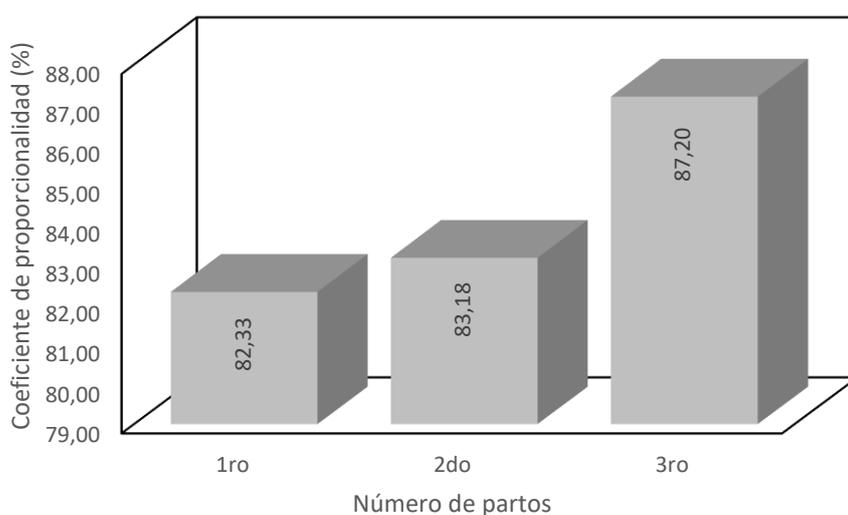


Figura 20: Coeficiente de proporcionalidad de las vaquillas según el parto de la madre.

El índice de anamorfosis, construido entre el perímetro recto torácico sobre la alzada a la cruz, en las vaquillas mestizas nacidas en el primero, segundo y tercer parto, fue de 3.24 ± 0.01 , 2.20 ± 0.46 y 2.73 ± 0.55 por ciento, respectivamente (Figura 21). Observándose que, a mayor número de parto de la madre, la cría tiene un índice de anamorfosis más alto a la pubertad. En vacas Holstein puras, Holstein mestizas y criollas del cantón Chambo, provincia de Chimborazo, el índice de anamorfosis fue 2.70, 2.80, y 2.03 por ciento, respectivamente (Shicay y Condo, 2016; Rodríguez *et al.*, 2001; Rizzo *et al.*, 2018; Pares, 2009 y Salamanca y Crosby, 2013); asimismo, en vacas criollas de Ayacucho, el índice fue de 2.18 (More, 2017), inferiores a los encontrados en el presente estudio. Determinándose que las vacas mestizas estudiadas poseen una buena estructura ósea y contarían con mayor fortaleza.

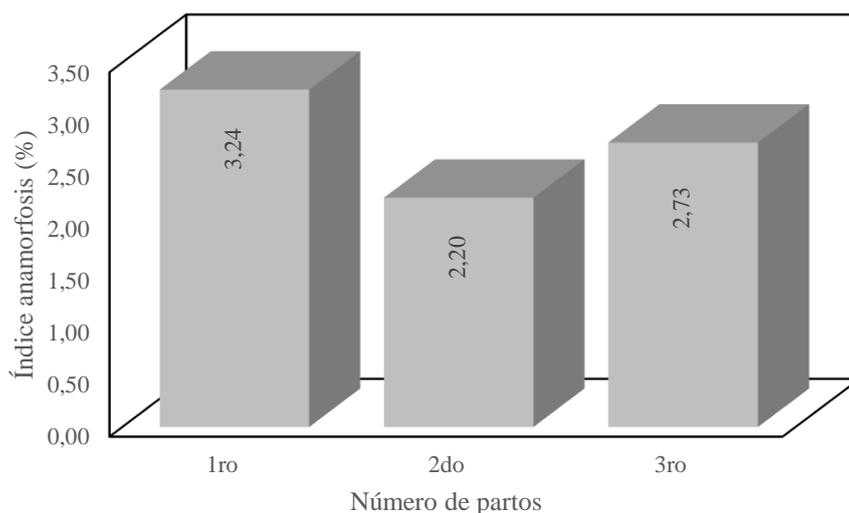


Figura 21: Índice de anamorfosis de las vaquillas según el parto de la madre.

4.2. PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.2.1. Peso de las vaquillas

El peso y peso relativo de las vaquillas mestizas a la pubertad –entre 8 y 21 días de edad- se presentan en la Tabla 17.

Se aprecia que las vaquillas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto, alcanzaron pesos de 418.27 ± 27.02 , 427.28 ± 25.17 y 435.95 ± 19.66 kg, respectivamente; con diferencias no relevantes, lo cual facilitaría su manejo por ser homogéneas. A la pubertad, en el cordón productivo del altiplano de Bolivia, vaquillas Holstein mestizas de las provincias de Murillo, Aroma, Ingavi, Los Andes y Omasuyos fueron de 320.09, 295.83, 281.59, 305.37 y 327.45 kg y las vaquillas criollas Saavedreño registran un peso promedio de 274.23 ± 7.51 kg (Llanos, 2007 y Rojas, 1987), valores inferiores a los registrados en la presente investigación.

4.2.2. Peso relativo de los animales

El peso relativo de los animales, que relaciona su peso vivo al momento del servicio con su peso después del parto, en las vacas mestizas nacidas de madres de primer, segundo y tercer parto fue de 83.65 ± 5.41 , 83.91 ± 5.03 y 86.39 ± 3.93 por ciento, respectivamente;

pudiéndose notar una ligera diferencia entre los pesos relativos de las vacas nacidas de madres de tercer parto frente a las nacidas de madres de segundo y primer parto; probablemente consecuencia de que las madres de tercer parto son más desarrolladas, tienen mayor peso y no gastan energía para su crecimiento (edad adulta).

Tabla 17: Peso de vaquillas mestizas según número de parto de la madre.

Variables	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Peso (kg)	26 418.27 ^a \pm 27.06	25 419.56 ^a \pm 25.17	37 431.95 ^a \pm 19.66
Peso relativo (%)	26 83.65 ^a \pm 5.41	25 83.91 ^a \pm 5.03	37 86.39 ^a \pm 3.93

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p < 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

4.2.3. Días de lactancia

La duración promedio de la lactancia de las vacas mestizas nacidas en el primer semestre del año, hijas de madres primíparas fue 294.31 ± 6.12 días (Tabla 18); más larga que la de las nacidas en el segundo semestre, de 275.17 ± 8.87 días (Tabla 19). El periodo de lactancia establecido como un estándar fue de 305 días, considerado que una vaca debe producir una lactancia en 305 días y 60 días secos (Alviar, 2010); en este sentido, las vacas del primer parto del presente estudio no registraron lactancias superiores al mencionado indicador.

4.2.4. Producción de leche

La producción de leche, en la primera lactancia de las vacas mestizas, manejadas bajo un sistema semi-intensivo- se encontró entre $2,881.88 \pm 224.68$ a $3,028.22 \pm 148.79$ litros (Tabla 19). Evaluaciones de lactancias de vacas Holstein, en Colombia y Estados Unidos, reportan cantidades entre 6,000 y 10,465 litros, en un periodo de 305 días (Alviar, 2010 y Holstein Association USA Inc., 2012); y, en Tuntatacto provincia de Chimborazo – Ecuador, se registró una producción de 4,077 litros en 305 días (Gallardo, 2018); superior a los hallados en el presente estudio. Lo cual puede deberse a que las vacas fueron de la primera lactancia, que aún no alcanzaban la edad adulta; como también a su componente genético. El rendimiento promedio, en vacas Holstein mestiza, en La Paz – Bolivia, fue de $2,418.93 \pm 746.54$ (Tambo, 2002) y de 1,647.00 litros (Llanos, 2007), valores inferiores a los registrados en el presente estudio.

4.2.5. Producción de leche ajustada a 305 días

La producción de leche por campaña, ajustada a 305 días, de las vacas mestizas, nacidas en el primer, segundo y tercer parto, fue de 3051.20 ± 210.20 , 3093.32 ± 203.37 y 3235.98 ± 206.10 litros. Según la Granja Integral, autosuficiente con tecnologías orgánicas en Colombia, la vaca Holstein Friesian registra una producción promedio de 6000 litros /lactancia de 305 días (Alviar, 2010), superior a la alcanzada en el presente estudio; mientras que vacas mestizas de La Paz – Bolivia registran producciones inferiores a las señaladas (Llanos, 2007 y Tambo, 2002). Se ajustó la producción de leche a 305 días, al considerar que las vacas deben proporcionar una cría por año, lo cual resulta en una lactancia completa por año (Mellado, 2012).

Tabla 18: Parámetros productivos de las vacas mestizas de primera lactancia, nacidas en el primer semestre del año, según el número de parto de la madre

Variables	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Producción Total (litros/lactancia)	15 2940.70 ^a \pm 204.63	13 2949.93 ^a \pm 135.09	18 2949.76 ^a \pm 146.93
Días de lactancia	15 294.00 ^a \pm 6.12	13 291.31 ^b \pm 8.94	18 278.44 ^c \pm 11.58
Producción Total (litros/ajustada a 305 días)	15 3051.20 ^a \pm 210.12	13 3093.32 ^a \pm 203.37	18 3235.98 ^a \pm 206.10
Producción promedio/día	15 9.64 ^a \pm 0.67	13 9.67 ^a \pm 0.44	18 9.67 ^a \pm 0.48

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

Tabla 19: Parámetros productivos de las vacas mestizas en de primera lactancia, nacidas en el segundo semestre del año, según el número de parto de la madre

Variables	Primer parto	Segundo parto	Tercer parto
	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.	n Promedio \pm D.E.
Producción Total (litros/lactancia)	11 2959.12 ^a \pm 179.22	12 2881.15 ^a \pm 224.68	19 3028.22 ^a \pm 148.79
Días de lactancia	11 280.27 ^b \pm 3.20	12 275.17 ^c \pm 4.86	19 286.47 ^b \pm 5.87
Producción Total (litros/ajustada a 305 días)	11 3220.69 ^a \pm 200.42	12 3192.17 ^a \pm 227.97	19 3224.21 ^a \pm 149.28
Producción promedio/día	11 9.70 ^a \pm 0.59	12 9.45 ^a \pm 0.74	19 9.93 ^a \pm 0.49

Letras iguales a nivel horizontal indica que no hay diferencias utilizando la prueba de Tukey ($p > 0.05$). D.E. Desviación Estándar.

La producción de leche en la primera lactancia de las vacas mestizas, nacidas en el primer, segundo y tercer parto fue de 9.70 ± 0.59 , 9.45 ± 0.74 y 9.93 ± 0.49 litros/día,

respectivamente. En vacas Holstein del altiplano de Bolivia, alimentadas exclusivamente con forraje de praderas naturales, la producción diaria fue de 5.24 kg/vaca/día, en vacas criollas 3.70 Kg/día y para vacas mestizas (Holstein x criolla) 4.88 kg/día (Gallo *et al.*, 1994); valores inferiores a los encontrados en el presente estudio, pudiéndose deber al sistema de manejo semi-intensivo que se practica en los dos establos evaluados.

Tabla 20: Coeficientes de la curva de lactancia de vacas mestizas de primer parto.

Coeficientes	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	12.31	0.30	41.39	8.33E-126
Periodo de Lactancia	4.6E-01	0.02	23.30	3.56E-69
Lactancia elevada al cuadrado	-8.4E-03	0.00	-21.36	4.12E-62
Lactancia elevada al cubo	5.3E-05	0.00	16.35	2.30E-43
Lactancia elevada a la cuarta potencia	-1.5E-07	0.00	-12.47	5.25E-29
Lactancia elevada a la quinta potencia	1.5E-10	0.00	9.58	3.90E-19
Coeficiente de correlación	0.991			
Coeficiente de determinación	0.982			

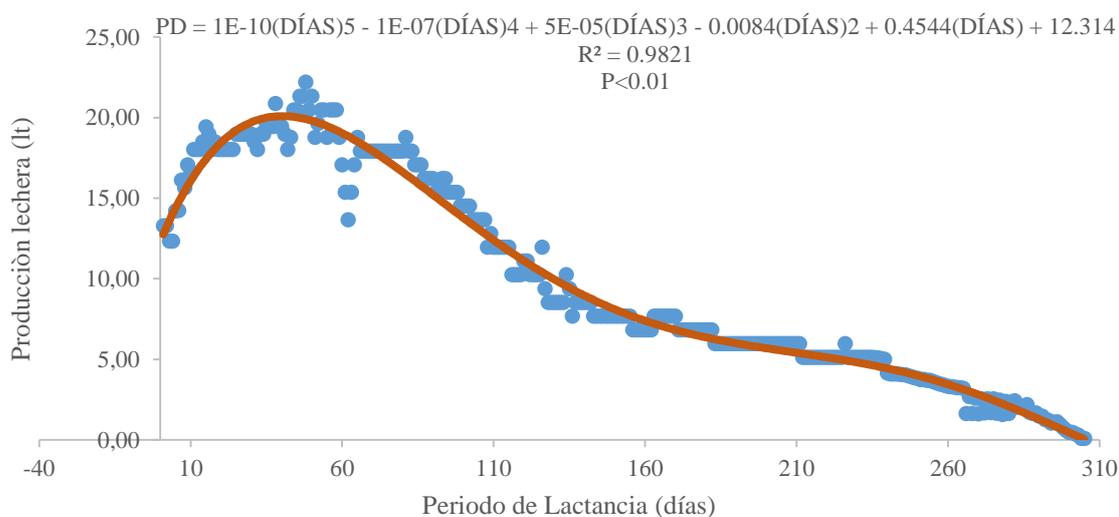


Figura 22: Curva de lactancia de vacas mestizas en el primer parto.

La Tabla 20, presenta los coeficientes que definen la curva de lactación de las vacas mestizas, determinándose una relación significativa ($P < 0.01$), de dependencia, entre la producción diaria y el periodo de lactancia (días); expresada por una regresión polinómica de quinto orden, con un coeficiente de determinación ajustado de 98.21 por ciento, donde la curva de la producción está representada por la ecuación $PD = 12.324 + 0.4544x + 0.0084x^2 + 5E - 05 x^3 + 1E-07 x^4 + 1E-10 x^5$, que explica la producción inicial, su incremento hasta los 40

días, su descenso y su variación, hasta los 305 días, que la vaca deja de producir (seca). La reducción de la producción inicia con la presencia del estro aproximadamente a los 60 días (Naveros y Huanca, 2014), y es más notoria en la fase final de la gestación, donde la demanda de nutrientes para crecimiento del feto es alta (Mellado, 2012), y la vaca debe ser secada para regenerar el tejido mamario para su próxima lactancia.

4.3. ASOCIACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El modelo predictor de leche, ajustado mediante el proceso Stepwise, asoció tres características morfológicas, del total de cuarenta y nueve analizadas. La alzada a la cruz, el índice corporal y el índice de compacidad cumplieron con los supuestos de normalidad, homogeneidad de la varianza y linealidad para los residuales, e independencia entre ellas (no colinealidad); como se observa en el análisis de inflación de la varianza (FIV) (Tabla 21). El proceso de regresión múltiple de inclusión y exclusión, se aplicó a un nivel de significancia ($P < 0.10$ para las entradas y 0.10 para las salidas) dando la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{Producción de leche} = (-2967) + 18.64 (\text{alzada a la cruz}) + (6.15 (\text{índice corporal}) + 46.71 (\text{índice de compacidad}))$$

El coeficiente de determinación ajustado R^2 fue de 90.47 por ciento (anexo 5). Al respecto, Piccardi *et al.*, 2012 refieren que las características morfológicas asociadas a la producción de leche también lo están con las características de la ubre (sanas, buena inserción de ligamento suspensor medio y pezones bien colocados verticalmente).

