

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



Influencia del sexo fetal en el desempeño productivo de vacas lecheras primíparas y multíparas en una ganadería del Departamento de Sonsonate, El Salvador.

**Por:**

Br. Iliana María Rodríguez Lemus

Ciudad Universitaria, Septiembre 2019

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



Influencia del sexo fetal en el desempeño productivo de vacas lecheras primíparas y multíparas en una ganadería del Departamento de Sonsonate, El Salvador.

**Por:**

Br. Iliana María Rodríguez Lemus

**Requisito para optar al título de:**

Ingeniera Agrónomo

Ciudad Universitaria, Septiembre 2019

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL:**

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

**SECRETARIO:**

ING. AGR. M. Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

---

ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

**DOCENTES DIRECTORES**

---

ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

---

ING. AGR. MANUEL VICENTE MENDOZA

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

---

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

## RESUMEN

Se evaluó la influencia del sexo fetal en los parámetros productivos de vacas primíparas y multíparas en una ganadería de la cuenca lechera del departamento de Sonsonate de El Salvador; se analizaron los registros de vacas raza Holstein puras que parieron entre los años 2004 y 2017. Se creó una base de datos en el programa VAMPP Bovino 3.0<sup>®</sup> mediante la recolección de registros físicos y digitales proporcionados por la ganadería, tales como la identificación del animal, fechas de partos, fecha de secado, número de parto, sexo de las crías y producción de leche quincenal. De la base se extrajeron un total de 3,492 datos pertenecientes a 190 animales, con ellos se calcularon los parámetros para medir el desempeño productivo de los animales en estudio. Las variables independientes evaluadas fueron la paridad (1er, 2do y 3er parto) y el sexo fetal de la cría (Hembra y Macho); las variables dependientes fueron la producción promedio por vaca por día, producción al pico de lactancia, días al pico de lactancia, duración de lactancia por vaca, producción total a 305 días y la persistencia. Para el análisis estadístico se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial ya que se evaluaron las primeras 3 lactancias y ambos sexos de las crías; y también se aplicó la prueba estadística de Análisis de Varianza Multivariado.

Los promedios generales de las variables analizadas no fueron influenciados por el sexo fetal ( $p > 0.05$ ); sin embargo, se tuvieron significancias estadísticas para todas las variables productivas y su interacción con el número de lactancias, ya que a mayor número de partos la producción promedio diaria, producción al pico de lactancia y la producción acumulada a los 305 días se incrementaron. Las vacas primíparas tardaron más días en llegar al pico de lactancia y tuvieron la menor duración de la lactancia comparado a las vacas multíparas ( $p = 0.0001$ ). Aunque las vacas multíparas alcanzaron una mayor producción de leche no fueron capaces de sostenerla a lo largo de la lactancia ya que fueron las que presentaron menor porcentaje de persistencia (multíparas=90.52%; primíparas=93.65%). Al realizar la prueba multivariante se encontró que las vacas que en sus tres lactancias gestaron crías hembra, hembra y macho (HHM) tuvieron: los rendimientos productivos más bajos, la duración de la lactancia más corta y la menor persistencia, aunque lograran llegar al pico de lactancia en un periodo más corto ( $p = 0.0007$ ).

**Palabras clave:** sexo fetal, primípara, multípara, parámetro productivo, Holstein, lechera.

## ABSTRACT

The influence of fetal sex on the productive parameters of primiparous and multiparous cows was evaluated in a milking farm located in Sonsonate department in El Salvador; the data of pure Holstein cows that gave birth between 2004 and 2017 were analyzed. A database was created in the program VAMPP Bovino 3.0® by collecting physical and digital records provided by livestock, such as animal identification, birth dates, drying date, birth number, sex of the offspring and Biweekly milk production. A total of 3,492 data belonging to 190 animals were extracted from the base, with them the parameters were calculated to measure the productive performance of the animals under study. The independent variables evaluated were parity (1st, 2nd and 3rd calved) and fetal sex of the offspring (Female and Male); the dependent variables were the average production per cow per day, production at peak lactation, days at peak lactation, duration of lactation per cow, total production at 305 days and persistence. For the statistical analysis, a completely randomized design with bifactorial arrangement was applied since the first 3 lactations and both sexes of the offspring were evaluated; and also the statistical test of Multivariate Analysis of Variance was applied.

The general averages of the variables analyzed were not influenced by fetal sex ( $p > 0.05$ ); however, there were statistical significance for all the productive variables and their interaction with the number of lactations; according to the greater number of lactations thus the daily production average, production at the peak of lactation and the cumulative production at 305 days increased. The primiparous cows took more days to reach the peak of lactation than the multiparous cows and had the shortest duration of lactation compared to the multiparous cows ( $p = 0.0001$ ). Although multiparous cows reached higher milk production, they were not able to sustain it during lactation, since they had the lowest percentage of persistence (multiparous = 90.52%, primiparous = 93.65%). When performing the multivariate test, it was found that the cows that in their three lactations gave birth females calves, female and male offspring (FFM) had: the lowest productive yields, the shortest duration of lactation and the least persistence, however they managed to reach the peak of lactation in a shorter period ( $p = 0.0007$ ).

**Keywords:** fetal sex, primiparous, multiparous, productive parameter, Holstein, dairy cow.

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por la vida, las bendiciones recibidas, las pruebas, alegrías y tristezas y por permitirme culminar esta etapa tan importante en mi formación académica.

**A mi familia**, a mi papá **Pedro Rodríguez**, a mi mamá **Ana Lemus**, a mi hermana **Vilma Rodríguez**, por darme su infinito amor en todos estos años, por sacrificarse para brindarme lo necesario para mis estudios, por apoyarme en los altibajos, siempre creer en mí y darme ánimos para seguir en el camino del aprendizaje, por tenerme paciencia y siempre guiarme y aconsejarme con sabiduría por el camino correcto; gracias a ustedes soy la persona que soy.

