

Evaluación de la producción y calidad de la leche en vacas criollas barroso en Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala

Avaliação da produção e da qualidade do leite em vacas Criollo Barroso em Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala

Evaluation of milk production and quality in Criollo Barroso cows in Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala

DOI: 10.34188/bjaerv7n2-019

Submetido: 19/01/2024

Aprovado: 01/03/2024

Ever Alexis Martínez Aguilar

Maestro en Ciencia Animal con énfasis en producción de bovinos de leche por la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador
San Salvador. El Salvador
Correo electrónico: ever.martinez@ues.edu.sv

Raúl Jáuregui Jiménez

Maestro en Ciencias en Salud Animal por la Universidad Autónoma del Estado de México,
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Instituto de Investigación del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
Chiquimula. Guatemala
Correo electrónico: rjauregui@cunori.edu.gt

Juan Carlos Valdez Sandoval

Doctor en Ciencias por la Universidad Mariano Gálvez de Guatemala
Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala
Cdad. de Guatemala. Guatemala
Correo electrónico: zoovaldez@gmail.com

Luis Fernando Córdón Córdón

Licenciado en Zootecnia del Centro Universitario de Oriente (CUNORI)
Zootecnia, Centro Universitario de Oriente (CUNORI), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala
Chiquimula. Guatemala
Correo electrónico: luiscordon@cunori.edu.gt

Juan Fernando Contreras Morales

Maestro en Artes con énfasis en producción de bovinos de leche por la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Cooperativa de Ganaderos Lecheros de Guatemala (Cooproleche R.L.)
Cdad. de Guatemala. Guatemala
Correo electrónico: luiscordon@cunori.edu.gt

Merlin Wilfrido Osorio López

Licenciado en Zootecnia del Centro Universitario de Oriente (CUNORI)
Zootecnia, Centro Universitario de Oriente (CUNORI), Universidad de San Carlos de Guatemala,
Guatemala
Chiquimula, Guatemala
Correo electrónico: osoriomw@cunori.edu.gt

Alba Concepción Melgar Chúa

Maestría en Administración de Empresas por el Instituto Centroamericano de Administración de
Empresas (INCAE)
Finca La Guardianilla
Chiquimula, Guatemala
Correo electrónico: alba.melgar12@gmail.com

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la producción láctea y la calidad de la leche de las vacas criollas Barroso en las condiciones ecológicas y de manejo de la finca la Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala. **Materiales y métodos.** Para determinar la producción láctea del ganado Barroso, se procedió según el International Committee for Animal Recording (ICAR). Se registró la producción de leche de un grupo promedio de 19 vacas en diferentes etapas de lactancia. Se utilizó el software Milk Curve Fitter®. Se tomaron muestras de leche (100 mL) para determinar los parámetros físicos, químicos y nutricionales, y se utilizó el equipo Ekomilk Total®. Para determinar el número de células somáticas, se utilizó el equipo Ekomilk Scan®. **Resultados.** La curva de lactancia de vacas primerizas y multíparas reveló que el punto máximo de producción se registra en el día 60, para primerizas alcanzando un pico de 4.30 kg de leche por vaca. Esto se tradujo en un total de 1682 kg de leche durante toda la lactancia, con un promedio de 4.11 kg por vaca. La curva de lactancia de vacas multíparas reveló un pico de 5.36 kg por vaca. Esto se tradujo en una producción total de 1836 kg durante toda la lactancia, con un promedio de 4.75 kg por vaca. Se aprecia que a medida avanza la lactancia aumentan los parámetros nutricionales y físico-químicos de la leche. **Conclusiones.** El presente estudio ha demostrado mediante las curvas de lactancia que el bovino criollo Barroso posee un gran potencial lechero para la región centroamericana. Los datos que se conocían del Barroso han variado desde sus anteriores estudios hasta el presente.

Palabras clave: bovino criollo, curvas de lactancia, multíparas, primerizas.

RESUMO

Objetivo. Avaliar a produção e a qualidade do leite de vacas crioulas da raça Barroso nas condições ecológicas e de manejo da fazenda Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa Guatemala. **Materiais e métodos.** Para determinar a produção de leite do gado da raça Barroso, procedemos de acordo com o Comitê Internacional de Registro Animal (ICAR). A produção de leite foi registrada para um grupo de vacas em diferentes estágios de lactação. Foi usado o software Milk Curve Fitter®. Foram coletadas amostras de leite para determinar parâmetros físicos, químicos e nutricionais, e foi usado o equipamento Ekomilk Total®. O equipamento Ekomilk Scan® foi usado para determinar o número de células somáticas. **Resultados.** A curva de lactação das vacas primíparas e multíparas revelou que o ponto máximo de produção foi registrado no dia 60, para as vacas primíparas que atingiram um pico de 4,30 litros por vaca. Isso se traduziu em um total de 1.682 litros durante toda a lactação, com uma média de 4,11 litros por vaca. A curva de lactação para vacas multíparas revelou um pico de 5,36 litros por vaca. Isso se traduziu em uma produção total de 1.836 litros durante toda a lactação, com uma média de 4,75 litros por vaca. Pode-se observar que, à medida que a lactação avança, os parâmetros nutricionais e físico-químicos aumentam. **Conclusões.** O presente estudo demonstrou, por meio de curvas de lactação, que o gado crioulo da raça Barroso tem um grande

potencial leiteiro para a região da América Central. Os dados conhecidos sobre o Barroso variaram de estudos anteriores até o presente.

Palavras-chave: crioulo barroso, curvas de lactação, múltiparas, primíparas.