Tabla 21: Intercepto y coeficientes de regresión múltiple (C), según análisis Stepwise ajustado.

Término	C	EE de C	Valor T	Valor p	VIF
Intersepto	-2967	254	-11.69	0	
Alzada a la cruz (cm)	18.64	1.14	16.4	0	1.49
Índice corporal	6.15	1.49	4.14	0	1.17
Índice de compacidad	46.71	1.63	28.6	0	1.56

E.E. Error Estándar del coeficiente.

VIF: Valor de Inflación de la varianza.

V. CONCLUSIONES

1. Las vaquillas mestizas, nacidas de madres de tercer parto, presentaron a la pubertad las mayores medidas morfológicas. Estas fueron: la alzada al dorso 136.51 ± 5.71 cm, longitud occipito-coccígea de 202.35 ± 10.34 cm, anchura inter-iliáca de 43.38 ± 2.24 cm, el perímetro recto torácico de 109.47 ± 5.92 cm, el índice corporal de 72.95 por ciento, el índice dáctilo costal de 7.58 ± 0.49 por ciento y el índice de proporcionalidad de 87.20 ± 7.95 por ciento.
2. En su primera lactancia la producción de leche, ajustada (305 días), de las vacas mestizas de los establos de Riobamba nacidas de madres de tercer parto, fue de $3,224.30 \pm 149.28$ litros, con una producción / día de 9.45 a 9.93 litros.
3. La curva de producción de leche, en función del período de lactancia, responde a la regresión polinómica de quinto orden ($PD = 12.324 + 0.4544x + 0.0084x^2 + 5E-05 x^3 + 1E-07 x^4 + 1E-10 x^5$), con un coeficiente de determinación ajustado de 98.21 por ciento; la misma que es mejor explicada por la alzada a la cruz, e índices corporal y de compacidad.

VI. RECOMENDACIONES

1. Seleccionar, de preferencia, vaquillas mestizas nacidas de vacas multíparas a partir del segundo parto, puesto que permite disponer de crías de buen desarrollo, que además pueden garantizar un buen nivel de producción lechera y rusticidad; proceso que podría realizarse aplicando las ecuaciones de regresión encontradas, tanto para una selección temprana a la pubertad, en base a la morfología; como la estimación de la producción de leche utilizando como referencia la curva de lactación.
2. Realizar el seguimiento de la mejora productiva de las vacas mestizas bajo las condiciones actuales, y proponer innovaciones en su manejo que permitan contar con una crianza sostenible (económica, ambiental y social) adecuada a las necesidades e intereses de los criadores en las comunidades estudiadas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABUBAKAR, B.; MC DOWELL RD.; VAN VELCK and CABELLO, E. 1987. Phenotypic and genetic parameters for Holstein in México. *Tropa. Agría*. 64 p. (en línea). <https://www.academia.edu/28654688/mejoramiento_gen%c3%89tico_del_ganado_bovino_productor_de_leche> (Consulta: 15 de noviembre 2016).

AGUIRRE, L; BERMEO, A.; MAZA, D; MERINO, L. 2011. Estudio fenotípico y zoométrico del bovino criollo de la sierra media y alta de la región sur del Ecuador (RSE). 1 Centro Biotecnología Reproductiva Animal CEBIREA, UNL Loja – Ecuador. *Revista. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA* (en línea) <<https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/202>> (Consulta: 10 de diciembre del 2019).

AGUIRRE, L. 2005. Diagnóstico de la explotación bovina en las diferentes regiones del Cantón Loja; Tesis MVZ. Universidad Nacional de Loja – Ecuador. 4-15 pp.

ALDERSON, L. 1999. The categorisation of types and breeds of cattle in Europe. *Archivos Zootecnia*. 41, 325-324 pp.

ALVEAR, F. 2010. Valoración biotipológica y caracterización zoométrica del grupo genético autóctono bovino Pizan. (en línea). Tesis de grado Riobamba. 33 – 50 pp. <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1648/1/17T0832.pdf>> (Consulta: 12 de diciembre del 2015).

ALVIAR, J. 2010. Granja Integral autosuficiente. *Chacras Integrales*. Editorial Interamericana. Colombia. 90 – 120 pp.

APARICIO, J. 1986. Características Estructurales del Caballo. Tipo Anadluz. Madrid.: C. S. I. C. 40 – 50 pp.

ARÉVALO, F. 2012. Manual de Ganado Lechero, 2ª ed. Edit. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 73-75 pp.

BALLINA, A. y BENCOMO, G. 2010. Manejo Sanitario Eficiente del Ganado Bovino: Principales Enfermedades. (en línea). <<http://www.fao.org/3/as497s/as497s.pdf>> (Consulta: 14 de octubre del 2019).

BRAMLEY, A. J. - 1993 - Mastitis and Machine Milking, Chap. 10 in: Machine Milking and Lactation, Insign Books, Berkshire, England, 343-371 pp.

BRETSCHNEIDER, E., SALADO, E., CUATRIN, A. y ARIAS, D. 2015. Lactancia: pico y persistencia. INTA, EEA Rafaela (2300), Santa Fe, Bogotá. (en línea). <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_lactancia_pico> (Consulta: 19 de noviembre del 2019).

BRODY, S.; RAGSDALE, A. y TURNER, C. 1924. The relation between the initial rise and the subsequent decline of milk secretion following parturition. J. Gen. Physiol. 6(5): 541-545 pp.

BOUCHEL, D.; LAUVERGNE, J.J.; GUIBERT, E. y MINVIELLE, F. 1997. Etude morpho-biométrique de la chèvre du Rove. I. Hauteur au garrot (HG), profondeur du thorax (PT), vide sous-sternal (VSS) et indice de gracilité sous-sternale (IGs) chez les femelles. Revue Méd Vêt., 1997, 148, 1, 37-46 pp.

CASTILLO, R. 1999. Manual de Calificación morfológica de ovino de carne, Raza Navarra. Pamplona: Instituto técnico y de gestión ganadero, S. A. 70 p.

CEVALLOS, F. 2017. Caracterización morfológica y molecular del bovino criollo en la provincia de Manabí (ECUADOR). Tesis Doctoral en Recursos Naturales y gestión sostenible. Universidad de Córdova – Córdova. (en línea) <http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/16_12_21_tfm_Orly_final.pdf> (Consulta: 10 de julio del 2018).

CIL-ECUADOR. 2015. La leche del Ecuador: historia de la lechería ecuatoriana. Vol. 15. 192 p. (en línea) ><https://www.cilecuador.org/noticias-1>> (Consulta: 10 de octubre del 2017).

CONTRERAS, G.; CHIRINOS, Z.; MORELO, E. y PÁEZ, A. 2011. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas criollo Limonero de Venezuela. Venezuela.: Rev. Fac. Agron. (Luz) 28: 91-103 pp. (en línea) <http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692012000200006> (Consulta: 29 de septiembre de 2015).

CORBELLINI, C. 2015. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. Instituto nacional de tecnología agropecuaria proyecto lechero, E.E.A. Inta Pergamino. Buenos Aires - Argentina. (en línea) <<https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>> (Consulta: 10 de diciembre del 2017).

DAVIDIAN, M. y GILTINAN, D. 1995. Hierarchical Non-linear models. In; Nonlinear models for repeated measurement data. 2nd ed. London: Chapman y hall/CRC. 63-95 pp. (en línea) <<https://www4.stat.ncsu.edu/~davidian/nlmmreview.pdf>> (Consulta: 12 de octubre del 2015)

DIPAS, 2015. Zoometría e índices corporales del vacuno criollo en el matadero de Quicapata de la provincial de Guamanga a 2720 m.s.n.m. Ayacucho 2014. Tesis previo a la obtención del título de médico veterinario. Universidad Nacional de San Cristóbal de Guamanga. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria. Ayacucho – Perú.

DOWDALL, R. 1997. Criando Criollos. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio sur. 20 – 40 pp.

FALCONER, D.; and MACKAY, T. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th ed. Harlow: Addison Wesley Longman Limited. 80 – 120 pp.

FUENTES, G.; CARMONA, M.; PÉREZ, V. y CHIRINOS, Z, 2011. Caracterización del dimorfismo sexual en ganado criollo de Oaxaca, mediante medidas corporales. Laboratorio

de Investigación en Reproducción Animal Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán-UNAM. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA. (en línea) <http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/FuentesM2011_1_94_96.pdf> (Consulta: 18 de agosto del 2015).

GALLARDO, M. 2018. Evaluación del rendimiento productivo en bovinos de leche mediante la aplicación del sistema neozelandés en la parroquia san Andrés, cantón Guano. Trabajo de grado previo a la obtención de ingeniero Zootecnista. Riobamba - Ecuador. (en línea. <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8157/1/17T1524.pdf>> (Consulta: 10 de septiembre del 2019).

GALLO, A.; ROJAS, A. y VELÁSQUEZ, E. 1994. Vías de Intensificación de la Ganadería Bovina en el Altiplano Boliviano, La Paz – Bolivia. 117p. (en línea) <http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-05/41355.pdf> (consulta: 10 de diciembre del 2016).

GASQUE, R. 2008. Enciclopedia Bovina. Boletín Técnico. Órgano de difusión del Departamento de Producción Animal de Rumiantes FMVZ - UNAM. Editorial Boletín. Vol. 13. (en línea) <<http://fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgZooD001.htm>> (Consulta: 10 de septiembre del 2015).

GRIJALVA, J. 2014. Producción lechera ecuatoriana. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIAP. Quito - Ecuador. 60 – 80 pp.

GUILCAPI, D. 2015. Caracterización del comportamiento productivo y reproductivo de dos hatos lecheros en la provincia de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. (en línea). 28 – 75 pp. <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5227/1/17T1313.pdf>> (Consulta: 12 de octubre del 2016).

HOLGADO, F.; MARTÍNEZ, B.; DÍAZ, A. y SORAIRE, J. 2016. Desgaste dentario en función de la edad en bovino criollo argentino. (en línea) <https://aicarevista.jimdo.com/app/download/14929859925/AICA2016ARG_Trabajo001.pdf?t=1542558897> (Consulta: 15 de diciembre del 2016).

HOLMES, C. 1984. Producción de leche en praderas. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 446 p.

HOLSTEIN ASSOCIATION USA, INC. 2012. Características Descriptivas Lineales. 8 p. (en línea) <https://www.google.com/url?q=http://holsteinusa.com/pdf/print_material/linear_traits_spanish.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwiloNTpidzKAhUFXR4KHfDpCVwQFggUMA&usg=AFQjCNEPIiSamNHrczUpN-2J_DwDwmNCXA> (Consulta: 28 de septiembre del 2015).

INCHAUSTI, D. y TAGLE, E. 1980, Bovinotécnia, Exterior y Razas, Buenos Aires, Argentina. Ed. Ateneo. 800 p.

INEC. 2017. Encuesta - Superficie de producción Agropecuaria. Quito - Ecuador: ESPC.

IRIGOYEN, A.; Y RIPPOL, G.; 2011. Alimentación postparto en la vaca lechera. Plan Agropecuario, Uruguay. (en línea) <www.produccion-animal.com.ar>. (Consulta: 12 de noviembre del 2012).

JÁUREGUI, J.; GUTIÉRREZ, C.; CORDÓN, C.; OSORIO L. y VÁSQUEZ, CH. 2014. Determinación morfoestructural del bovino Criollo Barroso Salmeco en Guatemala. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA. 550 pp.

JICA. 1993. Juzgamiento de Ganado Holstein. (Cooperación Técnica del Gobierno del Japón). Santa Cruz de la Sierra. 31 pp.

LANUZA, A. 1995. Requerimientos nutricionales según su estado fisiológico de los bovinos de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue Boletín INIA N°148. (en línea). <<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf>> (Consulta: 19 de noviembre del 2019).

LEITON, P. 2008. Evaluación reproductiva y productiva del hato Lechero Jersey hacienda El Puente. Riobamba – Ecuador. Durante el periodo 2002 – 2006. (en línea). 29 – 55 pp. <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1611/1/17T0834.pdf>> (Consulta: 15 de octubre del 2015).

LINDSTROM, M. y BATES, D. 1990. Nonlinear mixed effects models for repeated measures data. *Biometrics*. 46 (3): 673-687. (en línea) <https://scholar.google.com.ec/scholar?q=Lindstrom,+M.%3B+Bates,+D.+1990.+Nonlinear+mixed+effects+models+for+repeated+measures+data&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar> (Consulta: 10 de septiembre del 2016).

LLANOS, G. 2007. Caracterización del ganado lechero mestizo Holstein en el cordón productivo del altiplano. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz – Bolivia. (en línea) <<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5224>> (Consulta: 10 agosto del 2017).

MARTÍNEZ, G. 2000. Edad al primer parto e intervalo entre parto en ganado pardo suizo criado en el Trópico subhúmedo. (en línea). <<http://ecologia.uat.mx/biotam/v4n2/art3.html>> (Consulta: 10 de septiembre del 2016)

MELLADO, M. 2012. Producción de Leche en zonas templadas y tropicales. México.: Trillas. pp 20 - 40.

MÉNDEZ, M.; SERRANO, J.; ÁVILA, R.; ROSAS, M. y MÉNDEZ, N. 2002. Caracterización morfológica del bovino criollo mixteco. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, (en línea) <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519425>> (Consultado: 12 de diciembre del 2017).

MINAG (Ministerio de Agricultura, Republica del Perú) 2001. Portal Agrario. Principales Razas. (en línea) <<http://www.agrobolivia.gov.bo>> (Consulta: 17 de diciembre del 2016).

MORE, M. 2017. Caracterización faneróptica y morfológica del bovino criollo en Ayacucho, Puno y Cajamarca. Lima- Perú: (en línea). Tesis de grado Riobamba. UNALM; 22 – 48 pp. <<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2747/L01-M674-T.pdf?sequence=2&isAllowed=y>> (Consulta: 10 de agosto del 2018).

MORENO, A. 2005. Evaluación técnica y económica de la producción Animal. sn.sl.se. 11, 20 pp.

NAVEROS, M., y HUANCA, T. 2014. ABC del Inseminador en ganado vacuno de leche. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y Ministerio de Agricultura y Riego. Lima – Perú. 27 p.

OCHOA, P. 1991. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. Departamento de genética y bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. 72, 73 pp.

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

OSSA, S. TORREGROZA, S. y ALVARADO, L. 1997. Determinación de la curva de lactancia en vacas mestizas de un hato de doble propósito en la Región Caribe de Colombia, Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol. 2, núm. 1, julio, 1997, 54-57 pp. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Cundinamarca, Colombia. (en línea) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44995_3019008> (Consulta: 15 de septiembre del 2017).

PALQUIBAY, A. 2003. Efecto de la suplementación con remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) en la producción de vacas Holstein en la Hacienda Santa Isabel. 98 pp.

PADILLA, R. (2016). Perfiles metabólicos en bovinos especializados en producción de leche de la raza Holstein, en la zona del Volcán Poás: determinación en valores. (en línea) <<http://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/13018>> (Consulta: 10 de septiembre del 2018).

PARES, I. 2009. Zoometría en Valoración Morfológica de los animales domésticos. . España: Sociedad Española de Zoo-etnólogos. 180 pp.