**A mis asesores Ing. Ludwing Leyton e Ing. Manuel Mendoza**, por creer en mí para realizar este estudio, por su gran paciencia, por brindarme su tiempo valioso en todas las actividades llevadas a cabo en la investigación, por compartir sus conocimientos y guiarme de la mejor manera en todo este proceso.

**Al Dr. Francisco Lara** por apoyarme para realizar el análisis estadístico de mi trabajo, brindándome su tiempo y sus valiosos conocimientos; **a los miembros del Departamento de Zootecnia, especialmente a Eugenia Torres, Ludwing Leyton, Enrique Alas, Manuel Mendoza, Ernesto Marín y Ever Martínez** por hacerme sentir que soy parte de ellos, por depositar su confianza en mí y darme ánimos para culminar mi investigación, por darme la oportunidad de contribuir en las labores del Departamento y por seguir abonando mis conocimientos de manera desinteresada.

**A mis profesores**, los cuales fueron partícipe todos estos años de mi formación como Ingeniera Agrónomo, por su noble profesión que ejercen con pasión transmitiendo sus conocimientos, por darme lecciones de vida, enseñarme a ser responsable y cumplir mis deberes.

**A mis amigos y compañeros**, por quienes también he logrado llegar hasta aquí, por tenerme paciencia, creer en mis capacidades, ser apoyo emocional para seguir adelante y no desfallecer, por ser solidarios, señalar mis defectos, aconsejarme y hacerme sentir que formo parte de sus vidas.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 Importancia del desempeño productivo del ganado lechero .....	3
2.2 Factores que afectan el desempeño productivo .....	3
2.2.1 Alimentación .....	3
2.2.2 Condición corporal al Parto.....	4
2.2.3 Amamantamiento.....	5
2.2.4 Periodo seco.....	6
2.2.5 Clima .....	6
2.2.6 Época de parición .....	7
2.2.7 Número de partos .....	8
2.3 Características de la raza Holstein .....	9
2.4 Medición del desempeño productivo de los hatos lecheros .....	9
2.5 Indicadores productivos.....	10
2.5.1 Producción promedio por vaca por día.....	10
2.5.2 Pico de lactancia.....	10
2.5.3 Persistencia .....	11
2.5.4 Producción a 305 días .....	12
2.6 Fisiología de la glándula mamaria .....	12
2.6.1 La ubre .....	12
2.6.2 Desarrollo de la glándula mamaria.....	13
2.7 Fisiología de la lactación .....	14
2.8 Hormonas involucradas en el desarrollo de la glándula mamaria y la producción láctea.....	15
2.9 Reconocimiento materno de la gestación .....	16
2.10 Control endócrino de la gestación .....	16
2.11 Diferenciación sexual .....	16
2.12 Determinación del sexo de los individuos. ....	17
2.13 Utilización de semen sexado .....	18
2.14 Efecto del sexo fetal en la producción de leche .....	19



3. METODOLOGÍA .....	21
3.1 Descripción del estudio .....	21
3.2 Ubicación y características de la ganadería: .....	21
3.3 Metodología de campo .....	21
3.3.1 Recolección de información reproductiva y productiva.....	21
3.3.2 Introducción de registros manuales recolectados al Software VAMPP Bovino 3.0 y selección de animales para muestra del estudio.....	23
3.3.3 Cálculo de parámetros.....	23
3.4 Metodología Estadística .....	25
3.4.1 Variables evaluadas.....	25
3.4.2 Diseño utilizado:.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Producción promedio por vaca por día .....	26
4.2 Días al pico de lactancia.....	28
4.3 Producción al pico de lactancia .....	29
4.4 Duración de la lactancia .....	31
4.5 Producción a los 305 días .....	32
4.6 Persistencia.....	35
4.7 Análisis de varianza multivariado .....	37
5. CONCLUSIONES .....	38
6. RECOMENDACIONES .....	40
7. BIBLIOGRAFIA.....	41
8. ANEXOS.....	50

### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1: Diagrama de las observaciones a evaluar.....	25
Cuadro 2: Análisis de varianza para producción promedio diaria (kg/d).....	26
Cuadro 3: Producción promedio diaria por lactancia y sexo fetal.....	27
Cuadro 4: Análisis de varianza para días al pico de lactancia.....	28
Cuadro 5: Medias de días al pico de lactancia y sexo fetal.....	28
Cuadro 6: Análisis de varianza para producción al pico de lactancia.....	29
Cuadro 7: Producción al pico de lactancia para las 3 paridades y según sexo fetal.....	29
Cuadro 8: Análisis de varianza para duración de la lactancia .....	31
Cuadro 9: Efecto del sexo de la cría y la paridad sobre la duración de la lactancia .....	32