ABSTRACT

Objective. To evaluate milk production and milk quality of Barroso Creole cows in the ecological and management conditions of the Guardianilla farm, Chiquimulilla, Santa Rosa Guatemala. **Materials and methods.** To determine the milk production of Barroso cattle, we proceeded according to the International Committee for Animal Recording (ICAR). Milk production was recorded for a group of cows at different stages of lactation. Milk Curve Fitter® software was used. Milk samples were taken to determine physical, chemical and nutritional parameters, and Ekomilk Total® equipment was used. The Ekomilk Scan® equipment was used to determine the number of somatic cells. **Results.** The lactation curve of first-calf and multiparous cows revealed that the maximum production point was recorded on day 60, for first-calf cows reaching a peak of 4.30 liters per cow. This translated into a total of 1682 liters during the entire lactation, with an average of 4.11 liters per cow. The lactation curve for multiparous cows revealed a peak of 5.36 liters per cow. This translated into a total production of 1836 liters during the entire lactation, with an average of 4.75 liters per cow. It can be seen that as lactation progresses, nutritional and physicochemical parameters increase. **Conclusions.** The present study has demonstrated by means of lactation curves that the Barroso Creole cattle has a great dairy potential for the Central American region. The data known for the Barroso have varied from previous studies to the present.

Keywords: creole barroso, lactation curves, multiparous, primiparous.

1 INTRODUCCIÓN

Según Inchausti y Tagle (1967), Cristóbal Colón llevó a los primeros bovinos desde España hacia las Antillas durante el descubrimiento de América. Luego, los conquistadores españoles se encargaron de introducir bovinos de tipo ibérico a América. Según Melgar (1984), el ganado criollo Barroso descende de la estirpe inicial que los españoles introdujeron a Guatemala hace más de 400 años. Aproximadamente, hace 50 años que el señor Salvador Melgar Colón recolectó especímenes barrosos, por todo el país, y los concentró en la finca La Guardianilla, en Chiquimulilla Departamento de Santa Rosa, Guatemala (Jáuregui, 2017).

La finca La Guardianilla en donde se encuentra el núcleo genético del ganado criollo Barroso se ubica en una de las principales regiones productoras de leche, el suroriente de Guatemala. En dicha área se produce alrededor del 37% del total de leche fresca (de Loma-Ossorio et al., 2000), bajo las condiciones de explotación extensiva y utilizando el bovino criollo. Pese a esto Jáuregui et al., (2014) concluyeron que los animales Barroso son doble propósito ya que poseen aptitud cárnica y lechera, aunado a una alta capacidad reproductiva. Ponce Ceballo (2019), define como doble propósito a aquellos animales que tienen la propiedad de producir leche y carne dentro de sistemas productivos, y que enfatizan más hacia alguna. También se refiere a un sistema tradicional del

trópico en el cual se produce carne y leche simultáneamente utilizando como base vacas cebú/criollas o cruzadas con razas lecheras europeas, lo que generalmente va acompañado de la cría de terneros mediante amamantamiento. Las razas criollas tienden a este comportamiento productivo (Salamanca y Crosby, 2013; Chirinoz y Faria-Marmol, 2014).

Sin embargo, existen entre las razas criollas algunas con más tendencia a la producción de leche, como es el caso de la raza criolla Reyna de Nicaragua, que según Burgmaier et al. (1999), no deberían ser explotadas en sistemas intensivos, pues la falta de ternero en el ordeño y la menor cantidad de días de ordeño reduce la producción láctea en comparación al sistema doble propósito habitual para la raza. Por otro lado, la raza Criollo Lechero Tropical (CLT) de México, que a su vez está muy emparentada con la raza Reyna de Nicaragua, también se ordeña incluyendo al ternero (Rosendo y Becerril, 2002). Dentro de este grupo entra también la raza Harton del Valle de Colombia, que dentro de las razas de su país destaca produciendo casi el doble de leche que las demás (Onofre et al, 2015).

En tal sentido, se vuelve necesario medir la producción láctea y los días de lactancia del ganado Barroso, y así generar conocimiento científico. Los objetivos de la presente investigación fueron evaluar la producción láctea y la calidad de la leche de las vacas criollas Barroso durante toda la fase de lactancia en las condiciones ecológicas y de manejo de la finca la Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala.

2 MÉTODOS

Se desarrolló entre los meses de agosto de 2022 a mayo de 2023. La recolección de datos tuvo lugar entre los meses de agosto de 2022 a marzo de 2023. El análisis de datos tuvo lugar durante los meses de enero de 2023 a mayo de 2023.

El estudio se desarrolló en la Finca La Guardianilla, del municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa, al Sur Oriente de Guatemala de coordenadas 14°04'51.0"N 90°22'06.5" W. El municipio de Chiquimulilla presenta una clasificación climática de Sabana Tropical (aw) según la clasificación de Köppen (McKnight & Hess, 2000). Con una precipitación pluvial anual promedio en el año 2019 de 692 mm (ICC, 2020).

Del grupo de animales barrosos del grupo de ordeño de la finca en el momento del estudio, se muestrearon un promedio 16 vacas multíparas y 3 primíparas por muestreo las cuales estaban en diversas etapas de su lactación (figura 1), a todos los animales que entraron en el estudio se les realizó un examen médico para determinar su estado de salud antes de comenzar, este examen y en general la salud de los animales seleccionados durante la investigación fue evaluada y monitoreada por el médico veterinario Raúl Jáuregui Jiménez. Estos animales se alimentan en pastoreo con pasto

Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), en la época seca se les alimenta con silo de maíz (*Zea mays*), y se suplementan solamente en el ordeño con balanceado comercial y sales minerales.

Del grupo de animales seleccionados, se tomaron muestras de leche cada 23 días, de acuerdo con las normas del *International Committee for Animal Recording* (ICAR), donde según el intervalo señalado en la norma correspondiente a cada 3 semanas se debe muestrear dentro de un intervalo entre los 16 y 26 días, en nueve pulsos o momentos para cubrir un periodo de lactación de alrededor de 207 días. Cabe agregar que las vacas que se muestrearon estaban en sus distintas fases de la curva de lactación. Esta metodología estuvo acorde a lo planteado por el ICAR (2017) y el dictamen del Comité de Bioética de Postgrado según la vigente ley de Guatemala.