PASSARGE. E. 2009. Genética texto y Atlas. 3ra edición. Edit. Panamericana. Madrid – España. 138 pp.

PAYERAS, P. 1997. Contribución al estudio biométrico de la Raza Caballar Mallorquina (I): Dimorfismo Sexual". Avances en Alimentación y Mejora Animal. 200 pp.

PÉREZ, L.; ENRIQUE, R. y GONZÁLEZ, H. 2005. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones de la décima región de los Lagos, Chile. Revista Agricultura técnica. 2007. Volumen 27. 859 pp. (en línea). <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072007000100005> (Consulta: 18 de agosto del 2017).

PICCARDI, M.; BALZARINI, M.; BÓ, G. y CAPITAIN FUNES, A. 2012. Asociación entre las características morfológicas y la producción de leche en vacas Holstein. 1Fac.Cs. Agr.Univ.Nac.Córdoba, Av. Valparaíso s/n, Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina. 300 pp.

PIEDRA, J. T. 2012. Determinación del comportamiento de la curva de lactancia y producción lechera en ganado Holsteín y Brown Swiss en el valle de Cajamarca - Perú. Lima - Perú: Universidad Nacional San Marcos. 50 pp.

PINHEIRO, J. y BATES, D. 2000. Linear Mixed - effects Models. In: Mixed effects models in S and S-PLUS. 1st ed. Springer - Verlag, Berlin. 3-52 pp.

QUINTERO, J.; SERNA, J.; HURTADO, N.; ROSERO, R. y CERÓN, M. 2007. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20(2): 149-156 pp. (en línea) <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023034007>> (Consulta: 18 de noviembre del 2017).

RAMÍREZ, R. 2005. Nutrición de Rumiantes -Sistemas Extensivos. México: TRILLAS. 45 p.

RAMONES, M. y ZHUNIO. L. 2017. Caracterización morfométrica e índices zoométricos de los grupos raciales bovinos existentes en los cantones occidentales de la provincia del Azuay. (en línea) <<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28336/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>. 26/11/2019. Cuenca – Ecuador> (Consulta. 12 de septiembre del 2018).

REMACHE, V. 1989. Evaluación Productiva y Reproductiva del Hato lechero de la Facultad de Ingeniería Zootécnica durante el período 1978 - 1986. Tesis de grado ESPOCH Riobamba. Riobamba – Ecuador. 30 - 50 pp.

RENDEL, J.; and ROBERTSON, A. 1950. Estimation of genetic gain in milk production by selection in a closed herd of dairy cattle. J. Genetics. 50: 1 – 8 pp.

RIERA, M.; VILA V., NIEVES, L.; PÉREZ M. y GAVIDIA J. 2012. Caracterización morfológica de los rasgos corporales usados en la evaluación lineal de la raza bovina carora. Unidad de Investigación en Ciencias Morfológicas (UNICIM). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA (en línea) < http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo007_AICA2012.pdf> (Consulta: 10 de septiembre del 2018).

RIVADENEIRA, H. 1990. Evaluación productiva y reproductiva del hato lechero Holstein mestizo de la Hacienda San Juan Chuquipogyo. Periodo 1987 – 1988. Tesis de grado Riobamba. ESPOCH; 30 – 45 pp.

RIZZO, L.; MUÑOZ, E. y ÁLVAREZ, L. 2018. Caracterización morfológica del bovino criollo de la isla Puná en Ecuador. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA. Doctorado en Ciencias Agrarias-Línea Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Colombia. (en línea) <[AICA2018Ecuador_Trabajo004%20.pdf](#)> (Consulta: 10 de septiembre del 2018)

RODRÍGUEZ, M.; FERNÁNDEZ, G.; SILVEIRA, C. y DELGADO, J. (2001) “Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: I. Análisis biométrico”. (en línea) <http://www.produccion-animal.com.ar/.../11-morfometrico_criollos_uruguay.pdf. [Fecha de consulta] (Consulta 01 de octubre de 2015).

RODRÍGUEZ, M. 2001. “Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: I. Análisis biométrico”. (en línea) <http://www.produccion-animal.com.ar/.../11-morfometrico_criollos_uruguay.pdf> (Consulta: 31 de octubre del 2016).

ROJAS, A. 1987. Principales Características Zoométricas y de Producción del Bovino Criollo Altiplánico. Universidad Mayor de San Simón. Tesis de Grado. Cochabamba, Bolivia. 89 p.

ROJAS, A. 2014. Estudio Morfométrico y faneróptico del bovino criollo Saveedreño. (en línea) <https://www.researchgate.net/publication/320508438_Caracterizacion_Morfologica_y_Faneroptica_del_Bovino_Criollo_Saavedreno> (Consulta: 28 de noviembre del 2014).

ROMANGOSA, J. A. 1982. Manual de Crianza de Vacunos; 5 Ed. Barcelona. Aedos. 438p.

RUBIO, E. y PÉREZ, E. 2015. El Bovino Criollo de la sierra Tarahumara. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ciencias Biomédicas. Departamento de Ciencias Veterinarias. Doctorado en Ciencias Agrarias-Línea Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Colombia. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA (en línea) <<https://doaj.org/article/23d87bebc81f4604b0a0a5c5fbb4714f>> (Consulta: 10 septiembre 2018).

SALAMANCA, C. y CROSBY, G. 2013. Comparación de índices zoométricos en dos núcleos de bovinos criollos Casanare en el Municipio de Arauca. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Grupo de Investigaciones Los Araucos. Universidad Cooperativa de Colombia, sede Arauca. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA (en línea) <http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2013/Trabajo009_AICA2013.pdf> (Consulta: 10 septiembre del 2018).

SAÑUDO, C. 2010. Valoración de animales domésticos. Madrid - España: Ministerio del Medio Ambiente. 865 pp.

SERRANO, A. 2009. Relación de medidas Bovino métricas y medidas lineales de la ubre, con la producción de leche y con la edad al primer parto en vacas primerizas Holstein en el CIC Santa María del Puyón. Bogotá - Colombia.: Universidad La Salle.

SMITH, T. S. 2007. Adaptación. Sexta edición. Editorial Pearson. 776 p.

SHICAY, O. y CONDO, L. 2016. Valoración de rasgos morfológicos y productivos de vacas Holstein Puras y mestizas en el cantón Chambo. Riobamba. Tesis de grado Riobamba. ESPOCH; 59 – 76 pp. (en línea) <<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5384/1/17T1414.pdf>> (Consulta: 10 septiembre 2017).

SUTHAR, V. S.; CANELAS-RAPOSO, J.; DENIZ, A., & Heuwieser, W. (2013). Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2925-2938 pp. (en línea) <<https://doi.org/10.3168/jds.2012-6035>> (Consulta: 12 septiembre 2017).

TAMBO, H. 2002. Comportamiento de la Producción de Leche en Ganado Bovino de la estación experimental Choquenaira. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 98 p.

VÁSQUEZ, A. 2017. Curva de lactación en ganado bovino lechero con modelos no lineales en un establo del valle de Huaura. Tesis de grado Riobamba. UNALM; 22 – 29 pp. (en línea) <<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2817/L01-V387-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> (Consulta: 10 septiembre 2018).

VELASTEGUI, J. 2009. Relación entre medidas bovinométricas y lineales y el desempeño productivo-reproductivo en vacas Holstein en el centro de Investigación y capacitación Santa María del Puyón de la Universidad de la Salle. Santa María del Puyón.: *Revista Ciencia Animal* No. 2. 16-26 pp.

VILLENA, F. E. 2002. Técnico en Ganadería. Ed. Cultural S.A. Madrid – España. v.1. 650p.

VIZCARRA, R. 2015. La Leche del Ecuador - Historia de la lechería ecuatoriana. Quito - Ecuador. Consultado 31 oct. 2015. Publicación del Centro de la Industria Láctea - Ecuador. (en línea) <<http://www.cilecuador.org/descargas/LA%20LECHE%20DEL%20ECUADOR.pdf>> (Consulta: 10 septiembre 2018).

WATTIAUX, M. y TERRY, W. 1999. Esenciales Lecheras. Nutrición, alimentación, reproducción, selección genética, lactancia y ordeño, Crianza de terneras y novillas. The

Babcock for International Dairy Research and Development University of Wisconsin. Madison, Wisconsin, USA. 50 pp.

WEIGEL, K.; VANRADEN, P.; NORMAN, H. and GROSU, H. 2017. A 100-Year Review: Methods and impact of genetic selection in dairy cattle—From daughter–dam comparisons to deep learning algorithms. (en línea) <<https://doi.org/10.3168/jds.2017-12954>> (9 de octubre del 2019).

WIGGANS, R.; COLE, J.; HUBBAR, S.; y SONSTEGARD, T. 2016. Genomic Selection in Dairy Cattle: The USDA Experience. Animal Genomics and Improvement Laboratory, Agricultural Research Service, US. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland 20705–2350. (en línea) <<https://www.researchgate.net/publication/310587820>> (25 de octubre del 2019).

WOOD, P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216: 164-168. doi: 10.1038/216164a0.

ZAMBRANO, D.; CASTILLO, E. y SIMBAÑA, L, 2017. La producción de leche en Ecuador y Chimborazo: nuevas oportunidades e implicaciones ambientales. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Sangolquí - Ecuador. (en línea) <https://www.researchgate.net/publication/322756060_La_produccion_de_leche_en_Ecuador_y_Chimborazo_nuevas_oportunidades_e_implicaciones_ambientalespp.270-289> (Consulta: 27 de febrero del 2018).

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. y SALZBERG, S. 2009. A whole-genome assembly of the domestic cow, *Bos taurus*. *Genome Biol.* 10(4): R42. doi: 10.1186/gb-2009-10-4-r42.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Registro de datos.

No	Factor A	Factor B	Repet.	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17	Var18	Var19	Var20
1	1	1	1	131.0	133.0	66.0	67.0	136.0	174.0	52.0	25.0	57.0	25.0	28.0	17.0	72.0	143.0	160.0	46.0	37.0	26.0	22.0	47.0
2	1	1	2	132.0	131.0	60.0	71.0	128.0	168.0	54.0	20.0	55.0	24.0	31.0	19.0	80.0	138.0	147.0	50.0	38.0	23.0	18.0	60.0
3	1	1	3	125.0	125.0	61.0	64.0	126.0	172.0	52.0	18.0	53.0	22.0	31.0	16.0	73.0	135.0	143.0	51.0	38.0	21.0	18.0	55.0
4	1	1	4	126.0	123.0	57.0	66.0	120.0	173.0	52.0	17.0	53.0	22.0	31.0	18.0	78.0	125.0	142.0	58.0	41.0	20.0	18.0	61.0
5	1	1	5	131.0	126.0	60.0	66.0	120.0	182.0	54.0	19.0	50.0	22.0	24.0	19.0	80.0	128.0	148.0	55.0	40.0	22.0	17.0	61.0
6	1	1	6	127.0	129.0	63.0	66.0	129.0	182.0	56.0	21.0	52.0	24.0	28.0	16.0	75.0	128.0	157.0	51.0	39.0	23.0	15.0	54.0
7	1	1	7	129.0	128.0	60.0	68.0	126.0	191.0	52.0	20.0	54.0	25.0	29.0	18.0	80.0	136.0	152.0	55.0	41.0	23.0	16.0	60.0
8	1	1	8	137.0	133.0	63.0	70.0	129.0	187.0	53.0	22.0	52.0	23.0	29.0	18.0	83.0	143.5	170.0	55.0	42.0	25.0	23.0	61.0
9	1	1	9	133.0	132.0	60.0	72.0	131.0	186.0	51.0	22.0	56.0	25.0	31.0	18.0	82.0	136.0	154.0	58.0	45.0	24.0	23.0	60.0
10	1	1	10	130.0	133.0	64.0	69.0	136.0	170.0	51.0	22.0	53.0	23.0	30.0	16.5	78.0	138.0	157.0	52.0	40.0	24.0	25.0	56.0
11	1	1	11	129.0	130.0	62.0	68.0	130.5	180.0	56.0	21.0	53.0	23.0	30.0	17.0	78.0	131.0	158.0	53.0	41.0	23.0	17.0	57.0
12	1	1	12	124.0	123.0	61.0	62.0	122.0	170.0	50.0	20.0	53.0	22.0	31.0	23.0	74.0	127.0	144.0	50.0	40.0	22.0	16.0	54.0
13	1	1	13	128.0	126.0	63.0	63.0	124.0	170.0	52.0	22.0	51.0	24.0	27.0	18.0	76.0	131.0	144.0	52.0	39.0	24.0	17.0	54.0
14	1	1	14	128.0	128.0	63.0	65.0	128.0	180.0	52.0	21.0	52.0	23.0	29.0	18.0	76.0	131.0	160.0	53.0	39.0	23.0	22.0	55.0
15	1	1	15	149.0	149.0	69.0	80.0	149.0	217.0	52.0	18.0	57.0	24.0	26.5	20.0	85.0	150.0	158.0	55.0	40.0	20.0	19.0	67.0
16	1	2	1	135.0	135.0	66.0	69.0	134.0	170.0	56.0	21.0	53.0	22.0	31.0	18.5	80.0	137.0	151.0	53.0	38.0	23.0	20.0	59.0
17	1	2	2	138.0	138.0	67.0	71.0	137.0	202.0	57.0	22.0	56.0	23.0	33.0	18.0	80.0	142.0	172.0	53.0	39.0	24.0	18.0	58.0
18	1	2	3	132.0	133.0	62.0	71.0	134.0	170.0	55.0	22.0	55.0	26.0	29.0	19.0	79.0	137.0	145.0	52.0	41.0	24.0	17.0	57.0
19	1	2	4	141.0	141.0	68.0	73.0	141.0	190.0	57.0	21.0	55.0	24.0	31.0	19.0	82.0	141.0	161.0	54.0	42.0	23.0	24.0	61.0
20	1	2	5	127.0	127.0	57.0	70.0	128.0	186.5	56.0	18.0	53.0	22.0	27.0	19.0	79.0	132.0	155.0	55.0	42.0	20.0	13.5	61.0
21	1	2	6	130.0	130.0	61.0	69.0	131.0	180.0	50.0	20.0	52.0	23.0	29.0	17.0	78.0	131.0	147.0	53.0	43.0	22.0	16.0	58.0
22	1	2	7	122.0	124.0	54.0	70.0	127.0	169.0	55.0	18.0	50.0	21.0	29.0	18.0	77.0	126.0	157.0	53.0	43.0	20.0	17.0	59.0
23	1	2	8	132.0	133.0	59.0	74.0	132.5	189.0	58.0	19.0	53.0	24.0	25.0	16.0	82.0	135.0	172.0	52.0	42.0	21.0	17.0	63.0
24	1	2	9	137.0	137.0	64.0	73.0	136.0	196.0	56.0	20.0	57.0	23.0	30.0	20.0	81.0	140.0	158.0	54.0	43.0	22.0	20.0	61.0
25	1	2	10	134.0	134.0	62.0	72.0	133.0	212.0	56.0	21.0	55.0	24.0	28.0	19.0	80.0	139.0	162.0	55.0	44.0	23.0	16.0	59.0
26	1	2	11	139.0	138.0	63.0	75.0	137.0	182.0	61.0	21.0	57.0	24.0	28.0	22.0	83.0	143.0	153.0	55.0	44.0	23.0	20.0	62.0
27	1	2	12	131.0	131.0	61.0	70.0	130.0	195.0	53.0	20.0	53.0	23.0	28.0	18.0	79.0	135.0	154.0	51.0	40.0	22.0	17.0	59.0