Cuadro 10: Análisis de varianza para producción a los 305 días. ....	33
Cuadro 11: Producción acumulada (kg) a los 305 días para cada lactancia y sexo fetal.....	33
Cuadro 12: Análisis de varianza para la persistencia. ....	35
Cuadro 13: Medias para la persistencia en función de la lactancia y sexo fetal. ....	35
Cuadro 14: Medias de variables productivas según sexo fetal en las 3 lactancias. ....	38
Cuadro A- 1: Datos productivos de primera lactancia con cría macho. ....	50
Cuadro A- 2: Datos productivos de primera lactancia con cría hembra.....	51
Cuadro A- 3: Datos productivos de segunda lactancia con cría macho.....	52
Cuadro A- 4: Datos productivos de segunda lactancia con cría hembra. ....	53
Cuadro A- 5: Datos productivos de tercera lactancia con cría macho. ....	54
Cuadro A- 6: Datos productivos de tercera lactancia con cría hembra.....	55
Cuadro A- 7: Análisis de Varianza para producción promedio por vaca por día .....	58
Cuadro A- 8: Prueba de Tukey para variable producción promedio por vaca por día, según lactancia, sexo de la cría y su interacción. ....	59
Cuadro A- 9: Análisis de Varianza para días al pico de lactancia.....	59
Cuadro A- 10: Prueba de Tukey para variable días al pico de lactancia, según lactancia, sexo de la cría y su interacción.....	60
Cuadro A- 11: Análisis de Varianza para días al pico de lactancia transformados .....	60
Cuadro A- 12: Prueba de Tukey para variable días al pico de lactancia transformados, según lactancia, sexo de la cría y su interacción. ....	61
Cuadro A- 13: Análisis de Varianza para producción al pico de lactancia .....	61
Cuadro A- 14: Prueba de Tukey para producción al pico de lactancia, según lactancia, sexo de la cría y su interacción.....	62
Cuadro A- 15: Análisis de Varianza para duración de la lactancia .....	62
Cuadro A- 16: Prueba de Tukey para duración de la lactancia según lactancia, sexo de la cría y su interacción.....	63
Cuadro A- 17: Análisis de Varianza para producción a 305 días.....	63
Cuadro A- 18: Prueba de Tukey para producción a 305 días según lactancia, sexo de la cría y su interacción.....	64
Cuadro A- 19: Análisis de Varianza para persistencia.....	64
Cuadro A- 20: Prueba de Tukey para persistencia según lactancia, sexo de la cría y su interacción. ....	65

Cuadro A- 21: Análisis de la varianza multivariado para diferentes combinaciones de crías gestadas en las 3 lactancias.....	65
Cuadro A- 22: Prueba Hotelling para diferentes combinaciones de crías gestadas en las 3 lactancias.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Búsqueda de información en registros de la Hacienda El Milagro.....	22
Figura 2: Recolección de registros reproductivos en la Hacienda El Milagro.....	22
Figura 3: Registros manuales de pesas de leche en la Hacienda El Milagro.....	22
Figura 4: Introducción de información en el software VAMPP Bovino 3.0®.....	23
Figura 5: Producción promedio diaria por lactancia y sexo fetal.....	27
Figura 6: Producción acumulada a los 305 días por lactancia y sexo fetal.....	33
Figura 7: Persistencia por lactancia y sexo fetal.....	36
Figura 8: Producción láctea para los grupos de lactancias según sexo fetal.....	37
Figura A- 1: Medias de días al pico de lactancia.....	56
Figura A- 2: Producción al pico de lactancia.....	56
Figura A- 3: Duración de la lactancia.....	57
Figura A- 4: Relación entre la producción al pico de lactancia y persistencia.....	57
Figura A- 5: Medias para días al pico y duración de la lactancia y persistencia, para grupos de lactancias según sexo fetal.....	58

## 1. INTRODUCCIÓN

Las explotaciones lecheras tienen como objetivo producir la mayor cantidad de litros de leche de buena calidad por animal al menor costo posible. La ganadería es una producción primaria que ofrece a la industria leche y luego al comercio leche fluida y sus derivados. Esta es de gran importancia debido a que la leche tiene un alto valor nutritivo y un alto consumo a nivel mundial (Almeida 2012).

En los países en desarrollo los rendimientos lecheros de los animales son a menudo menores y los períodos de lactancia más breves en comparación con los países desarrollados. El reducido rendimiento de los animales en los sistemas de producción lechera a pequeña escala de los países en desarrollo es el resultado de factores como el clima, mala calidad de los piensos, bajos niveles de suplementación con concentrados, el escaso potencial genético para la producción de leche de los animales destinados a múltiples fines (además de la leche y la carne, estos animales a menudo proporcionan también tracción animal), y la elevada incidencia de enfermedades (FAO 2017).

Según la Asociación de Productores de Leche de El Salvador (PROLECHE), la producción ha sido baja por múltiples razones, muchas de ellas atadas a los precios internacionales de los insumos para alimentar al hato, desde el maíz amarillo, la soya, así como los productos veterinarios y los costos de producción se incrementan si el proceso es más tecnificado (Saavedra 2014).

Además de estos factores que afectan la producción lechera en el país, muchas ganaderías no poseen un sistema de registros y si existe, no hacen uso de ellos para interpretarlos y así tomar las decisiones más acertadas que mejoren la capacidad productiva y reproductiva de los animales, que siendo estos muchas veces de calidad genética no logran adaptarse o expresar al 100% su capacidad productiva debido a las condiciones climáticas del país (Arias *et al.* 2008).

En general, para conseguir la producción óptima de leche y crías, se debe producir un ternero vivo y sano por vaca por año (Caballa 2012), si a esto se suma el hecho que en una ganadería es deseable el nacimiento de una mayor proporción de crías hembras, sería aún más provechoso si la gestación de una hembra incidiera favorablemente en el ciclo de

lactancia. Una investigación que se llevó a cabo en Estados Unidos de América se encontró que las vacas que parieron crías hembras incrementaron la producción de leche en comparación con aquellas que parieron machos; esto tuvo una implicación económica muy importante en tanto se obtuvo una diferencia de 445 kg de leche sumando las dos primeras lactaciones (Hinde *et al.* 2014).

En Colombia también se realizó un estudio retrospectivo mediante la revisión de registros de producción y partos de 100 vacas. Se encontró que las vacas cuyo producto de gestación durante sus dos primeros partos fue una hembra, produjeron mayor cantidad de leche comparada con las vacas cuyo producto de gestación fue macho, así mismo se pudo establecer que las vacas cuyos dos primeros partos fueron hembra produjeron mayor cantidad de leche con respecto a las que parieron las combinaciones hembra y macho o macho y hembra (Barreto y Pardo 2016).