Figura 1. Vaca Barroso que entró en el estudio



Una vez seleccionadas las vacas para el estudio, para cada registro, se identificó la vaca (ID), y su producción de leche individual. Los datos almacenados incluyeron la producción de leche, la hora y la fecha del ordeño (ICAR, 2017).

Para determinar la producción láctea del ganado Barroso, se procedió según el ICAR (2017). El periodo de lactación se define desde el día del parto o el día en que el animal entra en ordeño, hasta el día en que el animal es secado o dé menos de 3 kg/día o 1 kg/ordeño. Para el caso se registró la producción del grupo de vacas seleccionado cada 23 días durante el periodo de producción con lo cual se obtuvo al final del periodo un valor total de kg de leche/días del periodo, de un solo ordeño el matutino. Estos datos también sirvieron para poder trazar la curva de lactancia de las vacas Barroso, de acuerdo con lo contemplado en las normas del ICAR (2017). Como los datos se tomaron cada 23 días y las vacas estaban en diferentes periodos de lactancia, se utilizó el software *Milk Curve Fitter*®, el cual utiliza el modelo matemático de Woods (1967) para calcular la curva de lactancia

ajustada a 305 días.

Para determinar la producción láctea se registraron las siguientes variables: días de lactancia, con los que luego se pudo agrupar la producción en primer tercio (0-100 días), segundo tercio (101-200 días) y tercer tercio (201-305 días), producción individual por muestreo (kg/vaca/muestreo).

Para determinar la calidad de la leche se realizó la prueba *de California Mastitis Test*® (CMT) a cada vaca para detectar mastitis subclínica y así descartar los cuartos reactivos a mastitis y extraer las muestras de los animales con cuartos sanos (Figura 2). Sucesivamente se tomó la muestra de 100 mL de leche en un recipiente, esto para cada vaca seleccionada que fueron depositados en una hielera a una temperatura de 4°C para su conservación durante el transporte. Finalmente, esas muestras fueron transportadas hacia el Laboratorio de lácteos del Centro Universitario de Oriente- CUNORI- en Chiquimula, para su análisis.

Figura 2. Prueba CMT.



Para determinar los parámetros físicos, químicos y nutricionales de la leche, se utilizó el equipo *Ekomilk Total*® y se procedió de la siguiente manera: se tomaron 40 mL de leche de cada muestra, se calentó la leche a 37°C en baño maría, luego se colocó en el área de análisis, después de 90 segundos el equipo dio el resultado de la calidad de la leche (Bulteh 2000, 2022a). Luego, se tabuló la información. Las variables que se midieron y evaluaron para la calidad física y química de la leche fueron: Conductividad mS/cm, Temperatura °C, Agua agregada a la leche %, Punto de congelación °C, Densidad g/cc y pH. Y las variables registradas para la calidad nutricional fueron: Grasa %, Proteína %, Lactosa % y Sólidos no grasos %.

Para determinar el número de células somáticas en la leche, se utilizó el equipo *Ekomilk Scan*®: para esto, se tomó una muestra de 10 mL de leche y 5 mL de surfactante, ambos a una temperatura de 20 a 22°C (Bulteh 2000, 2022b). Para su análisis estadístico se hicieron los

estadísticos descriptivos y el coeficiente de variación (%).

Para determinar la prevalencia de mastitis en el estudio se utilizó la fórmula

$$P = \frac{C}{N}$$

Donde:

P=Prevalencia

C= Número de casos afectados

N= Número de efectivos de la población

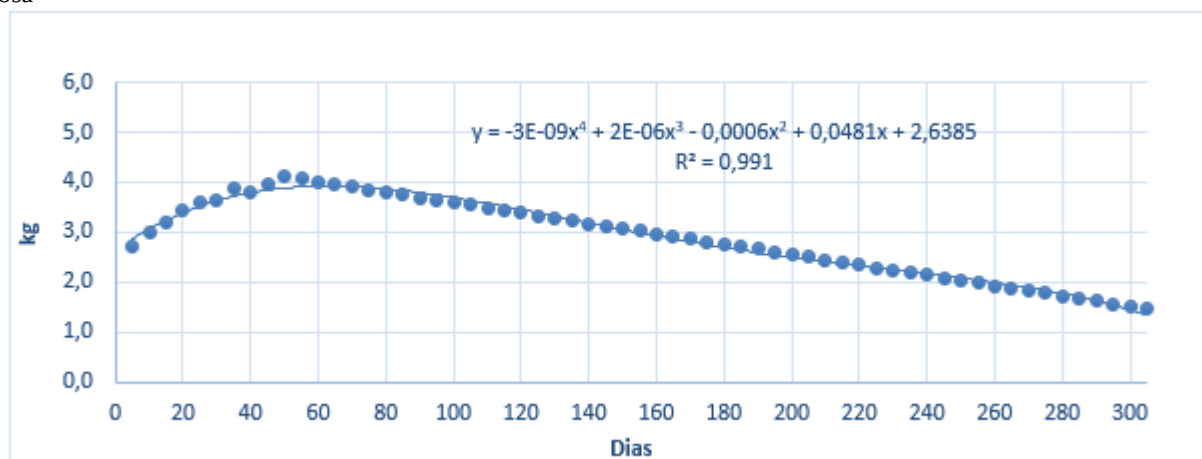
Los datos de producción y calidad de la leche se evaluaron mediante un análisis descriptivo, donde se consideró cada variable de modo independiente; con medidas de tendencia central, de dispersión y tablas de frecuencia, a lo largo de la lactancia. Se utilizó el Software *Milk Curve Fitter*®, con el cual se elaboró un gráfico de la curva de lactancia para primerizas y multíparas, donde X= días de lactancia y Y= rendimiento; con sus picos de lactancia y persistencias (primerizas n=31; multíparas n=143).

3 RESULTADOS

Curva de Lactancia Vacas Primerizas

Como se puede apreciar en la figura 3, la cual muestra que el pico de lactancia se alcanza en el día 60, y es un pico de 4.30 kg de leche también revela una persistencia de 99.48%, y una disminución de -0.0007 kg/día, una cantidad de kg totales por lactancia de 1682, y un promedio de 4.11 kg/vaca (n=31).