28	1	2	13	144.0	145.0	72.0	73.0	147.0	201.0	53.0	21.0	55.0	22.0	26.0	19.0	83.0	149.0	170.0	55.0	41.0	23.0	19.0	62.0
29	1	3	1	132.0	133.0	61.0	72.0	134.0	205.0	57.0	20.0	52.0	23.0	29.0	18.0	78.0	133.0	151.0	53.0	38.0	22.0	16.0	58.0
30	1	3	2	132.0	133.0	62.0	71.0	134.0	209.0	58.0	19.0	52.0	21.0	28.0	20.0	79.0	138.0	163.0	52.0	37.0	21.0	15.0	60.0
31	1	3	3	128.0	129.0	57.0	72.0	129.0	192.0	53.0	18.0	53.0	21.0	30.0	17.0	80.0	133.5	152.0	55.0	40.0	20.0	14.0	62.0
32	1	3	4	130.0	132.0	64.0	68.0	134.0	193.0	57.0	21.0	55.0	27.0	28.0	22.0	80.0	135.0	167.0	63.0	48.0	23.0	19.0	59.0
33	1	3	5	138.0	136.0	60.0	76.0	134.0	192.0	59.0	20.0	55.0	25.0	30.0	21.0	82.0	140.0	169.0	55.0	40.0	22.0	16.0	62.0
34	1	3	6	138.0	138.0	62.0	76.0	137.0	216.0	59.0	21.0	54.0	23.0	34.0	19.0	84.0	141.0	162.0	55.0	40.0	23.0	16.0	63.0
35	1	3	7	138.0	139.0	68.0	71.0	141.0	201.0	62.0	21.0	55.0	25.0	26.0	18.0	79.0	138.0	156.0	51.0	36.0	23.0	21.0	58.0
36	1	3	8	134.0	136.0	64.0	72.0	137.0	206.0	58.0	21.0	55.0	25.0	26.0	18.0	78.0	134.0	152.0	51.0	36.0	23.0	17.0	57.0
37	1	3	9	140.0	139.0	61.0	78.0	137.0	215.0	64.0	20.0	57.0	26.0	31.0	19.0	85.0	135.0	163.0	55.0	40.0	22.0	17.0	65.0
38	1	3	10	137.0	135.0	59.0	76.0	133.0	191.0	58.0	19.0	54.0	24.0	29.0	20.0	82.0	139.0	168.0	51.0	36.0	21.0	15.0	63.0
39	1	3	11	142.0	140.0	65.0	75.0	138.0	211.0	65.0	21.0	58.0	28.0	27.0	22.0	83.0	144.0	170.0	51.0	36.0	23.0	18.0	62.0
40	1	3	12	142.0	136.0	62.0	74.0	129.0	204.0	62.0	20.0	57.0	26.0	27.0	21.5	85.0	137.0	166.0	52.0	37.0	22.0	18.0	65.0
41	1	3	13	142.0	141.0	66.0	75.0	141.0	199.0	56.0	21.0	55.0	24.0	27.0	15.5	85.0	144.0	158.0	55.0	40.0	23.0	22.0	64.0
42	1	3	14	137.0	134.0	56.0	78.0	132.0	193.0	60.0	20.0	55.0	24.0	31.0	20.0	85.0	134.0	176.0	55.0	40.0	22.0	17.0	65.0
43	1	3	15	145.0	144.0	68.0	76.0	143.0	205.0	47.0	20.0	48.0	24.0	20.0	18.0	86.0	146.0	164.0	55.0	40.0	22.0	18.0	66.0
44	1	3	16	143.0	144.0	66.0	78.0	144.0	197.0	52.0	21.0	56.0	26.0	27.0	17.0	84.0	144.0	168.0	54.0	39.0	23.0	17.0	63.0
45	1	3	17	134.0	131.0	59.0	72.0	127.0	198.0	52.0	10.0	55.0	22.0	26.0	18.0	84.0	132.0	159.0	55.0	40.0	12.0	18.0	74.0
46	1	3	18	134.0	133.0	68.0	65.0	133.0	205.0	51.0	21.0	59.0	22.0	26.0	18.0	77.0	136.0	163.0	54.0	39.0	23.0	18.0	56.0
47	2	1	1	124.0	124.0	60.0	64.0	124.0	160.0	50.0	21.0	55.0	25.0	28.0	18.0	75.0	133.0	147.0	50.0	43.0	23.0	19.0	54.0
48	2	1	2	132.0	133.0	64.0	69.0	134.0	180.0	52.0	21.0	52.0	23.0	29.0	18.0	77.0	141.0	147.0	54.0	47.0	23.0	18.0	56.0
49	2	1	3	132.0	128.0	61.0	67.0	122.0	183.0	54.0	21.0	52.0	21.0	30.0	17.0	80.0	129.5	149.0	56.0	43.0	23.0	14.0	59.0
50	2	1	4	130.0	133.0	60.0	73.0	134.0	208.0	59.0	20.0	55.0	26.0	29.0	19.0	79.0	141.0	159.0	56.0	40.0	22.0	18.0	59.0
51	2	1	5	136.0	133.0	60.0	73.0	134.0	179.0	58.0	18.0	54.0	21.0	25.0	19.0	84.0	140.0	150.0	57.0	39.0	20.0	17.0	66.0
52	2	1	6	131.0	130.0	64.0	66.0	130.0	167.0	51.0	19.0	57.0	27.0	26.0	17.0	78.0	139.0	143.0	53.0	38.0	21.0	18.0	59.0
53	2	1	7	135.0	134.0	68.0	66.0	134.0	160.0	50.0	20.0	50.0	21.0	25.0	16.0	78.0	137.0	141.0	52.0	37.0	22.0	18.0	58.0
54	2	1	8	129.0	130.0	64.0	66.0	134.0	168.0	50.0	21.0	51.0	23.0	25.0	18.0	76.0	138.0	103.0	50.0	39.0	23.0	22.0	55.0
55	2	1	9	132.0	130.0	64.0	66.0	126.0	169.0	53.0	19.0	54.0	25.0	30.0	30.0	79.0	137.0	166.0	54.0	40.0	21.0	16.0	60.0
56	2	1	10	126.0	129.0	56.0	73.0	132.0	177.0	52.0	20.0	53.0	23.0	30.0	18.0	81.0	132.0	154.0	55.0	41.0	22.0	17.0	61.0
57	2	1	11	138.0	138.0	60.0	78.0	138.0	203.0	54.0	17.0	47.0	19.0	23.0	15.0	84.0	141.0	165.0	54.0	39.0	19.0	18.0	67.0
58	2	2	1	127.0	128.0	59.0	69.0	128.0	197.0	51.0	20.0	52.0	20.5	31.5	17.5	80.0	137.0	155.0	53.0	42.0	22.0	15.0	60.0
59	2	2	2	132.0	131.0	63.0	68.0	131.0	193.0	59.0	20.0	55.0	23.0	32.0	19.0	80.0	140.0	164.0	52.0	41.0	21.0	18.0	60.0
60	2	2	3	138.0	138.0	67.0	71.0	137.0	197.0	57.0	23.0	51.0	24.0	26.0	19.0	80.0	141.0	154.0	52.0	40.0	25.0	17.0	57.0
61	2	2	4	138.0	138.0	61.0	77.0	137.0	188.0	60.0	19.0	53.0	24.0	26.0	20.0	84.0	136.0	153.0	52.0	39.0	21.0	16.0	65.0

62	2	2	5	124.0	124.0	52.0	72.0	124.0	196.0	51.0	18.0	50.0	21.0	24.0	20.0	81.0	127.0	145.0	55.0	42.0	20.0	16.0	63.0
63	2	2	6	132.0	130.0	58.0	72.0	127.0	175.0	49.0	20.0	50.0	22.0	28.0	15.5	85.0	132.0	143.0	55.0	42.0	22.0	18.5	65.0
64	2	2	7	125.0	127.0	53.0	74.0	129.0	190.0	58.0	18.0	52.0	23.0	29.0	17.0	81.0	128.0	170.0	54.0	41.0	20.0	16.0	63.0
65	2	2	8	129.0	132.0	59.0	73.0	135.0	180.0	55.0	19.0	56.0	26.0	33.0	21.0	83.0	135.0	157.0	54.0	41.0	21.0	15.0	64.0
66	2	2	9	140.0	142.0	69.0	73.0	144.0	193.0	47.0	21.0	55.0	22.0	25.0	19.0	80.0	149.0	154.0	53.0	39.0	23.0	17.0	59.0
67	2	2	10	139.0	142.0	60.0	82.0	146.0	190.0	48.0	21.0	53.0	23.0	25.0	18.0	78.0	150.0	157.0	53.0	38.0	23.0	19.0	57.0
68	2	2	11	142.0	142.0	66.0	76.0	142.0	207.0	50.0	20.0	58.0	23.0	25.0	18.0	83.0	142.0	165.0	55.0	40.0	22.0	18.0	63.0
69	2	2	12	144.0	144.0	67.0	77.0	144.0	217.0	63.0	21.0	56.0	24.0	27.0	20.0	84.0	147.0	170.0	55.0	40.0	20.0	17.0	63.0
70	2	3	1	135.0	134.0	62.0	72.0	133.0	202.0	61.0	20.0	57.0	25.0	32.0	17.0	80.0	136.0	160.0	54.0	39.0	22.0	18.0	60.0
71	2	3	2	131.0	130.0	60.0	70.0	129.0	212.0	57.0	20.0	55.0	25.0	30.0	19.0	82.0	136.0	170.0	53.0	38.0	22.0	15.0	62.0
72	2	3	3	122.0	123.0	50.0	73.0	124.0	191.0	55.0	18.0	51.0	23.0	28.0	19.0	83.0	130.0	186.0	54.0	39.0	20.0	20.0	65.0
73	2	3	4	134.0	136.0	63.0	73.0	137.0	197.0	58.0	21.0	56.0	27.0	26.0	16.0	84.0	140.0	167.0	55.0	40.0	23.0	20.0	63.0
74	2	3	5	132.0	132.0	62.0	70.0	133.0	187.0	54.0	18.0	51.0	22.0	25.0	20.0	82.0	134.0	175.0	55.0	40.0	20.0	14.0	64.0
75	2	3	6	130.0	132.0	60.0	72.0	133.0	196.0	54.0	19.0	57.0	27.0	30.0	16.0	78.0	131.0	158.0	55.0	40.0	21.0	17.0	59.0
76	2	3	7	134.0	132.0	60.0	72.0	129.0	190.0	58.0	20.0	51.0	24.0	26.0	17.5	80.0	140.0	172.0	54.0	39.0	22.0	16.5	60.0
77	2	3	8	136.0	135.0	57.0	78.0	133.0	211.0	60.0	19.0	57.0	26.0	31.0	19.0	78.0	131.0	159.0	53.0	38.0	21.0	13.0	59.0
78	2	3	9	140.0	138.0	63.0	75.0	136.0	209.0	63.0	20.0	56.0	26.0	25.0	20.0	85.0	142.0	168.0	55.0	40.0	22.0	16.0	65.0
79	2	3	10	142.0	143.0	64.0	79.0	145.0	190.0	48.0	21.0	51.0	24.0	28.0	21.0	84.0	144.0	158.0	55.0	40.0	23.0	20.0	63.0
80	2	3	11	130.0	131.0	59.0	72.0	131.0	194.0	55.0	19.0	55.0	23.0	32.0	19.0	83.0	135.5	154.0	54.0	39.0	21.0	16.0	64.0
81	2	3	12	142.0	139.0	65.0	74.0	136.0	218.0	57.0	18.0	56.0	23.0	33.0	19.0	84.0	144.0	163.0	55.0	40.0	20.0	16.0	66.0
82	2	3	13	127.0	128.0	56.0	72.0	128.0	191.0	52.0	18.0	52.0	20.0	29.0	16.0	82.0	132.5	151.0	55.0	40.0	20.0	13.0	64.0
83	2	3	14	137.0	138.0	60.0	78.0	139.0	197.0	52.0	20.0	56.0	23.0	26.0	19.0	84.0	144.0	159.0	55.0	40.0	22.0	18.0	64.0
84	2	3	15	143.0	146.0	71.0	75.0	150.0	198.0	46.0	21.0	54.0	24.0	27.0	19.0	80.0	150.0	152.0	55.0	40.0	23.0	18.0	59.0
85	2	3	16	135.0	135.0	60.0	75.0	135.0	204.0	48.0	20.0	55.0	22.0	25.0	17.5	85.0	139.0	159.0	54.0	39.0	22.0	17.0	65.0
86	2	3	17	143.0	144.0	65.0	79.0	145.0	227.0	54.0	21.0	48.0	21.0	23.0	17.0	84.0	147.0	172.0	54.0	39.0	23.0	18.0	63.0
87	2	3	18	147.0	148.0	70.0	78.0	149.0	215.0	57.0	21.0	62.0	25.0	28.0	21.0	84.0	147.0	167.0	54.0	39.0	23.0	18.0	63.0
88	2	3	19	145.0	147.0	63.0	84.0	149.0	226.0	61.0	22.0	54.0	21.0	28.0	21.0	85.0	150.0	165.0	55.0	40.0	24.0	17.0	63.0