Es por esto que el presente estudio consistió en una evaluación retrospectiva del efecto que tiene el sexo de la cría gestada sobre la producción láctea en vacas de primer, segundo y tercer parto, determinando variaciones en parámetros productivos como la producción promedio diaria, producción al pico de lactancia, producción total a los 305 días, entre otros; generando así información de importancia que vincula aspectos de carácter fisiológico durante la gestación con la capacidad productiva de las vacas posparto.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Importancia del desempeño productivo del ganado lechero**

La máxima eficiencia productiva de las explotaciones lecheras se obtiene cuando se logra que todas las hembras tengan el primer parto a los 24 meses de edad y un intervalo entre partos de 365 días. Las ganancias o pérdidas económicas dependen de la capacidad del productor para lograr la máxima eficiencia productiva en los animales bajo explotación (Gallegos 2007).

Un buen desempeño productivo permite consecuentemente un incremento del número de terneros por vaca y minimiza los costos asociados con el mantenimiento de vacas secas, pérdidas de producción debidas a problemas de parto, consultas al veterinario y costos de inseminación. Además, incrementa la tasa de ganancia genética a mayor velocidad, ya que permite descartes por baja producción y no por problemas reproductivos (Wattiaux 1996).

### **2.2 Factores que afectan el desempeño productivo**

La cría de ganado de leche ha pasado de un régimen extensivo a un intensivo en las zonas lecheras, lo que ha afectado el manejo, la alimentación y la mejora genética, dando lugar a una ganadería especializada, que coloca a los animales en una condición anormal, forzada, con un ajuste excesivo de su organismo y su comportamiento que en ocasiones llega al estado de estrés (Castro 2002).

A continuación, se enumeran factores que afectan el desempeño productivo del animal.

#### **2.2.1 Alimentación**

La alimentación de los animales no solo se limita a proporcionar insumos alimenticios con el objeto de saciar su apetito. Si se desea obtener niveles máximos de producción haciendo uso óptimo de los recursos disponibles, se deben seguir ciertos principios básicos que relacionen los requerimientos de nutrimentos del animal y su nivel de producción con el contenido de nutrimentos en los ingredientes de la ración (Spross 2004).

Existe una influencia directa entre la nutrición y el desempeño productivo del animal, una nutrición desbalanceada genera un balance energético negativo que trae como

consecuencia la disminución del peso del animal, así como la disminución de los niveles de glucosa sanguínea necesarios para brindar una fuente energética necesaria para llevar a cabo el desarrollo y mantenimiento fisiológico normal del embrión, y de las funciones reproductivas en la hembra (Schroeder, citado por Duica *et al.* 2007).

Los programas de alimentación y manejo, deben medirse en términos de crecimiento, desarrollo corporal, y potencial futuro de producir leche a través de un desarrollo mamario (Caballa 2012).

Las vacas lecheras deben ser alimentadas de acuerdo al estado de lactancia en que se encuentren, con especial importancia en los primeros 100 días de lactancia, período en el cual la vaca produce el 45% de la leche total que producirá en la lactancia completa (Vélez 2013).

Los objetivos más comunes de un sistema de alimentación en vacas lecheras en producción se citan a continuación:

- Aumentar la producción consiguiendo el mayor pico posible y una prolongada persistencia de la lactación.
- Proporcionar una dieta balanceada de acuerdo con la etapa de producción, periodo de gestación y costo de los insumos alimenticios.
- Aprovechar al máximo el valor nutritivo de los insumos proporcionados
- Evitar la pérdida o ganancia de peso exagerado en los animales
- Reducir los costos de producción y aumentar las ganancias económicas
- Lograr parámetros productivos y reproductivos aceptables.
- Obtener más y mejores reemplazos (Spross 2004).

### **2.2.2 Condición corporal al Parto**

La condición corporal es un método subjetivo para determinar la cantidad de energía metabolizable almacenada en la grasa y musculo (reservas corporales) de un animal vivo. Es además un método rápido y barato y no está afectado por el estado fisiológico del animal (gestación), el nivel de contenido ruminal y el tamaño o raza de las vacas. Luego del parto, se produce una disminución de la condición corporal. En condiciones de estabulación y alimentación controlada, las variaciones en la condición corporal desde el parto hasta el pico

de producción de leche están directamente relacionadas a ésta y al balance energético posparto (Cavestany y Galina 2006).

Un estudio conducido en El Salvador con el objetivo de relacionar las variables cambio en condición corporal durante el posparto, composición racial y paridad, entre otras, encontró que aquellas vacas con predominancia racial Holstein y que parieron con baja calificación de condición corporal, tuvieron así mismo mayores pérdidas de condición durante los primeros 56 días de lactancia (Corea *et al.* 2008).

La condición corporal al parto y la intensidad con la que los animales pierden estado en inicio de lactancia tienen implicancias directas sobre la producción de leche, el desempeño reproductivo del rodeo y la incidencia de enfermedades metabólicas durante los primeros meses de lactancia. Las vacas que paren con condiciones corporales superiores a las deseadas, presentan mayores restricciones al consumo de alimentos en inicio de lactancia agudizando su balance energético negativo. Las vacas que paren con una baja condición corporal, producen menos leche por carecer de las reservas energéticas necesarias para sostener altas producciones con limitados consumos de materia seca (Grigera y Bargo 2005).