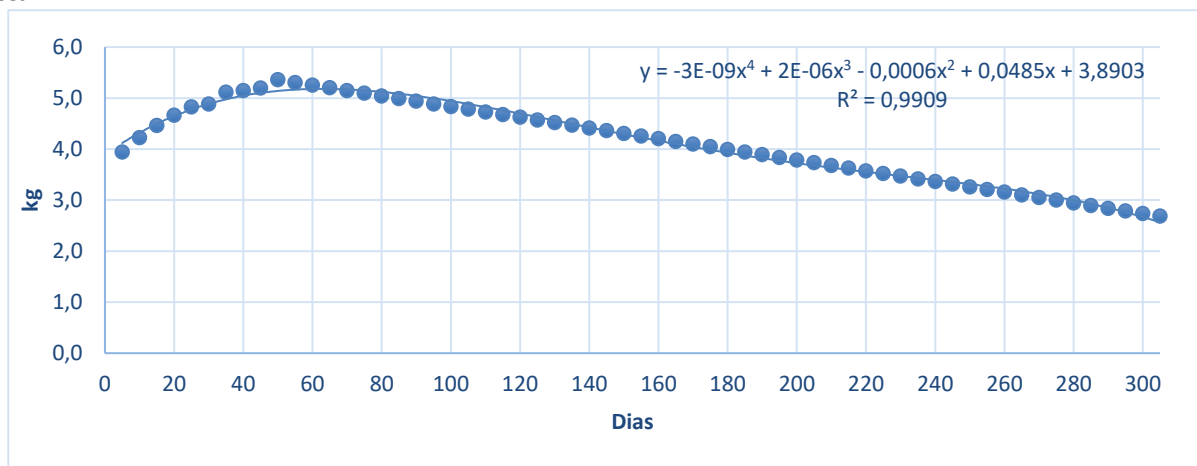
Figura 3. Curva de Lactancia Ajustada de Vacas Barroso Primerizas en la finca La Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa



Curva de Lactancia Vacas Multíparas

Como se puede apreciar en la figura 4 la cual muestra que el pico de lactancia se alcanza en el día 60, y es un pico de 5.36 kg de leche, también revela una persistencia de 96.32%, y una disminución de -0.0065 kg/día, una cantidad de litros totales por lactancia de 1836, y un promedio de 4.75 kg/vaca (n=143).

Figura 4. Curva de Lactancia Ajustada de Vacas Barroso Multíparas en la finca La Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa



Calidad de Leche

Tabla 1. Resultados de los parámetros nutricionales de la leche de las vacas Barrosas de la finca La Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa.

	n=151	X	D.E	Min	Max	CV
Grasa		2.22%	(0.44)	1.50	3.50	19.82%
Proteína		3.67%	(0.09)	2.90	3.99	2.45%
Lactosa		4.88%	(0.08)	3.75	5.22	1.64%
Sólidos no grasos		9.22%	(0.21)	7.17	10.30	2.28%

En la Tabla 1 se aprecian los resultados de las medias de los parámetros nutricionales de la leche durante toda la curva de lactancia de las vacas barrosas.

Tabla 2. Resultados de los parámetros nutricionales de la leche en función de la etapa de producción de las vacas Barrosas de la finca La Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa-

n=151	I Tercio	II Tercio	III Tercio	Min	Max	CV %	p-valor
Grasa %	1.71 ^A	2.47 ^B	2.49 ^B	1.50	3.50	19.82	<0.0001
Proteína %	3.57	3.69	3.74	2.90	3.99	2.45	0.5272
Lactosa %	4.78	4.92	4.93	3.75	5.22	1.64	0.7185
Sólidos no grasos%	8.98	9.30	9.37	7.17	10.30	2.28	0.6568

Se aprecia que a medida que avanza la lactancia aumentan los sólidos por lo tanto hay un aumento de grasa, proteína y lactosa. Estadísticamente solo existen diferencias significativas entre los tercios en la variable grasa (ANOVA), teniendo un comportamiento diferente el I Tercio, donde el % de grasa es menor (Tukey Test).

Tabla 3. Resultados de las características físico-químicas de la leche de las vacas Barrosas de la finca La Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa

n=151	X	D.E	Min	Max	CV
Densidad g/cc	1.0373	0.0004	1.0301	1.0407	0.004%
Punto de Congelación °C	-0.641	0.0127	-0.588	-0.705	1.98%
Conductividad mS/cm	4.160	0.1843	3.57	6.05	4.43%
pH	5.56	0.2022	5.52	6.11	3.64%

Tabla 4. Resultados de las características físico-químicas de la leche en función de la etapa de producción de las vacas Barrosas de la finca La Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa.

n=151	I Tercio	II Tercio	III Tercio	Min	Max	CV %	p-valor
Densidad g/cc	1.0369	1.0373	1.0377	1.0301	1.0407	0.004	0.7299
Punto de Congelación °C	-0.627	-0.646	-0.651	-0.588	-0.705	1.98	0.8515
Conductividad mS/cm	4.085 ^{AB}	4.025 ^A	4.370 ^B	3.57	6.05	4.43	0.0045
pH	5.33 ^A	5.64 ^A	5.71 ^B	5.52	6.11	3.64	0.0039

Siguiendo esta tendencia se puede apreciar que la densidad también aumenta a medida que avanza la lactancia, lo que coincide con los análisis nutricionales, pues al existir más sólidos, existe menos cantidad de agua natural en la leche, por lo tanto, es una leche más concentrada. Esto mismo afecta al punto de congelación. La conductividad está vinculada a la cantidad de células somáticas. El pH sigue esta misma tendencia de ir en aumento conforme avanza la lactancia. Estadísticamente existen diferencias significativas entre los tercios en las variables Conductividad eléctrica y pH (ANOVA), Teniendo comportamientos diferentes entre los Tercios, donde en ambas variables el valor es mayor en el III Tercio (Tukey Test).