Continuación del registro de datos

No	Factor A	Factor B	Repet.	Var21	Var22	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35	Var36	Var37	Var38	Var39	Var40
1	1	1	1	28.0	17.0	18.0	19.0	42.0	22.0	177.0	17.5	20.5	209.0	447.0	89.4	80.8	84.7	80.8	68.2	60.7	72.0	67.9	8.4
2	1	1	2	25.0	19.0	19.0	21.0	43.0	16.0	175.0	17.0	19.0	213.0	432.0	86.4	78.9	82.2	79.6	65.5	61.3	79.2	67.7	8.0
3	1	1	3	27.0	16.0	19.0	22.0	43.0	16.0	166.5	17.0	20.0	210.0	374.0	74.8	81.1	79.3	82.7	59.8	51.6	86.4	71.0	8.1
4	1	1	4	26.0	18.0	18.0	22.0	41.0	17.0	175.0	16.5	19.5	205.0	432.0	86.4	71.4	85.4	78.8	68.6	58.1	81.8	71.0	8.0
5	1	1	5	23.0	19.0	17.0	17.0	44.0	20.0	170.0	16.0	20.0	214.0	400.0	80.0	75.3	79.4	81.5	61.1	79.2	77.3	70.8	7.5
6	1	1	6	26.0	16.0	18.0	19.0	42.0	15.5	172.0	16.0	19.5	213.0	414.0	82.8	74.4	80.8	75.0	65.2	57.1	75.0	67.9	7.5
7	1	1	7	25.0	18.0	19.0	20.0	41.0	19.0	174.0	16.0	19.5	204.0	426.0	85.2	78.2	85.3	78.8	66.0	62.1	76.0	69.0	7.8
8	1	1	8	24.0	18.0	18.0	20.0	43.0	19.0	176.0	16.5	20.0	218.0	438.0	87.6	81.5	80.7	81.1	63.9	62.1	78.3	69.0	7.6
9	1	1	9	21.0	18.0	19.0	22.0	40.0	20.0	175.5	17.5	19.5	216.0	435.0	87.0	77.5	81.3	78.4	65.4	58.1	76.0	71.0	8.1
10	1	1	10	23.0	16.5	18.0	21.0	43.0	18.0	177.5	18.0	20.5	220.5	452.0	90.4	77.7	80.5	84.3	69.5	55.0	78.3	70.0	8.2
11	1	1	11	19.0	17.0	18.0	21.0	42.0	18.0	169.0	17.5	21.0	217.5	390.0	78.0	77.5	77.7	75.0	60.5	56.7	78.3	70.0	8.0
12	1	1	12	19.0	23.0	17.0	22.0	43.0	17.0	178.0	16.5	19.0	202.0	357.0	71.4	71.3	88.1	86.0	57.6	74.2	77.3	71.0	8.2
13	1	1	13	24.0	18.0	20.0	18.0	42.0	15.0	173.0	17.0	20.0	210.0	420.0	84.0	75.7	82.4	80.8	65.6	66.7	83.3	66.7	8.1
14	1	1	14	19.0	18.0	18.0	20.0	41.0	19.0	170.0	17.5	20.5	212.0	400.0	80.0	77.1	80.2	78.8	62.5	62.1	78.3	69.0	8.3
15	1	1	15	28.0	20.0	18.0	19.0	41.0	30.0	169.0	18.0	21.0	214.0	390.0	78.0	88.8	79.0	78.8	52.3	75.5	75.0	71.7	8.4
16	1	2	1	24.0	18.5	18.0	20.0	44.0	17.0	180.0	18.0	20.0	224.0	435.0	87.0	76.1	80.4	78.6	64.4	59.7	81.8	64.5	8.0
17	1	2	2	26.0	18.0	17.0	21.0	45.0	21.0	180.0	18.0	20.0	211.0	425.0	85.0	78.9	85.3	78.9	61.6	54.5	73.9	63.6	8.5
18	1	2	3	26.0	19.0	20.0	20.0	44.0	15.0	179.0	18.0	20.0	220.0	436.0	87.2	76.5	81.4	80.0	66.1	65.5	76.9	69.0	8.2
19	1	2	4	23.0	19.0	18.0	21.0	46.0	21.0	184.0	17.5	22.0	231.0	404.0	80.8	76.6	79.7	80.7	57.3	61.3	75.0	67.7	7.6
20	1	2	5	23.0	19.0	18.0	18.0	44.0	20.0	181.0	17.5	20.0	219.0	430.0	86.0	72.9	82.6	78.6	67.7	70.4	81.8	66.7	8.0
21	1	2	6	23.0	17.0	19.0	20.0	40.0	19.0	173.0	16.0	19.5	213.0	420.0	84.0	75.7	81.2	80.0	64.6	58.6	82.6	69.0	7.5
22	1	2	7	28.0	18.0	17.0	20.0	43.0	17.0	183.0	17.0	20.0	230.0	436.0	87.2	68.9	79.6	78.2	71.5	62.1	81.0	69.0	7.4
23	1	2	8	26.0	16.0	18.0	18.0	47.0	25.0	185.0	17.0	20.0	229.0	412.0	82.4	73.0	80.8	81.0	62.4	64.0	75.0	72.0	7.4
24	1	2	9	28.0	20.0	17.0	20.0	45.0	25.0	182.0	18.0	22.0	213.0	437.0	87.4	76.9	85.4	80.4	63.8	66.7	73.9	66.7	8.5
25	1	2	10	27.0	19.0	18.0	19.0	47.0	28.0	181.0	16.5	19.5	229.0	430.0	86.0	76.8	79.0	83.9	64.2	67.9	75.0	67.9	7.2
26	1	2	11	30.0	22.0	18.0	19.0	43.0	28.0	179.0	18.0	30.0	209.0	436.0	87.2	79.9	85.6	70.5	62.7	78.6	75.0	67.9	8.6
27	1	2	12	25.0	18.0	17.0	20.0	44.0	23.0	183.0	17.5	20.5	226.0	390.0	78.0	73.8	81.0	83.0	59.5	64.3	73.9	71.4	7.7
28	1	2	13	23.0	19.0	18.0	19.0	43.0	27.0	181.0	18.0	22.0	207.0	382.0	76.4	82.3	87.4	81.1	53.1	73.1	81.8	73.1	8.7
29	1	3	1	24.0	18.0	17.0	20.0	46.0	20.0	190.0	16.5	19.0	227.5	420.0	84.0	70.0	83.5	80.7	63.6	62.1	73.9	69.0	7.3
30	1	3	2	23.0	20.0	17.0	19.0	43.0	20.0	187.0	16.5	19.0	234.0	430.0	86.0	73.8	79.9	74.1	65.2	71.4	81.0	67.9	7.1
31	1	3	3	27.0	17.0	17.0	21.0	42.0	16.0	186.0	16.0	18.5	234.0	420.0	84.0	71.8	79.5	79.2	65.6	56.7	81.0	70.0	6.8
32	1	3	4	26.0	22.0	20.0	19.0	42.0	18.0	189.0	18.5	19.5	220.0	450.0	90.0	71.4	85.9	73.7	69.2	78.6	74.1	67.9	8.4

33	1	3	5	30.0	21.0	19.0	21.0	41.0	17.0	194.0	19.0	21.5	228.0	415.0	83.0	72.2	85.1	69.5	60.1	70.0	76.0	70.0	8.3
34	1	3	6	28.0	19.0	17.0	20.0	44.0	23.0	186.0	17.0	19.0	224.0	420.0	84.0	75.8	83.0	74.6	60.9	55.9	73.9	58.8	7.6
35	1	3	7	30.0	18.0	19.0	19.0	48.0	24.0	195.0	17.0	22.0	232.0	408.0	81.6	70.8	84.1	77.4	59.1	69.2	76.0	73.1	7.3
36	1	3	8	25.0	18.0	19.0	18.0	44.0	20.0	191.0	16.5	20.0	228.0	468.0	93.6	70.2	83.8	75.9	69.9	69.2	76.0	69.2	7.2
37	1	3	9	28.0	19.0	20.0	22.0	43.0	24.0	204.0	17.0	20.5	250.0	440.0	88.0	66.2	81.6	67.2	62.9	61.3	76.9	71.0	6.8
38	1	3	10	28.0	20.0	18.0	20.0	44.0	16.0	193.0	18.0	20.5	227.0	447.0	89.4	72.0	85.0	75.9	65.3	69.0	75.0	69.0	7.9
39	1	3	11	27.0	22.0	20.0	18.0	45.0	28.0	194.0	18.0	20.5	241.5	430.0	86.0	74.2	80.3	69.2	60.6	81.5	71.4	66.7	7.5
40	1	3	12	26.0	21.5	21.0	19.0	44.0	26.5	195.0	17.5	21.0	244.0	409.0	81.8	70.3	79.9	71.0	57.6	79.6	80.8	70.4	7.2
41	1	3	13	24.0	15.5	19.0	19.0	46.0	22.0	188.0	17.0	21.0	233.0	429.0	85.8	76.6	80.7	82.1	60.4	57.4	79.2	70.4	7.3
42	1	3	14	20.0	20.0	19.0	20.0	44.0	18.0	188.0	18.0	20.5	232.0	450.0	90.0	71.3	81.0	73.3	65.7	64.5	79.2	64.5	7.8
43	1	3	15	21.0	18.0	19.0	18.0	45.0	30.0	183.0	18.0	20.5	219.0	416.0	83.2	79.8	83.6	95.7	57.4	90.0	79.2	90.0	8.2
44	1	3	16	24.0	17.0	21.0	19.0	44.0	30.0	195.0	20.0	23.0	236.0	408.0	81.6	73.8	82.6	84.6	57.1	63.0	80.8	70.4	8.5
45	1	3	17	26.0	18.0	17.0	18.0	43.0	26.0	185.0	18.5	20.5	234.0	413.0	82.6	71.4	79.1	82.7	61.6	69.2	77.3	69.2	7.9
46	1	3	18	24.0	18.0	17.0	18.0	39.0	20.0	190.0	17.0	20.5	236.0	460.0	92.0	71.6	80.5	76.5	68.7	69.2	77.3	69.2	7.2
47	2	1	1	23.0	18.0	19.0	19.0	41.0	28.0	173.0	18.0	21.0	218.0	420.0	84.0	76.9	79.4	82.0	67.7	64.3	76.0	67.9	8.3
48	2	1	2	25.0	18.0	17.0	21.0	43.0	16.0	172.0	17.0	21.0	211.0	414.0	82.8	82.0	81.5	82.7	62.7	62.1	73.9	72.4	8.1
49	2	1	3	22.0	17.0	19.0	21.0	43.0	17.0	171.0	17.0	21.0	215.0	408.0	81.6	75.7	79.5	79.6	61.8	56.7	90.5	70.0	7.9
50	2	1	4	30.0	19.0	20.0	20.0	44.0	26.0	181.0	18.0	20.5	230.0	480.0	96.0	77.9	78.7	74.6	73.8	65.5	76.9	69.0	7.8
51	2	1	5	28.0	19.0	17.0	18.0	45.0	25.0	176.0	17.0	21.0	206.0	438.0	87.6	79.5	85.4	77.6	64.4	76.0	81.0	72.0	8.3
52	2	1	6	23.0	17.0	21.0	17.0	42.0	22.0	174.0	16.5	20.0	213.5	426.0	85.2	79.9	81.5	82.4	65.0	65.4	77.8	65.4	7.7
53	2	1	7	23.0	16.0	18.0	18.0	40.0	24.5	174.0	18.0	20.0	209.0	432.0	86.4	78.7	83.3	80.0	64.0	64.0	85.7	72.0	8.6
54	2	1	8	28.0	18.0	17.0	18.0	39.0	25.0	167.0	17.5	21.0	209.0	378.0	75.6	82.6	79.9	78.0	58.6	72.0	73.9	72.0	8.4
55	2	1	9	20.0	30.0	19.0	21.0	40.0	20.0	170.5	16.5	32.0	203.0	404.0	80.8	80.4	84.0	75.5	61.2	100.0	76.0	70.0	8.1
56	2	1	10	24.0	18.0	17.0	21.0	42.0	16.5	177.0	16.5	19.0	223.0	447.0	89.4	74.6	79.4	80.8	71.0	60.0	73.9	70.0	7.4
57	2	1	11	30.0	15.0	17.0	17.0	42.0	33.0	197.0	19.0	21.5	219.0	421.0	84.2	71.6	90.0	77.8	61.0	65.2	89.5	73.9	8.7
58	2	2	1	25.0	17.5	17.0	21.0	41.0	16.0	181.0	17.0	19.5	209.0	430.0	86.0	75.7	86.6	80.4	67.7	55.6	82.9	66.7	8.1
59	2	2	2	26.0	19.0	17.0	21.0	44.0	17.0	190.0	18.0	32.0	234.0	430.0	86.0	73.7	81.2	74.6	65.2	59.4	73.9	65.6	7.7
60	2	2	3	24.0	19.0	18.0	19.0	45.0	29.0	180.0	18.0	20.5	220.0	435.0	87.0	78.3	81.8	78.9	63.0	73.1	75.0	73.1	8.2
61	2	2	4	28.0	20.0	18.0	19.0	43.0	29.5	184.0	17.0	19.5	240.0	404.0	80.8	73.9	76.7	71.7	58.6	76.9	75.0	73.1	7.1
62	2	2	5	27.0	20.0	17.0	18.0	40.0	24.0	182.0	16.0	19.0	226.0	437.0	87.4	69.8	80.5	78.4	70.5	83.3	81.0	75.0	7.1
63	2	2	6	23.0	15.5	18.0	19.0	39.0	18.0	177.0	17.0	20.0	205.0	447.0	89.4	74.6	86.3	79.6	67.7	55.4	81.8	67.9	8.3
64	2	2	7	28.0	17.0	19.0	20.0	44.0	25.0	184.0	16.5	19.5	234.0	434.0	86.8	69.6	78.6	75.9	69.4	58.6	82.6	69.0	7.1
65	2	2	8	25.0	21.0	20.0	21.0	45.0	23.0	180.0	19.5	22.0	226.0	325.0	65.0	75.0	79.6	81.8	50.4	63.6	76.9	63.6	8.6
66	2	2	9	26.0	19.0	17.0	18.0	39.0	27.0	184.0	18.0	18.5	205.0	414.0	82.8	81.0	89.8	83.0	59.1	76.0	77.3	72.0	8.8
67	2	2	10	25.0	18.0	18.0	18.0	40.0	26.0	184.0	16.0	22.0	209.0	413.0	82.6	81.5	88.0	83.3	59.4	72.0	78.3	72.0	7.7
68	2	2	11	23.0	18.0	18.0	18.0	41.0	26.0	183.0	18.5	21.0	246.0	426.0	85.2	77.6	74.4	82.0	60.0	72.0	78.3	72.0	7.5
69	2	2	12	24.0	20.0	18.0	18.0	45.0	29.0	197.0	19.0	21.0	234.0	421.0	84.2	74.6	84.2	71.4	58.5	74.1	75.0	66.7	8.1
70	2	3	1	23.0	17.0	20.0	22.0	40.0	23.0	195.0	17.0	19.5	233.0	406.0	81.2	69.7	83.7	65.6	60.1	53.1	80.0	68.8	7.3

71	2	3	2	28.0	19.0	20.0	22.0	43.0	21.0	184.0	18.0	20.5	223.0	404.0	80.8	73.9	82.5	75.4	61.7	63.3	80.0	73.3	8.1
72	2	3	3	28.0	19.0	18.0	20.0	47.0	20.0	195.0	16.5	19.0	230.0	408.0	81.6	66.7	84.8	85.5	66.9	67.9	78.3	71.4	7.2
73	2	3	4	24.0	16.0	22.0	18.0	45.0	25.0	191.0	17.5	21.0	237.0	468.0	93.6	73.3	80.6	77.6	69.9	61.5	81.5	69.2	7.4
74	2	3	5	24.0	20.0	17.0	17.0	47.0	29.0	199.0	15.5	17.5	209.0	440.0	88.0	67.3	95.2	87.0	66.7	80.0	77.3	68.0	7.4
75	2	3	6	28.0	16.0	22.0	20.0	43.0	19.0	178.0	16.0	19.0	231.0	457.0	91.4	73.6	77.1	79.6	70.3	53.3	81.5	66.7	6.9
76	2	3	7	23.0	17.5	19.0	18.0	41.0	20.0	184.0	16.0	20.5	223.0	404.0	80.8	76.1	82.5	70.7	60.3	67.3	79.2	69.2	7.2
77	2	3	8	25.0	19.0	21.0	20.0	44.0	20.0	200.0	18.0	30.0	246.0	449.0	89.8	65.5	81.3	73.3	66.0	61.3	80.8	64.5	7.3
78	2	3	9	28.0	20.0	21.0	17.0	45.0	26.0	192.0	17.0	28.5	239.0	458.0	91.6	74.0	80.3	71.4	65.4	80.0	80.8	68.0	7.1
79	2	3	10	26.0	21.0	19.0	20.0	43.0	29.0	187.0	18.0	28.0	238.0	425.0	85.0	77.0	78.6	89.6	59.9	75.0	79.2	71.4	7.6
80	2	3	11	28.0	19.0	18.0	20.0	40.0	18.0	188.0	18.0	20.5	236.0	440.0	88.0	72.1	79.7	72.7	67.7	59.4	78.3	62.5	7.6
81	2	3	12	25.0	19.0	18.0	21.0	39.0	24.0	188.0	18.0	21.0	237.0	450.0	90.0	76.6	79.3	68.4	63.4	57.6	78.3	63.6	7.6
82	2	3	13	26.0	16.0	15.0	20.0	44.0	15.0	185.0	17.0	17.5	233.0	412.0	82.4	71.6	79.4	84.6	64.9	55.2	75.0	69.0	7.3
83	2	3	14	28.0	19.0	18.0	18.0	40.0	28.0	200.0	19.0	20.0	241.0	449.0	89.8	72.0	83.0	76.9	65.5	73.1	78.3	69.2	7.9
84	2	3	15	27.0	19.0	19.0	19.0	41.0	28.0	185.5	17.5	20.5	216.0	416.0	83.2	80.9	85.9	89.1	58.2	70.4	79.2	70.4	8.1
85	2	3	16	27.0	17.5	17.0	17.0	45.0	29.0	180.0	17.5	21.0	198.0	425.0	85.0	77.2	90.9	93.8	63.0	70.0	77.3	68.0	8.8
86	2	3	17	26.0	17.0	16.0	17.0	46.0	30.0	189.0	18.0	21.0	232.0	451.0	90.2	77.8	81.5	85.2	63.1	73.9	76.2	73.9	7.8
87	2	3	18	24.0	21.0	20.0	20.0	43.0	33.0	194.0	18.0	21.0	232.0	439.0	87.8	75.8	83.6	75.4	59.7	75.0	80.0	71.4	7.8
88	2	3	19	30.0	21.0	16.0	20.0	42.0	27.0	200.0	19.0	22.0	238.0	448.0	89.6	75.0	84.0	68.9	61.8	75.0	76.2	71.4	8.0