### **2.2.3 Amamantamiento**

El amamantamiento afecta la actividad del hipotálamo, hipófisis y ovarios, mediante la reducción de liberación de GnRH, la cual conduce a insuficientes pulsos de LH, debido a esto los folículos son incapaces de madurar y por lo tanto de ovular, ya que existe una incorrecta síntesis de estrógenos a nivel folicular. En ganado doble propósito, el amamantamiento del ternero prolonga la demora en la aparición de la secreción pulsátil de LH, mientras que las vacas que pierden su ternero al nacimiento comúnmente muestran estro más temprano. El efecto del amamantamiento es de mayor magnitud en vacas primíparas y en vacas en baja condición corporal (Báez y Grajales 2009).

El amamantamiento continuo o la interacción constante de la vaca con su becerro prolongan el período de anestro posparto. Al implementar alguna de las estrategias de manejo del amamantamiento se mejorara la eficacia productiva y reproductiva de las explotaciones bovinas de doble propósito en trópico, se debe considerar la no disminución del desarrollo



del becerro, y el mantenimiento o incremento de la duración de la lactación y la producción de leche por parte de la vaca (Pérez *et al.* 2001).

#### **2.2.4 Periodo seco**

El período seco de una vaca es aquel que se extiende desde el último día de lactancia hasta su próximo parto (60 días previos al parto). Este período es considerado como un descanso fisiológico necesario y la regeneración de los tejidos de la glándula mamaria para la próxima lactancia, además se debe tomar en cuenta que el feto ha alcanzado un 60 % de su crecimiento final (Almeida 2012).

Anteriormente se consideraba que el periodo seco permitía que el animal recuperara condición corporal previo a la siguiente lactancia, pero en la actualidad este criterio ha cambiado al conocerse que la vaca es más eficiente en ganar peso durante el último tercio de la lactancia que durante el periodo seco. La importancia de este periodo ha sido reconocida por largo tiempo debido al marcado efecto sobre la producción de leche en la lactancia siguiente, se estima que la producción de leche en vacas que no han tenido un periodo seco puede ser inferior hasta en 30%, en comparación con las vacas que han tenido un descanso lácteo de 45 a 60 días (Spross 2004).

Otros autores mencionan que la reducción de los períodos secos en vacas con un alto nivel de producción no afecta la productividad durante la lactancia subsecuente, ni altera los parámetros reproductivos de las vacas. Además, vacas lecheras altas productoras demostraron que la reducción del período seco a 30 días no afecta la producción durante la lactancia, ni la estimada a 305 días en vacas multíparas pero si se observó un efecto negativo en vacas primíparas (Lozano y Aréchiga 2017).

#### **2.2.5 Clima**

La fisiología, el comportamiento y la salud del bovino son marcadamente influenciados por el medioambiente en el cual el ganado vive, el cual puede afectar significativamente el desempeño económico del mismo. No obstante estar adaptados a las condiciones medioambientales en las que viven, hay ciertas ocasiones en las que los animales sufren estrés debido a las oscilaciones en las temperaturas, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento. Los animales hacen frente a estos períodos desfavorables

primordialmente a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento, lo que en su conjunto afectan su balance térmico (Arias *et al.* 2008).

La temperatura tiene efecto sobre el consumo de alimento, consumo de agua, producción y composición de la leche, tasa de concepción y otros. La máxima producción de leche se logra con una temperatura que oscila entre 4- 21°C. Cuando la temperatura ambiental es de 24 °C o superior, se reduce el consumo de alimento con disminución de la producción láctea; la temperatura es el factor climático importante por su doble acción sobre el pasto y los animales ya que afectan las necesidades energéticas de los animales e influyen sobre la disponibilidad de forraje (Vélez 2013).

El ganado expuesto a cortos períodos de calor disminuye su consumo de materia seca (CMS), especialmente cuando se utilizan dietas de alta densidad energética. Esta reducción del CMS es sin duda la mayor influencia en la disminución de la productividad del ganado. La temperatura y el índice de temperatura y humedad (ITH), de los días previos son los que tienen una mayor influencia en el CMS y en la producción de leche (West y col, citado por Arias 2008).

Al evaluar las razas originadas del *Bos Taurus*, se ha encontrado que las razas Pardo Suizo y Holstein son las más afectadas en el rango de temperatura 25 a 30 °C, ya que a estas temperaturas decae bruscamente la producción, por tener el menor grado de tolerancia al calor (Castro 2002).

Las temperaturas ya sean anormalmente altas o bajas reducen la eficiencia productiva y reproductora de la vaca lechera. Las vacas que inician su lactancia en los meses con las temperaturas medias mensuales más bajas, tienen un mayor rendimiento lechero que aquellas que lo hacen en el resto del año (Velásquez y Hernández 2008).

### **2.2.6 Época de parición**

El momento de la parición afecta no solo la forma de la curva de lactancia, sino también la cantidad de leche producida. Cuando la parición se produce unos dos meses antes del pico de máxima producción de forraje, las vacas tienden a producir leche en forma bastante uniforme durante los primeros cuatro meses de lactancia, pero sin rendimientos muy altos. Hay que tener en cuenta que, para un mismo momento de parición, la curva de lactancia

puede variar en su forma en función de la raza o craza utilizada; en general, las vacas que paren primero en la época de parición tienden a producir menos leche (Bavera 2005).

Según Castillo *et al.* (2017), las vacas que parieron en época seca, presentaron lactancias con mayor producción de leche ajustada a 305 días con casi 150 kg más de leche con respecto a vacas que parieron en época lluviosa.

Los partos en verano, estación de estrés calórico para el animal, un índice de temperatura-humedad (ITH) mayor a 72, tiene un efecto negativo sobre los parámetros que reflejan la producción inicial, la tasa de descenso, la producción máxima al pico y en el rendimiento total de la lactancia a 305 días. Estas dos últimas características se agudizan cuando esta estación coincide con un evento negativo como una sequía. Según el año de parto, época de parto, mes de parto y número de parto se evidencian diferencias para la producción total de leche y a los 100 primeros días de ordeño (Vélez 2013).