Tabla 5. Comparación de resultados de las características físico-químicas de la leche en función de la etapa de producción de las vacas Barrosas de la finca la Guardianilla.

	Año	Densidad g/cc	Punto de Congelación °C	Conductividad mS/cm	pH
I Tercio	2023	1.0369	-0.627	4.085	5.33
	2017	1.035	-0.590	4.38	6.54
II Tercio	2023	1.0373	-0.646	4.025	5.64
	2017	1.037	-0.620	4.19	6.50
III Tercio	2023	1.0377	-0.651	4.370	5.71
	2017	1.037	-0.620	4.42	6.51

Fuente: Jáuregui, 2017

Tabla 6. Resultados de la Prevalencia de Mastitis subclínica y clínica en las vacas Barrosas en estudio de la finca La Guardianilla, Chiquimulilla, Santa Rosa

Variable	n	%
Sin Mastitis	91	60.26
Mastitis Subclínica	56	37.09
Mastitis Clínica	4	2.65
Total	151	100

La prevalencia de mastitis subclínica fue de 37.09% y de mastitis clínica fue de 2.65%.

4 DISCUSIÓN

El trópico americano ha presentado un conjunto de situaciones ambientales, económicas, sociales y culturales cuya base son los animales nativos (Criollos), después de siglos de adaptación fisiológica han conservado una aceptable capacidad reproductiva, resistencia al medio, habilidad materna, eficiencia digestiva y una discutible productividad lechera o cárnica (Ramírez, 2001). La orientación de las razas bovinas depende de diversos factores entre los cuales pueden estar la morfometría, pero también las lactancias, según González et al., (2019), un bovino doble propósito eficiente en el trópico no debería tener lactancias menores de 240 días. En el caso de los bovinos criollos americanos una raza que es tipificada doble propósito (Parra-Cortés y Magaña-Magaña, 2021) pero con tendencia más lechera entre las criollas es el Hartón del Valle (Onofre et al., 2015) colombiana la cual según González-Aranda y Arango-Bonilla (1974) reportan una producción láctea de 810 kg, a un ordeño diario y una lactancia de 236 días. Datos más recientes indican una producción lechera para el Hartón del Valle de 1683 kg en 284 días, es decir 5.9 kg/vaca/día, en condiciones del trópico medio colombiano (ICA, 1999) y Onofre et al., (2015), reportan un promedio de 4.0 kg/día, lo que denota selección hacia la producción de leche.

Estos valores de la raza Hartón del Valle, son similares a los obtenidos en este estudio del Barroso pues hubo un promedio de 4.75 kg de leche /vaca, y en la curva de lactancia ajustada a 305 días reveló una producción de 1836 kg de leche. Los datos anteriores con los que contaba el ganado Barroso son los brindados por Melgar (1984), quien reportó una producción de 976.6 kg de leche por lactancia, 3.83 kg/vaca/día, con un periodo de lactación de 255 días. Lo que evidencia una notable selección de los animales hacia una tendencia a producir mayor cantidad de leche durante más días. Jáuregui et al. (2014), basados en su morfoestructura los clasifica como animales con aptitud cárnica y lechera, sin embargo, al comparar con los datos de raza Criollo Lechero Tropical (CLT) de México, la cual presenta una producción media de leche de 1145 kg en una lactación de 305 días, incluyendo al ternero durante el ordeño (Rosendo y Becerril, 2002). El Criollo Reyna de Nicaragua en manejo doble propósito logra 290 días de lactancia en promedio y 1256 kg de leche (Burgmaier et al., 1999). En cuanto al pico de lactancia según Cervantes et al. (2006), el CLT

alcanza el pico de lactancia a los 87 días y un pico de 4.11 kg de leche/día. Comparado con el Barroso que alcanza el pico de lactancia a los 60 días y un pico de 5.36 kg/día, evidenciamos que el Barroso tiene una muy buena aptitud lechera, al punto de poder ser clasificada en un futuro cercano como un “Criollo Lechero”.

En cuanto a la primera lactancia existen factores modificables como el manejo, que incluye las prácticas de salud, alimentación y características del alojamiento, que influyen de forma directa sobre la producción de la primera lactancia (PPL), sin embargo, la raza es una variable no modificable (Castillo-Badilla et al., 2019). Sapana et al. (2012), reportan para vacas criollas en Perú una primera lactancia de 310.73 kg, ajustada a 180 días. Álvarez (1999), afirma que en la raza criolla Hartón del Valle la menor producción se da en la primera lactancia. En el caso del Barroso en su primer parto si alcanza los 305 días, y como es lógico su producción en el primer parto es menor a comparación de las vacas multíparas.

El estudio de las curvas de lactación permite conocer la evolución de la producción lechera de los animales, estimándose de este modo su producción lechera total o parcial (Quiroz et al., 2011). En las hembras Barroso existe una diferencia en la lactancia ajustada a 305 días, entre la lactancia total y el pico de lactancia entre las primíparas y multíparas, siendo menores los valores la de las primíparas en un 14%, sin embargo, alcanzan el pico de producción en los mismos días. Cañas et al. (2009), a medida que aumentan los partos, aumenta la producción al pico de lactancia. Se estima que las vacas de primer parto tienen un 12% menos en producción de leche, comparada con la producción de vacas multíparas (Vaccaro, 1998).