Continuación del registro de datos

No	Factor A	Factor B	Repet.	Var41	Var42	Var43	Var44	Var45	Var46	Var47	Var48	Var49	Var50	Var51	Var52	Var53	Var54	Var55	Var56	Var57	Var58	Var59	Var60
1	1	1	1	91.6	101.5	19.1	32.1	16.8	15.6	3.9	9.9	135.1	84.5	98.5	16.5	3149.0	286.0	3358.2	562.0	703.0	981.0	278.0	10.3
2	1	1	2	95.7	99.2	18.0	32.6	12.1	14.4	3.9	9.7	132.6	83.0	84.5	13.7	3146.1	291.0	3297.5	906.0	1005.0	1285.0	280.0	10.3
3	1	1	3	92.6	100.0	16.7	34.4	12.8	16.0	4.5	10.2	133.2	73.8	95.3	14.4	2634.8	284.0	2829.6	891.0	1065.0	1341.0	276.0	8.6
4	1	1	4	100.8	97.6	16.7	32.5	13.5	15.5	3.8	9.4	138.9	96.0	86.4	14.6	3064.9	292.0	3201.4	902.0	1109.0	1391.0	282.0	10.0
5	1	1	5	102.3	96.2	18.3	33.6	15.3	15.3	4.0	9.4	129.8	81.1	90.9	13.5	2822.6	282.0	3052.9	880.0	1006.0	1287.0	281.0	9.3
6	1	1	6	99.2	101.6	17.8	33.1	12.2	15.4	3.9	9.3	135.4	87.6	95.5	11.6	2953.8	297.0	3033.4	825.0	987.0	1269.0	282.0	9.7
7	1	1	7	94.9	99.2	18.3	31.8	14.7	15.1	3.8	9.2	134.9	84.5	88.2	12.5	3021.3	293.0	3145.1	833.0	1028.0	1310.0	282.0	9.9
8	1	1	8	95.5	97.1	19.4	31.4	13.9	14.6	3.8	9.4	128.5	78.4	90.0	17.3	3111.4	296.0	3206.0	743.0	1032.0	1310.0	278.0	10.2
9	1	1	9	97.8	99.2	18.3	30.1	15.0	14.7	4.0	10.0	132.0	84.4	83.3	17.4	3095.3	299.0	3157.4	725.0	824.0	1104.0	280.0	10.1
10	1	1	10	94.2	102.3	17.6	33.1	13.8	15.8	4.0	10.1	136.5	89.4	92.8	18.8	3220.9	302.0	3252.9	804.0	982.0	1264.0	282.0	10.6
11	1	1	11	98.5	100.8	17.6	32.6	14.0	16.3	4.5	10.4	131.0	78.0	91.2	13.1	2766.6	293.0	2879.9	788.0	1049.0	1325.0	276.0	9.1
12	1	1	12	97.6	99.2	18.0	34.7	13.7	15.3	4.6	9.3	143.5	80.7	98.4	13.0	2536.5	297.0	2604.8	784.0	1026.0	1307.0	281.0	8.3
13	1	1	13	97.7	98.4	19.4	32.8	11.7	15.6	4.0	9.8	135.2	86.7	100.0	13.5	2988.4	301.0	3028.1	755.0	971.0	1251.0	280.0	9.8
14	1	1	14	97.7	100.0	18.0	32.0	14.8	16.0	4.4	10.3	132.8	81.1	96.9	17.2	2841.7	298.0	2908.5	762.0	824.0	1104.0	280.0	9.3
15	1	1	15	99.3	100.0	13.4	27.5	20.1	14.1	4.6	10.7	113.4	59.0	86.3	12.8	2757.2	299.0	2812.5	756.0	821.0	1101.0	280.0	9.0
16	1	2	1	98.5	100.0	17.2	32.6	12.6	14.8	4.1	10.0	133.3	84.7	95.7	14.8	3057.3	279.0	3342.2	655.0	920.0	1200.0	280.0	10.0
17	1	2	2	97.2	100.0	17.5	32.6	15.2	14.5	4.2	10.0	130.4	78.1	94.4	13.0	2985.4	286.0	3183.7	660.0	690.0	971.0	281.0	9.8
18	1	2	3	96.4	100.8	17.9	33.3	11.4	15.2	4.1	10.1	135.6	86.3	87.3	12.8	3038.1	287.0	3228.6	622.0	650.0	931.0	281.0	10.0
19	1	2	4	100.0	100.0	16.3	32.6	14.9	15.6	4.3	9.5	130.5	74.8	93.2	17.0	2849.9	289.0	3007.6	621.0	709.0	991.0	282.0	9.3
20	1	2	5	96.2	100.0	15.6	34.6	15.7	15.7	4.1	9.7	142.5	92.9	81.4	10.6	3025.7	283.0	3260.9	567.0	816.0	1097.0	281.0	9.9
21	1	2	6	99.2	100.0	16.8	30.8	14.6	15.0	3.8	9.2	133.1	85.3	88.4	12.3	2954.5	285.0	3161.9	639.0	764.0	1043.0	279.0	9.7
22	1	2	7	96.8	101.6	15.7	35.2	13.9	16.4	3.9	9.3	150.0	103.8	77.1	13.7	3076.8	298.0	3149.1	553.0	702.0	982.0	280.0	10.1
23	1	2	8	97.8	100.8	15.8	35.6	18.9	15.2	4.1	9.2	140.2	85.5	79.7	12.8	2885.3	286.0	3077.0	521.0	652.0	930.0	278.0	9.5
24	1	2	9	97.9	100.0	16.2	32.8	18.2	16.1	4.1	9.9	132.8	82.9	87.7	14.6	3062.5	288.0	3243.3	506.0	609.0	890.0	281.0	10.0
25	1	2	10	96.4	100.0	17.3	35.1	20.9	14.6	3.8	9.1	135.1	83.6	86.1	11.9	3018.1	291.0	3163.3	797.0	970.0	1250.0	280.0	9.9
26	1	2	11	97.2	99.3	16.8	30.9	20.1	21.6	4.1	10.1	128.8	78.5	84.0	14.5	3022.2	305.0	3022.2	633.0	689.0	967.0	278.0	9.9
27	1	2	12	97.0	100.0	16.9	33.6	17.6	15.6	4.5	9.6	139.7	80.7	87.1	13.0	2711.1	305.0	2711.1	938.0	1031.0	1311.0	280.0	8.9
28	1	2	13	96.6	100.7	15.6	29.9	18.8	15.3	4.7	9.9	125.7	64.5	98.6	13.1	2662.2	305.0	2662.2	871.0	993.0	1274.0	281.0	8.7

29	1	3	1	99.2	100.8	16.4	34.8	15.2	14.4	3.9	8.7	143.9	90.9	84.7	12.0	2929.6	305.0	2929.6	904.0	1000.0	1279.0	279.0	9.6
30	1	3	2	95.7	100.8	15.7	32.6	15.2	14.4	3.8	8.8	141.7	88.3	87.3	11.3	3020.9	305.0	3020.9	882.0	975.0	1255.0	280.0	9.9
31	1	3	3	95.9	100.8	15.5	32.8	12.5	14.5	3.8	8.6	145.3	91.4	79.2	10.9	2915.1	275.0	3233.1	861.0	954.0	1231.0	277.0	9.6
32	1	3	4	96.3	101.5	17.2	32.3	13.8	15.0	4.1	9.8	145.4	96.9	94.1	14.4	3113.4	271.0	3504.1	813.0	1055.0	1337.0	282.0	10.2
33	1	3	5	98.6	98.6	16.4	29.7	12.3	15.6	4.6	9.8	140.6	83.3	78.9	11.8	2857.2	268.0	3251.6	796.0	1006.0	1291.0	285.0	9.4
34	1	3	6	97.9	100.0	16.8	31.9	16.7	13.8	4.0	9.1	134.8	80.3	81.6	11.6	2895.3	271.0	3258.5	791.0	1052.0	1331.0	279.0	9.5
35	1	3	7	100.0	100.7	16.3	34.8	17.4	15.9	4.2	8.7	141.3	83.6	95.8	15.1	2825.6	274.0	3145.3	802.0	894.0	1174.0	280.0	9.3
36	1	3	8	100.0	101.5	16.8	32.8	14.9	14.9	3.5	8.6	142.5	99.6	88.9	12.5	3219.4	271.0	3623.3	1037.0	1135.0	1416.0	281.0	10.6
37	1	3	9	103.7	99.3	16.1	30.7	17.1	14.6	3.9	8.3	145.7	95.0	78.2	12.2	2630.0	266.0	3015.6	791.0	845.0	1122.0	277.0	8.6
38	1	3	10	98.6	98.5	15.8	32.1	11.7	15.0	4.0	9.3	140.9	90.6	77.6	11.1	3067.8	270.0	3465.5	668.0	694.0	975.0	281.0	10.1
39	1	3	11	98.6	98.6	16.7	31.7	19.7	14.4	4.2	9.3	136.6	81.6	86.7	12.9	2984.9	284.0	3205.6	625.0	710.0	991.0	281.0	9.8
40	1	3	12	103.6	95.8	17.1	31.0	18.7	14.8	4.3	9.0	137.3	82.0	83.8	13.2	2834.9	289.0	2991.8	613.0	706.0	990.0	284.0	9.3
41	1	3	13	98.6	99.3	16.3	32.4	15.5	14.8	4.0	9.0	132.4	78.9	88.0	15.6	2942.2	270.0	3323.6	631.0	712.0	994.0	282.0	9.6
42	1	3	14	102.2	97.8	16.7	32.1	13.1	15.0	4.0	9.6	137.2	92.2	71.8	12.7	3094.2	269.0	3508.3	565.0	812.0	1091.0	279.0	10.1
43	1	3	15	99.3	99.3	15.4	31.0	20.7	14.1	4.3	9.8	126.2	71.9	89.5	12.5	2881.5	279.0	3150.0	530.0	661.0	941.0	280.0	9.4
44	1	3	16	99.3	100.7	16.0	30.8	21.0	16.1	4.9	10.3	136.4	77.3	84.6	11.8	2830.5	283.0	3050.6	533.0	617.0	891.0	274.0	9.3
45	1	3	17	101.5	97.8	9.4	32.1	19.4	15.3	4.5	10.0	138.1	86.4	81.9	13.7	2865.8	281.0	3110.6	534.0	663.0	942.0	279.0	9.4
46	1	3	18	98.5	99.3	17.3	29.1	14.9	15.3	3.7	8.9	141.8	95.9	104.6	13.5	3187.3	281.0	3459.6	580.0	656.0	936.0	280.0	10.5
47	2	1	1	93.2	100.0	18.5	33.1	22.6	16.9	4.3	10.4	139.5	88.1	93.8	15.3	2917.0	277.0	3211.8	801.0	952.0	1232.0	280.0	9.6
48	2	1	2	93.6	100.8	17.2	32.6	12.1	15.9	4.1	9.9	130.3	76.5	92.8	13.5	2875.0	275.0	3188.7	683.0	713.0	994.0	281.0	9.4
49	2	1	3	101.9	97.0	18.9	32.6	12.9	15.9	4.2	9.9	129.5	81.6	91.0	10.9	2835.4	277.0	3122.0	637.0	669.0	951.0	282.0	9.3
50	2	1	4	92.2	102.3	16.4	33.8	20.0	15.8	3.8	9.9	139.2	94.8	82.2	13.5	3332.3	278.0	3655.9	567.0	721.0	1000.0	279.0	10.9
51	2	1	5	97.1	97.8	14.9	33.1	18.4	15.4	3.9	9.7	129.4	81.0	82.2	12.8	3055.6	280.0	3328.5	768.0	837.0	1116.0	279.0	10.0
52	2	1	6	94.2	99.2	16.2	32.1	16.8	15.3	3.9	9.5	132.8	81.4	97.0	13.8	2978.0	281.0	3232.4	563.0	654.0	934.0	280.0	9.8
53	2	1	7	98.5	99.3	16.4	29.6	18.1	14.8	4.2	10.3	128.9	81.3	103.0	13.4	3020.5	282.0	3266.8	900.0	1073.0	1351.0	278.0	9.9
54	2	1	8	93.5	100.8	17.2	30.2	19.4	16.3	4.6	10.5	129.5	70.9	97.0	16.9	2645.4	283.0	2851.1	573.0	668.0	950.0	282.0	8.7
55	2	1	9	96.4	98.5	16.7	30.3	15.2	24.2	4.1	9.7	129.2	76.2	97.0	12.3	2826.2	284.0	3035.2	865.0	1004.0	1285.0	281.0	9.3
56	2	1	10	95.5	102.4	16.7	33.3	13.1	15.1	3.7	9.3	140.5	95.1	76.7	13.2	3126.0	285.0	3345.4	813.0	992.0	1271.0	279.0	10.2
57	2	1	11	97.9	100.0	13.8	30.4	23.9	15.6	4.5	9.6	142.8	85.2	76.9	13.0	2939.0	281.0	3190.0	812.0	965.0	1243.0	278.0	9.6
58	2	2	1	92.7	100.8	17.2	32.3	12.6	15.4	4.0	9.4	142.5	89.5	85.5	11.7	2991.7	279.0	3270.5	806.0	1046.0	1327.0	281.0	9.8
59	2	2	2	94.3	99.2	16.0	33.3	12.9	24.2	4.2	9.5	143.9	88.4	92.6	13.7	2984.9	277.0	3286.6	814.0	1033.0	1313.0	280.0	9.8
60	2	2	3	97.9	100.0	18.2	32.6	21.0	14.9	4.1	10.0	130.4	80.5	94.4	12.3	3009.7	275.0	3338.0	781.0	942.0	1223.0	281.0	9.9
61	2	2	4	101.5	100.0	15.3	31.2	21.4	14.1	4.2	9.2	133.3	79.2	79.2	11.6	2787.9	274.0	3103.3	798.0	1011.0	1293.0	282.0	9.1