### **2.2.7 Número de partos**

Según la raza, la producción de leche, tiende a aumentar hasta los ocho años de edad de los animales. El aumento a partir del primer parto hasta los cinco o seis años es rápido, pero a partir de esta edad es insignificante. A partir del octavo año comienza a disminuir la producción lentamente. El aumento de la producción depende del estado de la vaquilla durante la primera y segunda lactancia, del estado general de la vaca durante la lactancia, de la salud de la ubre, de la alimentación y principalmente del desarrollo de la ubre durante las primeras lactancias, también a medida aumentan las lactancias se observa un incremento en los trastornos de la fertilidad y esto tendría relación con el desafío hacia la alta producción (Tarazona y Vargas 1992).

En sistemas estabulados las diferencias en producción entre vacas de primer parto y las multíparas se debe a una mayor repartición de nutrientes hacia la producción de leche y menor hacia la ganancia de peso, pero también la vaca primeriza tiene 80% de la capacidad de consumo de una vaca multípara. En estudios realizados con vacas Holstein Friesian en México considerando varios niveles tecnológicos, se indicó una mayor producción de leche por lactancia conforme aumentaba el número de parto (Lemus *et al.* 2008).

### **2.3 Características de la raza Holstein**

La raza Holstein se originó en dos provincias septentrionales de Holanda: Frisia Occidental y País Bajo del Norte. Poco se sabe de su remoto origen, pero no hay duda de que fue Holanda el núcleo del cual se diseminó esta raza que, sin objeciones, es la más formidable lechera de la historia. Es la raza más conocida en todo el mundo y es una de las razas lecheras de mayor tamaño y peso. El color particular de los ejemplares es blanco con manchas negras definidas, pero también las hay de color blanco con rojo. En los climas cálidos, sobre todo tratándose de animales obligados a pastorear al sol, el color más conveniente es el que presenta mayor porcentaje de blanco. Posee gran capacidad respiratoria y un vientre amplio que le permite una gran capacidad para transformar grandes cantidades de alimentos (Castro 2002).

Si de alguna forma se define al típico animal lechero, es a través de las siguientes características:

- Cuerpo anguloso, amplio, descarnado; considerando el periodo de lactancia.
- Cuello largo descarnado, bien implantado.
- Capacidad corporal relativamente grande en proporción al tamaño; barril profundo y medianamente ancho, cinchera grande.
- Ubre de gran capacidad y buena forma, fuertemente adherida; pezones medianos y colocación en cuadro y a plomo muy bien irrigada (Castro 2002).

El peso promedio de las hembras adultas es de 700 kilogramos, son animales dóciles, mansas e idóneas para la producción de leche en clima templado (Accelerated Genetics 2017).

### **2.4 Medición del desempeño productivo de los hatos lecheros**

La medición del desempeño se lleva a cabo por medio de indicadores, los cuales pretenden mostrar en forma simple y clara los logros y objetivos de cada acción que se propone en un hato para que éstas puedan ser fácilmente entendibles y evaluadas. A su vez estos indicadores productivos deben ser fácilmente obtenibles y calculables a partir de registros productivos y reproductivos que existan en el hato y principalmente, deben ser fáciles de comprender por parte de las personas que tienen la responsabilidad de ejecutar las prácticas necesarias para cumplir con los objetivos del establecimiento lechero. Esos indicadores

deben decir qué proporción del hato lechero está cumpliendo con los objetivos de la empresa y qué proporción está fallando (Piccardi 2014).

## **2.5 Indicadores productivos**

### **2.5.1 Producción promedio por vaca por día**

Es el volumen total de leche producida por lactancia, dividido entre el número de días que la vaca tarda entre una parición o una concepción y la siguiente (Morales *et al.* 2009).

La producción promedio diaria varía según la raza de los animales y el manejo que estas reciben. En vacas Holstein criadas en climas templados y con buenas condiciones de manejo, se obtiene un rendimiento diario de entre 50-70 kg de leche, y producción promedio por ciclo de 7300 kilogramos (Accelerated Genetics 2017).

### **2.5.2 Pico de lactancia**

El pico de lactancia es definido como el nivel más alto de producción de leche que una vaca alcanza dentro de los primeros 90 días de lactación o en leche. Existe una relación positiva entre el pico y la subsecuente producción de leche a lo largo de la lactancia. Dicho de otra manera, a medida que los litros de leche al pico incrementan, también incrementan los litros totales producidos por lactancia. En general, a partir del parto la producción incrementa rápidamente (tasa de ascenso) hasta alcanzar el pico e inmediatamente después la misma descende gradualmente (tasa de descenso) hasta llegar al final de la lactancia (Bretschneider *et al.* 2015).

El pico de producción marca la pauta de la lactación completa. Las vacas primerizas tienden a dar curvas más chatas, ya que el pico de lactación es 25% menor que el de las vacas adultas. Las vacas adultas, aunque alcanzan mayores picos, no muestran gran persistencia después del pico (Contexto ganadero 2018).

El número de células secretorias de leche y su actividad determina la producción. El número de células secretorias aumenta al comienzo de la lactancia mientras que la producción de leche por célula disminuye. La producción de leche por célula aumenta significativamente a partir del pico de la lactancia y tiende a ser constante durante la lactación. El aumento de leche hasta el pico de la lactancia podría deberse a la continua diferenciación celular más

que al aumento de número, mientras la disminución de leche después del pico probablemente sea debido a pérdida en el número de células secretorias y no a una pérdida de la actividad secretoria. La pérdida en número de células secretorias es debido a la tasa de muerte celular por apoptosis en la ubre (Stefarion *et al.*, citado por Glauber 2007).