En cuanto a las características nutricionales de la leche se observa un incremento de los valores de proteína, grasa, lactosa y sólidos no grasos a medida que la lactancia avanza. En cuanto a la proteína se obtuvo un valor promedio de 3.67%, la grasa tuvo un valor promedio de 2.22%, la lactosa 4.88% y sólidos no grasos un promedio de 9.22% en la lactancia completa. Parra Vanegas (2022), reporta para la raza criolla Chino Santandereano una media de 3.5% de proteína, 3 % de grasa, 4.9% de lactosa. Jáuregui (2017), reporta en el Barroso los valores de 1.60% de grasa en la lactancia temprana, 1.95% en la intermedia y 1.82% en la tardía, para la proteína 3.28% en la lactancia temprana, 3.42% en la intermedia y 3.43% en la tardía, para lactosa en la lactancia temprana 4.56%, para la intermedia 4.77% y para la tardía 4.78%. Comparando con los resultados obtenidos en este estudio concuerda en cuanto a la grasa que el menor porcentaje se encuentra en el inicio de la lactancia (I tercio), y luego incrementa, sin embargo en este trabajo se registraron porcentajes considerablemente mayores a los reportados por Jáuregui (2017), los valores de proteína y lactosa son mayores también en el presente estudio, pero sí concuerdan con los valores de Jáuregui (2017), para el Barroso en que los valores aumentan a medida avanza la lactancia. Los resultados

actuales sugieren que los valores de las características nutricionales de la leche de las vacas Barroso han aumentado desde el estudio anterior de Jáuregui. Al comparar con los valores del criollo Chino Santandereano son similares a excepción de la grasa que es menor. Sin embargo, aun dentro de los criollos existe una gran variabilidad en estos parámetros ya que para la raza criolla Blanco Oreginegro se reportan los valores de 4.6% de grasa y 3.9% de proteína (Quijano Bernal y Montoya Serna, 2000). Onofre et al. (2012), reportan para Blanco Orejinegro un promedio de grasa de 4.39%, 3.92% de proteína y 9.69% de sólidos no grasos. Por lo que al comparar estos valores de BON con los del Barroso, se aprecia que el Barroso se ve muy superado, quedando más cercano a las características del Chino Santandereano y habiéndose superado a sí mismo en el tiempo, producto posiblemente de la selección y el manejo. Respecto al manejo, Rego et al. (2016), afirman que hay un patrón de evolución de los ácidos grasos de la grasa láctea que responde a diferentes dietas cambiando la composición de la leche. También el estrés es una de las causas de un bajo nivel de la concentración de grasa láctea, además es particularmente sensible a las modificaciones de la dieta y el entorno, donde una amplia gama de factores nutricionales y no nutricionales influyen en la producción de grasa láctea (Razzaghi et al., 2022). Samková et al. (2012), afirma que la nutrición es el factor que vuelve más variable la grasa (el tipo de dieta), sin embargo, se afirma que la composición de la grasa producida por las razas autóctonas, las de doble propósito y las cruzadas parece tener un perfil más deseable que las razas lecheras importadas (principalmente Holstein). Esta composición de la grasa es algo que debe ser analizado en un futuro estudio con el Barroso.

En cuanto a los parámetros físico-químicos se continúa con la tendencia hacia el incremento de la densidad a medida que avanza la lactancia, y sucede lo mismo con el punto de congelación, conductividad eléctrica y pH. En la investigación elaborada por Melgar (1984), se obtuvieron resultados de 1.032 g/cc en la variable de densidad, al comparar con el promedio de la presente investigación de 1.0373 g/cc, existe en la actualidad una mayor densidad. Jáuregui (2017), reporta para el Barroso valores de densidad de 1.035 g/cc para lactancia temprana y 1.037 g/cc para lactancia intermedia y tardía, al comparar con los resultados actuales en la presente investigación de 1.0369 g/cc para primer tercio de lactancia, 1.0373 g/cc para segundo tercio y 1.0377 g/cc para tercer tercio, se observa que los valores son similares. Considerando que la densidad de la leche oscila entre 1.028 g/cc a 1.031 g/cc, teniendo un promedio de 1.030 g/cc en lecherías de doble propósito (Irungaray, 2011). Lo mencionado muestra que la leche de las vacas Barroso posee una densidad por encima de los valores normales, esto se puede deber a la alta presencia de proteína y sólidos no grasos, que ocasionan que los valores de densidad aumentan (Hernández y Ponce, 2005), lo que se evidenció en este estudio conforme avanzaba la lactancia.

El punto de congelación está asociado con la densidad de la leche, a mayor densidad como es el caso, se necesita más frío para lograr el punto de congelación, como se aprecia en este estudio se necesitó más frío a medida que fue avanzando la lactancia, producto del aumento de la densidad. Arce-Gonzales et al. (2023), reportan un punto de congelación promedio de -0.500°C para leche de vacas criollas en Perú, contando con una densidad promedio de 1.029 g/cc . Al contrastar con el presente estudio donde se obtuvo un punto de congelación promedio de -0.641°C , y contando con una densidad promedio de 1.0373 g/cc , lo que evidencia una clara relación entre la densidad y el punto de congelación. En el estudio de Jáuregui (2017), encontró valores de -590°C para lactancia temprana y -0.620°C para lactancia intermedia y tardía. Al comparar con el presente estudio que tuvo unos valores -0.627°C para primer tercio, -0.646°C para segundo y 0.651°C para tercer tercio, lo que evidencia valores mayores en el presente estudio, pero siguiendo la tendencia de ir aumentando a lo largo de la lactancia al igual que la densidad.

La conductividad está vinculada a la cantidad de células somáticas, mientras más cercano a 5 mS/cm , se sospecha de mastitis. La conductividad puede ser un método para detectar mastitis, sin embargo, para que sea efectivo se recomienda analizar muestras de cada cuarto de la ubre (Elizalde et al., 2009). Como se aprecia en el presente trabajo el resultado que más se acerca al valor mencionado es el del último tercio 4.370 mS/cm , donde se confirma con los recuentos de células somáticas que es el tercio donde existe una mayor incidencia de mastitis. En el estudio de Jáuregui (2017), se reporta para la leche de Barroso, una conductividad eléctrica de 4.38 mS/cm para lactancia temprana, 4.19 mS/cm para lactancia media y 4.42 mS/cm para tardía. Tal y como en el presente estudio el mayor valor se da en el último tercio.