62	2	2	5	97.6	100.0	16.1	32.3	19.4	15.3	3.7	8.8	146.8	101.0	72.2	12.9	3022.9	275.0	3352.7	792.0	859.0	1139.0	280.0	9.9
63	2	2	6	100.0	98.5	17.3	29.5	13.6	15.2	3.8	9.6	134.1	90.8	80.6	14.2	3079.3	276.0	3402.8	786.0	1084.0	1363.0	279.0	10.1
64	2	2	7	97.7	101.6	15.5	35.2	20.0	15.6	3.8	9.0	147.2	99.8	71.6	12.6	2996.0	279.0	3275.2	783.0	880.0	1158.0	278.0	9.8
65	2	2	8	95.6	102.3	15.6	34.9	17.8	17.1	6.0	10.8	139.5	67.2	80.8	11.4	2224.8	267.0	2541.4	756.0	861.0	1143.0	282.0	7.3
66	2	2	9	94.0	101.4	16.0	27.9	19.3	13.2	4.3	9.8	131.4	73.0	94.5	12.0	2840.4	272.0	3185.0	721.0	1075.0	1357.0	282.0	9.3
67	2	2	10	92.7	102.2	15.8	28.8	18.7	15.8	3.9	8.7	132.4	72.9	73.2	13.4	2842.4	277.0	3129.8	663.0	696.0	972.0	276.0	9.3
68	2	2	11	100.0	100.0	15.5	28.9	18.3	14.8	4.3	10.1	128.9	77.3	86.8	12.7	2902.9	267.0	3316.0	653.0	737.0	1017.0	280.0	9.5
69	2	2	12	98.0	100.0	13.9	31.3	20.1	14.6	4.5	9.6	136.8	78.4	87.0	11.8	2891.0	284.0	3104.8	653.0	742.0	1020.0	278.0	9.5
70	2	3	1	99.3	99.3	16.5	29.6	17.0	14.4	4.2	8.7	144.4	86.2	86.1	13.4	2788.0	279.0	3047.8	623.0	721.0	1000.0	279.0	9.1
71	2	3	2	96.3	99.2	17.1	32.8	16.0	15.6	4.5	9.8	140.5	83.4	85.7	11.5	2784.5	276.0	3077.1	641.0	740.0	1019.0	279.0	9.1
72	2	3	3	93.8	100.8	16.1	38.5	16.4	15.6	4.0	8.5	159.8	100.3	68.5	16.3	2814.5	281.0	3054.8	633.0	701.0	980.0	279.0	9.2
73	2	3	4	95.7	101.5	16.8	33.6	18.7	15.7	3.7	9.2	142.5	95.3	86.3	14.7	3210.4	279.0	3509.6	570.0	580.0	861.0	281.0	10.5
74	2	3	5	98.5	100.0	15.0	35.6	22.0	13.3	3.5	7.8	150.8	99.0	88.6	10.6	3016.9	280.0	3286.2	606.0	636.0	916.0	280.0	9.9
75	2	3	6	99.2	101.5	15.8	33.1	14.6	14.6	3.5	9.0	136.9	95.5	83.3	12.9	3147.9	290.0	3310.8	537.0	736.0	1015.0	279.0	10.3
76	2	3	7	95.7	98.5	17.1	30.6	14.9	15.3	4.0	8.7	137.3	79.2	83.3	12.5	2827.5	287.0	3004.8	535.0	698.0	978.0	280.0	9.3
77	2	3	8	103.8	99.3	15.8	32.4	14.7	22.1	4.0	9.0	147.1	100.8	73.1	9.6	3135.6	283.0	3379.4	515.0	608.0	886.0	278.0	10.3
78	2	3	9	98.6	98.6	16.2	32.1	18.6	20.4	3.7	8.9	137.1	88.5	84.0	11.6	3193.2	284.0	3429.3	519.0	564.0	843.0	279.0	10.5
79	2	3	10	98.6	100.7	15.9	30.3	20.4	19.7	4.2	9.6	131.7	77.7	81.0	14.0	2974.6	288.0	3150.1	876.0	1056.0	1339.0	283.0	9.8
80	2	3	11	95.9	100.8	16.0	30.8	13.8	15.8	4.1	9.6	144.6	93.9	81.9	12.2	3088.7	288.0	3271.0	818.0	994.0	1274.0	280.0	10.1
81	2	3	12	98.6	97.9	14.7	27.5	16.9	14.8	4.0	9.6	132.4	82.7	87.8	11.5	3149.1	286.0	3358.3	785.0	1019.0	1301.0	282.0	10.3
82	2	3	13	95.8	100.8	15.6	34.6	11.8	13.8	4.1	9.2	145.7	90.6	77.8	10.2	2888.1	285.0	3090.8	838.0	905.0	1185.0	280.0	9.5
83	2	3	14	95.1	100.7	15.8	29.2	20.4	14.6	4.2	9.5	146.0	91.0	76.9	13.0	3156.7	289.0	3331.5	684.0	715.0	996.0	281.0	10.3
84	2	3	15	95.3	102.1	15.3	28.7	19.6	14.3	4.2	9.4	129.7	72.0	94.7	12.3	2932.8	292.0	3063.4	641.0	705.0	985.0	280.0	9.6
85	2	3	16	97.1	100.0	16.3	33.3	21.5	15.6	4.1	9.7	133.3	81.5	80.0	12.6	3002.8	295.0	3104.6	628.0	716.0	994.0	278.0	9.8
86	2	3	17	97.3	100.7	15.9	32.2	21.0	14.7	4.0	9.5	132.2	81.1	82.3	12.5	3173.2	290.0	3337.3	593.0	661.0	941.0	280.0	10.4
87	2	3	18	100.0	100.7	15.4	29.3	22.4	14.3	4.1	9.3	132.0	78.8	89.7	12.2	3094.9	297.0	3178.3	570.0	728.0	1006.0	278.0	10.1
88	2	3	19	96.7	101.4	16.1	29.0	18.6	15.2	4.2	9.5	137.9	82.4	75.0	11.6	3156.8	294.0	3274.9	511.0	591.0	872.0	281.0	10.4

Codificación de las variables

Códigos	Variables	Códigos	Variables
Var1	Alzada a la cruz (cm)	Var30	Perímetro abdominal (cm)
Var2	Alzada al dorso (cm)	Var31	Peso (kg)
Var3	Alzada al esternón (cm)	Var32	Peso relativo (%)
Var4	Alzada dorso-esternal (cm)	Var33	Índice corporal
Var5	Alzada a la pelvis (cm)	Var34	Índice torácico
Var6	Longitud occípito-coccígea (cm)	Var35	Índice ilio-isquiático
Var7	Longitud ilio-isquiática (cm)	Var36	Índice de compacidad
Var8	Longitud de la caña (cm)	Var37	Índice cefálico
Var9	Longitud cefálica total (cm)	Var38	Índice craneal
Var10	Longitud craneal (cm)	Var39	Índice facial
Var11	Longitud facial (cm)	Var40	Índice dáctilo-costal
Var12	Longitud hasta la nuca (cm)	Var41	Índice de proporcionalidad
Var13	Longitud codo-cruz (cm)	Var42	Índice de profundidad relativa del tórax
Var14	Longitud hasta la espalda (cm)	Var43	Índice podal posterior
Var15	Longitud de la espalda (cm)	Var44	Índice ilio-isquiático transverso
Var16	Longitud del brazo (cm)	Var45	Índice ilio-isquiático longitudinal
Var17	Longitud del antebrazo (cm)	Var46	Índice de grueso relativo de la caña
Var18	Longitud de la caña (cm)	Var47	Índice de carga de la caña
Var19	Longitud de la oreja (cm)	Var48	Índice dáctilo-torácico o metacarpo-torácico
Var20	Longitud del cuello (cm)	Var49	Índice de anamorfosis
Var21	Anchura entre encuentros (cm)	Var50	Coefficiente de proporcionalidad
Var22	Anchura de la cabeza	Var51	Índice de gracilidad subesternal
Var23	Anchura craneal (cm)	Var52	Índice auricular/tórax
Var24	Anchura facial (cm)	Var53	Producción Total (litros/lactancia)
Var25	Anchura interilíaca (cm)	Var54	Días de lactancia
Var26	Anchura posterior del anca (cm)	Var55	Producción Total (litros/ajustada a 305 días)
Var27	Perímetro recto torácico (cm)	Var56	Edad a la Medición
Var28	Perímetro de la caña anterior (cm)	Var57	Edad servicio efectivo
Var29	Perímetro de la caña posterior (cm)	Var58	Edad al Parto

Anexo 2: Análisis de varianza de las variables medidas.

Alzada a la cruz (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	3304.44			
Semest (A)	1	1.07	1.07	0.03	0.8605
P. Madre (B)	2	463.31	231.66	6.75	0.0019
Int. (AB)	2	25.31	12.65	0.37	0.8425
Error	82	2814.76	34.33		
CV %			4.37		
Media			134.17		

Alzada al dorso (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	3310.44			
Semest (A)	1	16.60	16.60	0.49	0.4846
P. Madre (B)	2	528.25	264.12	7.84	0.0008
Int. (AB)	2	4.28	2.14	0.06	0.9384
Error	82	2761.31	33.67		
CV %			4.33		
Media			134.08		

Alzada al esternón (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1484.72			
Semest (A)	1	20.83	20.83	1.17	0.2821
P. Madre (B)	2	0.48	0.24	0.01	0.9865
Int. (AB)	2	6.15	3.08	0.17	0.8414
Error	82	1457.25	17.77		
CV %			6.79		
Media			62.06		

Alzada dorso-esternal (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1715.95			
Semest (A)	1	76.74	76.74	5.65	0.0198
P. Madre (B)	2	522.34	261.17	19.24	0.0000
Int. (AB)	2	3.51	1.75	0.13	0.8791
Error	82	1113.37	13.58		
CV %			5.12		
Media			72.02		

Alzada a la pelvis (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	4098.58			
Semest (A)	1	66.48	66.48	1.58	0.2122
P. Madre (B)	2	578.92	289.46	6.88	0.0017
Int. (AB)	2	5.43	2.71	0.06	0.9376
Error	82	3447.75	42.05		
CV %			4.84		
Media			133.85		

Longitud occípito-coccígea (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	20642.47			
Semest (A)	1	175.28	175.28	1.19	0.2777
P. Madre (B)	2	8218.61	4109.30	28.00	0.0000
Int. (AB)	2	212.41	106.21	0.72	0.4881
Error	82	12036.17	146.78		
CV %			6.31		
Media			192.14		

Longitud ilio-isquiática (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1543.72			
Semest (A)	1	19.87	19.87	1.24	0.2679
P. Madre (B)	2	191.74	95.87	6.00	0.0037
Int. (AB)	2	22.64	11.32	0.71	0.4953
Error	82	1309.47	15.97		
CV %			7.29		
Media			54.81		

Longitud de la caña (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	266.99			
Semest (A)	1	1.94	1.94	0.62	0.4347
P. Madre (B)	2	3.95	1.97	0.63	0.5362
Int. (AB)	2	3.26	1.63	0.52	0.5975
Error	82	257.84	3.14		
CV %			8.87		
Media			19.99		

Longitud cefálica total (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	586.44			
Semest (A)	1	4.25	4.25	0.64	0.4269
P. Madre (B)	2	34.68	17.34	2.60	0.0803
Int. (AB)	2	0.88	0.44	0.07	0.9361
Error	82	546.63	6.67		
CV %			4.79		
Media			53.92		

Longitud craneal (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	280.75			
Semest (A)	1	2.07	2.07	0.64	0.4245
P. Madre (B)	2	15.12	7.56	2.36	0.1012
Int. (AB)	2	0.33	0.16	0.05	0.9501
Error	82	263.23	3.21		
CV %			7.62		
Media			23.51		

Longitud facial (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	602.13			
Semest (A)	1	14.35	14.35	2.06	0.1553
P. Madre (B)	2	1.44	0.72	0.10	0.9018
Int. (AB)	2	14.27	7.13	1.02	0.3642
Error	82	572.06	6.98		
CV %			9.39		
Media			28.13		

Longitud hasta la nuca (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	364.86			
Semest (A)	1	0.00	0.00	0.00	0.9815
P. Madre (B)	2	3.27	1.63	0.37	0.6891
Int. (AB)	2	3.46	1.73	0.40	0.6744
Error	82	358.14	4.37		
CV %			11.23		
Media			18.61		

Longitud codo-cruz (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	852.50			
Semest (A)	1	29.62	29.62	3.95	0.0503
P. Madre (B)	2	203.84	101.92	13.58	0.0000
Int. (AB)	2	3.44	1.72	0.23	0.7957
Error	82	615.60	7.51		
CV %			3.39		
Media			80.75		

Longitud hasta la espalda (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	3210.66			
Semest (A)	1	82.76	82.76	2.27	0.1356
P. Madre (B)	2	134.94	67.47	1.85	0.1635
Int. (AB)	2	4.96	2.48	0.07	0.9343
Error	82	2988.00	36.44		
CV %			4.38		
Media			137.69		

Longitud de la espalda (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	10382.00			
Semest (A)	1	4.55	4.55	0.05	0.8268
P. Madre (B)	2	2457.97	1228.98	13.00	0.0000
Int. (AB)	2	166.21	83.11	0.88	0.4191
Error	82	7753.26	94.55		
CV %			6.15		
Media			158.00		

Longitud del brazo (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	398.99			
Semest (A)	1	5.49	5.49	1.19	0.2783
P. Madre (B)	2	14.18	7.09	1.54	0.2209
Int. (AB)	2	1.43	0.71	0.16	0.8566
Error	82	377.89	4.61		
CV %			3.99		
Media			53.74		

Longitud del antebrazo (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	401.82			
Semest (A)	1	0.17	0.17	0.04	0.8408
P. Madre (B)	2	52.94	26.47	6.48	0.0024
Int. (AB)	2	13.66	6.83	1.67	0.1942
Error	82	335.04	4.09		
CV %			5.05		
Media			40.05		

Longitud de la caña (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	260.00			
Semest (A)	1	5.51	5.51	1.86	0.1759
P. Madre (B)	2	5.71	2.85	0.96	0.3854
Int. (AB)	2	6.27	3.14	1.06	0.3510
Error	82	242.51	2.96		
CV %			7.82		
Media			22.00		

Longitud de la oreja (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	474.00			
Semest (A)	1	22.07	22.07	4.29	0.0414
P. Madre (B)	2	27.20	13.60	2.65	0.0769
Int. (AB)	2	3.40	1.70	0.33	0.7192
Error	82	421.33	5.14		
CV %			12.87		
Media			17.62		

Longitud del cuello (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1307.99			
Semest (A)	1	46.71	46.71	3.85	0.0531
P. Madre (B)	2	254.95	127.47	10.51	0.0001
Int. (AB)	2	11.93	5.96	0.49	0.6134
Error	82	994.41	12.13		
CV %			5.73		
Media			60.76		

Anchura entre encuentros (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	603.09			
Semest (A)	1	9.76	9.76	1.45	0.2315
P. Madre (B)	2	35.64	17.82	2.65	0.0765
Int. (AB)	2	7.06	3.53	0.53	0.5933
Error	82	550.64	6.72		
CV %			10.24		
Media			25.32		

Anchura de la cabeza

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	364.86		
Semest (A)	1	0.00	0.00	0.00	0.9815
P. Madre (B)	2	3.26	1.63	0.37	0.6895
Int. (AB)	2	3.46	1.73	0.40	0.6740
Error	82	358.14	4.37		
CV %			11.23		
Media			18.61		