### **2.5.3 Persistencia**

Por persistencia se entiende la forma en que una vaca mantiene su producción de mes a mes, a medida que avanza la lactancia, usualmente se refiere a la tasa de descenso en la secreción de leche a partir del pico de producción. Hay una relación inversa entre la tasa de descenso y la persistencia. En otras palabras, a mayor tasa de descenso menor persistencia de lactancia. Visto de otra manera, la persistencia de la curva de lactancia tiene que ver con la habilidad de la vaca para mantener niveles elevados de producción después de haber alcanzado el pico de lactancia (Bretschneider *et al.* 2015).

A partir de la primera lactancia, la persistencia decrece hasta la cuarta o sexta, con un incremento en las siguientes lactaciones, sin alcanzar el valor logrado durante el primer periodo de producción, cuyo efecto no es únicamente fisiológico, sino que está confundido en la selección (Boschini y Sánchez 1980).

No existe ninguna medida uniforme de expresar la persistencia, generalmente se hace de forma de índice que se obtiene por cociente de la producción de un mes o período, sobre la de un mes o período anterior. En promedio, la persistencia varía de 94 a 96% (Contexto ganadero 2018).

La persistencia de la lactancia es también dependiente de una variedad de otros factores, el parto influye en la persistencia donde la misma es mayor en primer parto, comparadas con vacas multíparas. Hay mayor persistencia de la curva en vaquillonas primíparas con triple ordeño comparando con vacas multíparas. La propia gestación deprime la persistencia. Además de los cambios hormonales debidos al estadio de la gestación, las vacas lecheras son expuestas a conflictivas demandas metabólicas entre la gestación y la lactancia, la que inciden en la dinámica celular. En la lactancia tardía, el número de células secretorias de leche aumenta en preparación a la próxima lactancia. Ambas situaciones simultaneas deprimen la producción durante la presente lactación (Stefarion *et al.* citado por Glauber 2007).

#### **2.5.4 Producción a 305 días**

La producción promedio varía según la raza de los animales, esta se mide en función de 305 días de lactancia. En la raza Holstein el rendimiento promedio es de 16,000 kg por lactación, pudiendo llegar en algunos casos hasta los 22,000 kg (Accelerated Genetics 2017).

La producción de leche acumulada en 305 días de lactación varía a través de la vida útil del animal. Del primero al cuarto o sexto parto se observan incrementos en la secreción de leche y en los partos siguientes la producción se reduce paulatinamente (Boschini y Sánchez 1980).

### **2.6 Fisiología de la glándula mamaria**

#### **2.6.1 La ubre**

La glándula mamaria y las células que la constituyen representan un órgano bajo un complejo control endocrinológico que va desde los estados tempranos de desarrollo, a la preñez y lactación en un ciclo regresivo (Larson, citado por Pérez 1995).

La ubre de la vaca lechera consta de cuatro glándulas mamarias, llamadas cuartos. Cada uno de estos cuatro complejos glandulares es completamente independiente, con su propia estructura secretora y se comunica con el exterior a través de su propio pezón. Los cuatro cuartos están, a pesar de su independencia funcional, íntimamente ligados y reunidos bajo la piel de la ubre y situados en la región inguinal, contra la pared abdominal y la cara ventral del suelo de la pelvis, de la que se encuentra separada por una gruesa almohadilla de grasa (Callejo s.f.).

Los cuartos posteriores constituyen en conjunto la porción más voluminosa de la glándula mamaria, siendo los que más leche producen (cerca del 60% del total de leche producida) (Urroz 2013).

La glándula mamaria es una glándula sudorípara o cutánea modificada; la parte secretora de la ubre consta de innumerables alveolos o pequeñas cavidades o cámaras, tapizadas de glándulas secretoras individuales (Davis 1973).

El alvéolo es la unidad funcional de producción. Este es una esfera hueca cuya pared es una sola capa de células secretoras de leche agrupadas. Los capilares sanguíneos y células mioepiteliales (células similares a las musculares) rodean el alvéolo, y la leche secretada se encuentra en la cavidad interna (lumen). Las funciones del alvéolo son: recepción de los nutrientes o precursores circulantes en la sangre, transformación de estos precursores en nutrientes de la leche, descarga de la leche dentro del lumen (Urroz 2013).

Cada uno de estos alveolos es drenado por un pequeño conducto que conduce a conductos más grandes. El conjunto de alveolos da origen a los lóbulos. En los racimos de alveolos hay drenes formados por conductos de tamaño creciente, que llegan a ser de 10 a 20, y llevan la leche a la cisterna de la glándula (Davis 1973).

### **2.6.2 Desarrollo de la glándula mamaria**

El desarrollo de la glándula mamaria se realiza durante 5 fases del desarrollo animal: prenatal, antes de la pubertad, después de la pubertad, gestación e inicio de la lactación (Glauber 2007).

#### **Periodo embrionario y fetal**

El tejido originario de la mama es el ectodermo. Los primeros esbozos de la glándula mamaria corresponden a un par de engrosamientos epidérmicos que aparecen precozmente prolongadas a uno y otro lado de la pared corporal en la parte ventral. Las líneas mamarias son visibles desde el día 35, alrededor del tercer mes se notan los canales mamarios y se forman los conductos excretorios y luego los alvéolos. El área más superficial forma el esbozo de la papila mamaria la cual se transformará en pezón. El ulterior desarrollo postnatal de la mama, está totalmente gobernado por influencias neuroendocrinas, sobre todo a partir de la pubertad y primera gestación (Caravaca *et al.* 2003).