El pH se encuentra un poco más bajo del rango normal ($6.6-6.8$), esto posiblemente por el aumento de actividad microbiana que provoca acidez. En el estudio de Jáuregui (2017), los valores de pH para lactancia temprana fue 6.54 , para intermedia 6.50 y para tardía 6.51 . Lo anterior denota una diferencia con el estudio actual pues los valores de pH fueron 5.33 para el primer tercio, 5.64 para el segundo y 5.71 para el tercer tercio. Las leches reactivas a mastitis tienen alcalinidad (Fuentes Cabrera et al., 2019).

En este estudio se apreció incremento de la prevalencia de mastitis a medida que avanza la curva de lactancia, sin embargo, se observó en los muestreos una disminución de mastitis subclínica al realizar la prueba de CMT y luego comprobada en el equipo de laboratorio desde el primer muestreo hasta el último, esto concuerda con los planteado por Galicia Azenón (2018), que en la medida que se incrementa el número de capacitaciones sobre las buenas prácticas del ordeño, el conteo de células somáticas disminuye, generando una relación inversamente proporcional. Las

visitas a muestrear ayudaron a la ganadería a mejorar su manejo implementando regularmente el protocolo de prueba de CMT. Para Jáuregui et al. (2017), el método de CMT es eficiente para la detección de la mastitis subclínica en hatos lecheros.

5 CONCLUSIONES

El presente estudio ha demostrado mediante las curvas de lactancia que el bovino criollo Barroso posee potencial lechero para el trópico.

El criollo Barroso ha variado desde sus anteriores estudios, y se evidencia mediante las curvas de lactancia un mejoramiento hacia un animal con más capacidad lechera posiblemente debido al manejo.

La leche de vacas Barroso se encuentra dentro de los rangos normales de todas las características físico-químicas y nutricionales, por lo tanto, es apta para consumo humano.

REFERENCIAS

- Álvarez, L.A. (1999). Potencial genético y productivo del ganado criollo Hartón del Valle. En: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano. pp 94 - 103.
- Arce-Gonzales, E., Fernández Herrera, F., Vásquez Requena, A., y Sessarego Dávila, E. (2023). Evaluación de la calidad de leche en una asociación de pequeños ganaderos en la sierra norte de Lima, Perú. *Peruvian Agricultural Research*, 4(2). <https://doi.org/10.51431/par.v4i2.793>
- Bulteh 2000. (2022a). Ekomilk® Bond Total: Ultrasonic Milk Analyzer. Operating Instructions. Recuperado el 11 de abril de 2022, de <https://www.bulteh.com/>
- _____. (2022b). Ekomilk® Scan: Milk Somatic Cells Analyzer. Operating Instructions. Recuperado el 11 de abril de 2022, de <https://www.bulteh.com/>
- Burgmaier, K; Bullerdieck, P; y Gall, C. (1999). Comportamiento productivo y reproductivo del ganado criollo Reyna en Fincas de doble propósito y en lecherías especializadas. *Ceiba*, 40(2): 279-282.
- Cañas, J., Restrepo, L., Ochoa J., Echeverri, A., y Cerón-Muñoz, M. (2009). Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano. *Revista Lasallista de Investigación*, 6(1), 35-42.
- Castillo-Badilla, G., Vargas-Leitón, B., Hueckmann-Voss, F., y Romero-Zúñiga, J.J. (2019). Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1):209-227. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.33430>
- Cervantes, P., Fernandez, L., y Ponce, P. (2006). Caracterización de las Curvas de Lactancia en Producción y Componentes Mayores de la leche en Diferentes Razas y Cruzas en las Condiciones del Trópico Mexicano. *Rev. Salud Anim.*, 28(2):90-95.
- Chirinoz, Z., y Faria-Marmol, J. (2014). Incorporación De Razas Criollas Venezolanas En Un Rebaño Bovino Doble Propósito II. Crecimiento Y Reproducción En Novillas. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4:247-249. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo093_AICA2014.pdf
- De Loma-Ossorio Friend, E; Castillo Fonseca, R; Rio de Nevado, M. (2000). Estudio de la Industria Agroalimentaria en Guatemala. Estudio de País AECI-IICA, Guatemala. 104 p.
- Elizalde, E.F., Signorini, M.L., Canavesio, V.R., Cuatrin, A., Tarabla, H.D., y Calvino, L.F. (2009). Medición de la Conductividad Eléctrica en Leche como Método Diagnóstico de Mastitis Subclínica Bovina. *Revista FAVE - Ciencias Veterinarias*, 8 (1). <https://doi.org/10.14409/favecv.v8i1.1476>
- Fuentes Cabrera, F., Mancía Aguilar, B., Portillo Henríquez, B., Torres-de-Ortiz, B., y Corea-Guillén, E. (2019). Relación entre el resultado de la prueba de California para mastitis y las características físico- químicas y microbiológicas de la leche en seis ganaderías lecheras en Sonsonate, El Salvador. *Revista Agrociencia*, 2(10), 16–33. Recuperado a partir de <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/139>

Galicia Azenón, G.O. (2018). Determinación de la Higiene en el Ordeño y su Relación con la Calidad de la Leche Cruda en 7 Ganaderías de la Zona Norte de El Salvador. (Tesis de Ingeniería Agroindustrial) Universidad de El Salvador, El Salvador.

González-Aranda, M.; y Arango-Bonilla, H. (1974). Estudio del Ganado Criollo Hartón, del Valle del Cauca. *Acta Agronómica*, 24 (1-4):1-15.

González J.; Morales, H.; Maldonado, Y.; y Landaeta-Hernández, A. (2019). Objetivos de Cría e Indicadores de Eficiencia en Ganadería Doble-Propósito. En Landaeta-Hernandez, A.; y Montero-Urdaneta, M, *Manual de Manejos Básicos de Ganadería Tropical* (163-170).

Hernández, R.; y Ponce, P. (2005). Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. *Revista Zootecnia Tropical*, 23(3):292-310. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692005000300005

ICA. (1999). Censo y caracterización de los sistemas de producción de ganado criollo y colombiano. Primera edición. Santafé de Bogotá, D.C: Instituto Colombiano Agropecuario.