Anchura craneal (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	164.08		
Semest (A)	1	0.07	0.07	0.04	0.8520
P. Madre (B)	2	9.35	4.67	2.48	0.0901
Int. (AB)	2	0.03	0.01	0.01	0.9929
Error	82	154.64	1.89		
CV %			7.48		
Media			18.35		

Anchura facial (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	173.90		
Semest (A)	1	5.09	5.09	2.57	0.1129
P. Madre (B)	2	2.96	1.48	0.75	0.4765
Int. (AB)	2	3.38	1.69	0.85	0.4297
Error	82	162.46	1.98		
CV %			7.23		
Media			19.47		

Anchura interilíaca (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	395.59		
Semest (A)	1	14.98	14.98	3.70	0.0580
P. Madre (B)	2	35.80	17.90	4.42	0.0151
Int. (AB)	2	12.44	6.22	1.53	0.2218
Error	82	332.38	4.05		
CV %			4.69		
Media			42.93		

Anchura posterior del anca (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	2054.11		
Semest (A)	1	192.91	192.91	9.11	0.0034
P. Madre (B)	2	107.31	53.65	2.54	0.0855
Int. (AB)	2	18.36	9.18	0.43	0.6496
Error		82	1735.53	21.17	
CV %			20.52		
Media			22.41		

Perímetro recto torácico (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	6644.68		
Semest (A)	1	125.27	125.27	4.14	0.0450
P. Madre (B)	2	3984.32	1992.16	65.91	0.0000
Int. (AB)	2	56.46	28.23	0.93	0.3972
Error		82	2478.62	30.23	
CV %			3.00		
Media			183.35		

Perímetro de la caña anterior (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	70.72		
Semest (A)	1	0.29	0.29	0.36	0.5517
P. Madre (B)	2	2.34	1.17	1.43	0.2454
Int. (AB)	2	0.96	0.48	0.59	0.5581
Error		82	67.13	0.82	
CV %			5.20		
Media			17.39		

Perímetro de la caña posterior (cm)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total		87	637.41		
Semest (A)	1	20.33	20.33	2.75	0.1008
P. Madre (B)	2	2.89	1.44	0.20	0.8226
Int. (AB)	2	8.90	4.45	0.60	0.5497
Error		82	605.29	7.38	
CV %			12.98		
Media			20.94		

Perímetro abdominal (cm)

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	13037.75			
Semest (A)	1	92.28	92.28	0.98	0.3251
P. Madre (B)	2	5070.53	2535.27	26.93	0.0000
Int. (AB)	2	154.70	77.35	0.82	0.4433
Error	82	7720.24	94.15		
CV %			4.35		
Media			223.13		

Peso (kg)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	51100.86			
Semest (A)	1	538.91	538.91	0.95	0.3324
P. Madre (B)	2	3353.90	1676.95	2.96	0.0574
Int. (AB)	2	732.31	366.15	0.65	0.5268
Error	82	46475.75	566.78		
CV %			5.61		
Media			424.39		

Peso relativo (%)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	2044.03			
Semest (A)	1	21.56	21.56	0.95	0.3324
P. Madre (B)	2	134.16	67.08	2.96	0.0574
Int. (AB)	2	29.29	14.65	0.65	0.5268
Error	82	1859.03	22.67		
CV %			5.61		
Media			84.88		

Índice corporal

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1516.06			
Semest (A)	1	0.13	0.13	0.01	0.9213
P. Madre (B)	2	396.67	198.33	14.67	0.0000
Int. (AB)	2	10.45	5.22	0.39	0.6807
Error	82	1108.81	13.52		
CV %			4.89		
Media			75.22		

Índice torácico

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	996.01			
Semest (A)	1	3.62	3.62	0.30	0.5844
P. Madre (B)	2	5.15	2.57	0.21	0.8077
Int. (AB)	2	1.49	0.75	0.06	0.9399
Error	82	985.75	12.02		
CV %			4.21		
Media			82.27		

Índice ilio-isquiático

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	2622.79			
Semest (A)	1	0.03	0.03	0.00	0.9754
P. Madre (B)	2	65.84	32.92	1.07	0.3472
Int. (AB)	2	37.46	18.73	0.61	0.5460
Error	82	2519.46	30.73		
CV %			7.05		
Media			78.65		

Índice de compacidad

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1681.61			
Semest (A)	1	8.45	8.45	0.42	0.5175
P. Madre (B)	2	17.28	8.64	0.43	0.6506
Int. (AB)	2	15.76	7.88	0.39	0.6756
Error	82	1640.11	20.00		
CV %			7.06		
Media			63.37		

Índice cefálico

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	6942.70			
Semest (A)	1	83.21	83.21	1.04	0.3097
P. Madre (B)	2	104.59	52.30	0.66	0.5213
Int. (AB)	2	224.24	112.12	1.41	0.2505
Error	82	6530.66	79.64		
CV %			13.38		
Media			66.68		

Índice craneal

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1089.98			
Semest (A)	1	33.13	33.13	2.62	0.1095
P. Madre (B)	2	15.59	7.79	0.62	0.5426
Int. (AB)	2	3.75	1.88	0.15	0.8624
Error	82	1037.51	12.65		
CV %			4.55		
Media			78.17		

Índice facial

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1115.29			
Semest (A)	1	1.28	1.28	0.10	0.7562
P. Madre (B)	2	11.55	5.78	0.44	0.6468
Int. (AB)	2	21.53	10.76	0.82	0.4455
Error	82	1080.93	13.18		
CV %			5.23		
Media			69.43		

Índice dáctilo-costal

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	22.06			
Semest (A)	1	0.01	0.01	0.03	0.8611
P. Madre (B)	2	3.66	1.83	8.21	0.0006
Int. (AB)	2	0.13	0.06	0.29	0.7513
Error	82	18.27	0.22		
CV %			6.04		
Media			7.81		

Índice de proporcionalidad

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	603.42			
Semest (A)	1	31.92	31.92	5.19	0.0254
P. Madre (B)	2	61.48	30.74	4.99	0.0090
Int. (AB)	2	5.41	2.70	0.44	0.6459
Error	82	504.62	6.15		
CV %			2.55		
Media			97.47		

Índice de profundidad relativa del tórax

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	165.12			
Semest (A)	1	5.37	5.37	2.90	0.0923
P. Madre (B)	2	6.86	3.43	1.85	0.1632
Int. (AB)	2	1.07	0.53	0.29	0.7500
Error	82	151.82	1.85		
CV %			1.36		
Media			99.94		

Índice podal posterior

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	165.31			
Semest (A)	1	7.46	7.46	4.77	0.0318
P. Madre (B)	2	24.71	12.35	7.90	0.0007
Int. (AB)	2	4.97	2.49	1.59	0.2100
Error	82	128.17	1.56		
CV %			7.59		
Media			16.46		

Índice ilio-isquiático transverso

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	358.25			
Semest (A)	1	9.04	9.04	2.19	0.1428
P. Madre (B)	2	3.14	1.57	0.38	0.6848
Int. (AB)	2	7.59	3.80	0.92	0.4028
Error	82	338.48	4.13		
CV %			6.34		
Media			32.06		

Índice ilio-isquiático longitudinal

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	883.43			
Semest (A)	1	105.74	105.74	11.74	0.0010
P. Madre (B)	2	28.49	14.24	1.58	0.2120
Int. (AB)	2	10.43	5.21	0.58	0.5629
Error	82	738.78	9.01		
CV %			18.04		
Media			16.64		

Índice de grueso relativo de la caña

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	326.86			
Semest (A)	1	10.57	10.57	2.83	0.0963
P. Madre (B)	2	5.81	2.90	0.78	0.4628
Int. (AB)	2	4.43	2.21	0.59	0.5550
Error	82	306.07	3.73		
CV %			12.37		
Media			15.61		

Índice de carga de la caña

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	10.55			
Semest (A)	1	0.00	0.00	0.03	0.8559
P. Madre (B)	2	0.24	0.12	0.96	0.3866
Int. (AB)	2	0.12	0.06	0.46	0.6309
Error	82	10.20	0.12		
CV %			8.57		
Media			4.11		

Índice dáctilo-torácico o metacarpo-torácico

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	26.72			
Semest (A)	1	0.08	0.08	0.33	0.5698
P. Madre (B)	2	6.68	3.34	13.80	0.0000
Int. (AB)	2	0.12	0.06	0.26	0.7744
Error	82	19.84	0.24		
CV %			5.18		
Media			9.50		

Índice de anamorfosis

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	4103.66			
Semest (A)	1	55.03	55.03	1.32	0.2534
P. Madre (B)	2	631.09	315.55	7.59	0.0009
Int. (AB)	2	6.92	3.46	0.08	0.9203
Error	82	3410.62	41.59		
CV %			4.71		
Media			136.81		

Coefficiente de proporcionalidad

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	6516.03			
Semest (A)	1	12.45	12.45	0.18	0.6719
P. Madre (B)	2	433.97	216.98	3.15	0.0482
Int. (AB)	2	418.10	209.05	3.03	0.0536
Error	82	5651.50	68.92		
CV %			9.81		
Media			84.62		

Índice de gracilidad subesternal

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	5229.54			
Semest (A)	1	277.34	277.34	6.72	0.0113
P. Madre (B)	2	817.72	408.86	9.91	0.0001
Int. (AB)	2	752.32	376.16	9.12	0.0003
Error	82	3382.16	41.25		
CV %			7.43		
Media			86.48		

Índice auricular/tórax

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	261.40			
Semest (A)	1	14.79	14.79	5.91	0.0172
P. Madre (B)	2	0.00	0.00	0.00	1.0000
Int. (AB)	2	41.44	20.72	8.28	0.0005
Error	82	205.17	2.50		
CV %			12.03		
Media			13.15		

Producción Total (litros/lactancia)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	2618231.07			
Semest (A)	1	9911.56	9911.56	0.33	0.5660
P. Madre (B)	2	82458.32	41229.16	1.38	0.2570
Int. (AB)	2	78657.60	39328.80	1.32	0.2733
Error	82	2447203.59	29843.95		
CV %			5.84		
Media			2956.99		

Días de lactancia

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	8677.99			
Semest (A)	1	672.15	672.15	11.61	0.0010
P. Madre (B)	2	514.71	257.35	4.45	0.0147
Int. (AB)	2	2745.33	1372.67	23.72	0.0000
Error	82	4745.80	57.88		
CV %			2.67		
Media			284.51		

Producción Total (litros/ajustada a 305 días)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	3666689.42			
Semest (A)	1	136074.31	136074.31	3.47	0.0659
P. Madre (B)	2	211138.91	105569.45	2.70	0.0735
Int. (AB)	2	108497.31	54248.66	1.39	0.2560
Error	82	3210978.90	39158.28		
CV %			6.24		
Media			3172.98		

Edad a la Medición

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	1400821.95			
Semest (A)	1	25624.22	25624.22	1.84	0.1782
P. Madre (B)	2	118822.58	59411.29	4.28	0.0171
Int. (AB)	2	116965.64	58482.82	4.21	0.0182
Error	82	1139409.51	13895.24		
CV %			16.58		
Media			710.98		

Edad servicio efectivo

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	2298006.86			
Semest (A)	1	51156.52	51156.52	2.35	0.1287
P. Madre (B)	2	224425.28	112212.64	5.17	0.0077
Int. (AB)	2	241042.99	120521.49	5.55	0.0055
Error	82	1781382.07	21724.17		
CV %			17.51		
Media			841.61		

Edad al Parto

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	2305521.72			
Semest (A)	1	51409.16	51409.16	2.36	0.1286
P. Madre (B)	2	224331.48	112165.74	5.14	0.0079
Int. (AB)	2	240636.07	120318.03	5.51	0.0057
Error	82	1789145.00	21818.84		
CV %			13.17		
Media			1121.56		

Periodo de Gestación (días)

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	278.72			
Semest (A)	1	0.31	0.31	0.09	0.7626
P. Madre (B)	2	0.35	0.17	0.05	0.9503
Int. (AB)	2	0.28	0.14	0.04	0.9593
Error	82	277.78	3.39		
CV %			0.66		
Media			279.94		

Producción promedia/día

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	87	28.15			
Semest (A)	1	0.11	0.11	0.33	0.5660
P. Madre (B)	2	0.89	0.44	1.38	0.2570
Int. (AB)	2	0.85	0.42	1.32	0.2733
Error	82	26.31	0.32		
CV %			5.84		
Media			9.70		

Anexo 3: Curva de producción en función del tiempo.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.99113938
Coefficiente de determinación R ²	0.98235727
R ² ajustado	0.98206225
Error típico	0.84106877
Observaciones	305

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	5	11777.0898	2355.41796	3329.69892	9.858E-260
Residuos	299	211.511607	0.70739668		
Total	304	11988.6014			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	12.31	0.30	41.39	8.33E-126	11.73	12.90
Periodo de Lactancia	0.46	0.02	23.30	3.56E-69	0.42	0.49
X^2	-0.01	0.00	-21.36	4.12E-62	-0.01	-0.01
X^3	0.00	0.00	16.35	2.30E-43	0.00	0.00
X^4	0.00	0.00	-12.47	5.25E-29	0.00	0.00
X^5	0.00	0.00	9.58	3.90E-19	0.00	0.00

Anexo 4: Análisis de varianza método stepwise.

α a entrar = 0.15, α a retirar = 0.15

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	2405159	481032	185.12	0.000
Alzada a la cruz (cm)	1	779927	779927	300.15	0.000
Longitud craneal (cm)	1	9268	9268	3.57	0.062
Índice corporal	1	11728	11728	4.51	0.037
Índice de compacidad	1	131694	131694	50.68	0.000
Coeficiente de proporcionalidad	1	20575	20575	7.92	0.006
Error	82	213072	2598		
Total	87	2618231			

Coeficientes	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-961	730	-1.32	0.192	
Alzada a la cruz (cm)	19.17	1.11	17.32	0.000	1.56
Longitud craneal (cm)	-5.90	3.12	-1.89	0.062	1.05
Índice corporal	-19.46	9.16	-2.12	0.037	48.93
Índice de compacidad	77.0	10.8	7.12	0.000	75.72
Coeficiente de proporcionalidad	-22.84	8.12	-2.81	0.006	165.20

Anexo 5: Análisis de varianza método stepwise ajustado. α a entrar = 0.1, α a retirar = 0.1

Fuente de Varianza	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	2377277	792426	276.25	0.000
Alzada a la cruz (cm)	1	771902	771902	269.10	0.000
Índice corporal	1	49183	49183	17.15	0.000
Índice de compacidad	1	2346755	2346755	818.11	0.000
Error	84	240955			
Total	87	2618231			

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
53.5584	90.80%	90.47%	89.19%

Coeficientes	Coef	EE		Valor T	Valor p	FIV
		coef.	Valor T			
Constante	-2967	254	-11.69		0.000	
Alzada a la cruz (cm)	18.64	1.14	16.40		0.000	1.49
Índice corporal	6.15	1.49	4.14		0.000	1.17
Índice de compacidad	46.71	1.63	28.60		0.000	1.56

$$\begin{aligned} \text{Producción Total} &= -2967 + 18.64 \text{ Alzada a la cruz (cm)} \\ \text{(litros/lactan)} &+ 6.15 \text{ Índice corporal} \\ &+ 46.71 \text{ Índice de compacidad} \end{aligned}$$