Inchausti, D.; Tagle, E. (1967). *Bovinotecnia. Exterior y razas*. 5ª Ed. Buenos Aires. AR. El Ateneo. p.419.

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC). (2020). Resumen meteorológico del sur de Guatemala durante el 2019. Resultados del Sistema Meteorológico del ICC. Guatemala 75 p.

International Committee for Animal Recording (ICAR). (2017). The Global Standard for Livestock Data: Section 2-Guidelines for Dairy Cattle Milk Recording. 27 p.

Irungaray, S. R. (2011). Evaluación de la calidad de la leche en ganaderías doble propósito con ordeño manual en el municipio de la nueva Concepción, Escuintla. (Tesis de licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Jáuregui, R; Gutiérrez, C.A; Córdón, C.L; Osorio, L.M; Vásquez, L. (2014). Determinación Morfoestructural Del Bovino Criollo Barroso Salmeco En Guatemala. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4:6-8. https://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo019_AICA2014.pdf

Jáuregui Jiménez, R; Celis Vielman, E.A; Valle de Arriaza, J.C; Pineda Gutiérrez, L.F. (2017). Epidemiología De La Mastitis Subclínica De La Vaca Lechera En El Departamento De Chiquimula. Informe Proyecto Dirección General de Investigaciones-USAC 46p.

Jáuregui, R. (2017). Caracterización morfológica y productiva de la raza bovina guatemalteca barrosa. Informe Proyecto Fodecyt. 74p.

Melgar, R. A. (1984). Caracterización fenotípica del ganado Barroso Salmeco de Guatemala. (Tesis de licenciatura), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

McKnight, T; Hess, D. (2000). Climate Zones and Types. Physical Geography: A Landscape Appreciation. NJ. Prentice Hall. 2000 p.

Rego, O.A; Cabrita, A; Rosa,H; Alves, S; Duarte, V; Fonseca, A.; Vouzela, C; Rocha Pires, F; . Bessa, R. (2016) Changes in milk production and milk fatty acid composition of cows switched from pasture to a total mixed ration diet and back to pasture, Italian Journal of Animal Science, 15:(1):76-86. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1141330>

Onofre, G.; M-Rocha, J.F.; Martínez, R. (2012). Estudio Composicional de la Leche en Ganado Bon de los Llanos Orientales de Colombia. En Vásquez, R. E., et al. (2012). *Eficiencia productiva de la raza Bon en el trópico colombiano* (205-213).

Onofre, G; Parra, J; Martinez, R; Cassalet, E; Velasquez, H. (2015). Potencial Productivo Y Calidad De La Leche De Razas Criollas Blanco Orejinegro, Hartón Del Valle Y Sanmartinero En Piedemonte Colombiano. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 5:15-17. https://s59b6fdfe9e4460e7.jimcontent.com/download/version/1467735846/module/11697962025/name/AICA2014_Trabajo006.pdf

Parra-Cortés, R.I.; Magaña-Magaña, M. A. (2021). Características técnico-económicas de sistemas de producción bovina de las razas criollas colombianas Romosinuano y Hartón del Valle. *Revista MVZ Córdoba*, 26(2), 2021. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2079>

Parra-Vanegas, E. (2022). Sistema de producción, composición de la leche y sanidad de la ubre en vacas de la raza criolla, Chino Santandereano. Recuperado el 9 de septiembre de 2023, de https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_agrociencias/23

Ponce Ceballo, P. (2019). Ganado de doble propósito pero ¿Qué propósito?. Recuperado el 2 de junio de 2022, de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/ganado-doble-proposito-pero-t43534.htm>

Quijano Bernal, J. H. and Montoya Serna, C. (2000). Comparación productiva de vacas holstein y F1 blanco orejinegro (BON x holstein 1. producción y calidad de la leche. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 53(2), 1115–1128. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24138>

Quiroz, V.J.; Granados, Z.L.; Solís, D.J.C.; Soria P.T. (2011). Curvas de Lactación de Vacas Cruzadas Manejadas en Pastoreo. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1:67-70. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Quiroz2011_1_67_70.pdf

Ramírez, L. (2001). Aspectos productivos-reproductivos de la producción de leche en el trópico In:II Cursillo: El Uso De Recursos Alimenticios Para La Producción De Bovinos A Pastoreo. Recuperado el 5 de Septiembre de 2023, de http://www.avpa.ula.ve/articulos_libres/conferencia_a_iicursillo_word.pdf

Razzaghi, A; Ghaffari, M.H; Rico, D.E. (2023). The Impact of environmental and nutritional stresses on milk fat synthesis in dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology*, 83:106784. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2022.106784>

Rosendo, A; Becerril, C.M. (2002). Productive performance and genetic parameters in the tropical milking Criollo cattle in Mexico. Proc. 7th World Congress Genetic Applied Livestock Production.

Montpellier, France. Commun N° 25-25.

Sapana, R.; Huanca, T.; Rojas, R.D.; Mamani, R.H. (2012). Curva de Lactación en Vacas Criollas. Recuperado el 6 de Septiembre de 2023, de <http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/20.500.12955/1437/1/CURVA%20DE%20LACTACI%c3%93N%20EN%20VACAS%20CRIOLLAS.pdf>

Salamanca, C.A; Crosby, G.R.A. (2013). Comparación De Índices Zoométricos En Dos Núcleos De Bovinos Criollos Casanare En El Municipio de Arauca. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 3:59-64. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2013/Trabajo009_AICA2013.pdf

Samková, E; Špička, J; Pešek, M; Pelikánová, T; Hanuš, O. (2012). Animal factors affecting fatty acid composition of cow milk fat: A review. *South African Journal of Animal Science* 42(2):83-100. http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892012000200001

Vaccaro, L. (1998). Evaluación y selección de bovinos de doble propósito. En: *Bovinos de carne y doble propósito en los trópicos*. Restom, S. (ed). Cartagena: p.131-145.

Wood, P.D.P. (1967). Algebraic Model of the Lactating Curve in Cattle. *Nature* 216:164-165.