#### **Desarrollo desde el nacimiento a la pubertad**

En esta etapa las glándulas mamarias continúan creciendo al mismo ritmo que el resto del organismo, en las terneras continúa el desarrollo de los conductos galactóforos, que asumen la misma forma que adoptan en la ubre madura. Los cuartos aumentan de tamaño, en parte por depósito de tejido adiposo, hasta que los cuartos anteriores y posteriores se aproximan y



finalmente se unen por su base. La única hormona que interviene en este período es la somatotropina (Ávila y Romero 2001).

### **Desarrollo después de la pubertad**

Con cada estro existe un ligero brote o desarrollo de tejido glandular, gracias a la influencia de las hormonas ováricas, estrógenos, progesterona, hormona del crecimiento (HST), prolactina e insulina. Los estrógenos primero son responsables del crecimiento de los conductos, y la progesterona del desarrollo lóbulo alveolar, se puede detectar el desarrollo del sistema de conductos un poco antes y durante cada estro (Ávila y Romero 2001).

### **Cambios en la glándula mamaria durante la gestación**

La mayor parte del crecimiento glandular sucede durante la preñez. El crecimiento de la glándula mamaria es estimulado por la hormona de crecimiento (HC) y la prolactina (PRL), esteroides adrenocorticales, estrógeno y progesterona, gastrina y secretina del sistema gastrointestinal. Hay un desarrollo del sistema de conductos durante los primeros meses de gestación; pero al quinto mes los lóbulos ya están formados, aunque estén muy pequeños. Existe un gran crecimiento lóbulo-alveolar al final del sexto mes. El tejido secretor reemplaza al tejido conjuntivo adiposo para formar lóbulos definitivos (Glauber 2007).

### **Cambios en la glándula mamaria durante el inicio de lactación**

El inicio de la lactancia es acompañado por aumento del volumen sanguíneo, producción cardiaca, flujo sanguíneo mamario y flujo sanguíneo a través del flujo sanguíneo hepático y gastrointestinal, que proveen a la glándula mamaria con nutrientes y hormonas para la síntesis de leche. El reflejo de eyección se activa con la presencia de leche en la glándula y la oxitocina que actúa en la contracción de las células mioepiteliales (Glauber 2007).

## **2.7 Fisiología de la lactación**

En general, el desarrollo de la glándula mamaria es muy semejante en las diferentes especies y va paralelo con la pubertad y con el inicio de la madurez sexual. El desarrollo de esta glándula se rige directa e indirectamente por las hormonas del lóbulo anterior de la hipófisis (adenohipófisis), que también son las encargadas de regir la lactación (Urroz 2013).

A edad adulta el ciclo de la lactación puede dividirse en periodos consecutivos: mamogénesis, lactogénesis, galactopiesis e involución. Tres categorías de hormonas están involucradas: hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona, lactogeno-placentaria, prolactina y oxitocina) actúan directamente sobre la glándula mamaria. Hormonas del metabolismo (hormona crecimiento, corticoesteroides, tiroides, insulina) que funcionan en distintas partes del cuerpo y a menudo tiene efecto sobre la glándula. Finalmente, hormonas de producción local que incluyen la hormona de crecimiento, prolactina, paratiroidea, peptídica (PTHrp) y leptina (Glauber 2007).

## **2.8 Hormonas involucradas en el desarrollo de la glándula mamaria y la producción láctea.**

En parte el inicio de la secreción láctea se debe a hormonas de la hipófisis anterior. Las hormonas involucradas en la inducción de la lactancia son: la oxitocina, que ocasiona la bajada de la leche, los corticoides que estimulan la síntesis de otras hormonas como la oxitocina y la progesterona que tiene como función el crecimiento mamario, sostener la lactancia y organizar en el interior de los canales los alveolos encargados de secretar la leche. La prolactina juega un papel fundamental ya que activa el crecimiento de la glándula mamaria, estimula el desarrollo de los alveolos y conductos galactóforos e incrementa en gran parte la secreción y producción de leche. También son necesarias para la secreción láctea otras hormonas como son la HST, insulina y hormonas tiroideas y para tiroideas (Melgar 2012).

Los estrógenos provocan depósitos de grasa, desarrollo del estroma y crecimiento de un amplio sistema de ductos la glándula mamaria. Los lobulillos y los alveolos se desarrollan ligeramente y son la progesterona y la prolactina las que estimulan el crecimiento intenso de estas estructuras haciendo que las células alveolares proliferen, aumenten de volumen y adopten carácter secretor sin llegar realmente a la secreción láctea (Ávila y Romero 2001).

Uno de los supuestos que se formularon los investigadores sobre cómo influye el sexo fetal en la producción de leche es que el feto hembra produce mayor cantidad de estrógenos que pueden atravesar la placenta e ir al torrente sanguíneo de la madre y así influenciar el desarrollo de la glándula mamaria. Los machos, a pesar de que también producen estrógenos, la alta cantidad de los mismos podría afectar su propio desarrollo genital, mientras que es posible que el feto hembra pueda enviar más hormonas a su madre sin

ningún riesgo para ellas mismas. Adicionalmente se cree que la arquitectura celular y en sí la glándula mamaria puede modificar su capacidad de sintetizar leche a través de las preñeces y a su vez de las lactancias (Barreto y Pardo 2016).

## **2.9 Reconocimiento materno de la gestación**

La implantación en los mamíferos depende de que el embrión sea reconocido desde el punto de vista endocrino por su madre, lo que evita el retorno al estro de la madre y por consiguiente la pérdida de gestación, esta estrategia permite el bloqueo de la luteólisis, la extensión de la vida del CL y la formación de la placenta para el desarrollo de la gestación (Olivera y Ferrugem 2006).

Esto incluye la inhibición de la liberación de  $\text{PGF2}\alpha$ , la modificación del ambiente uterino y los cambios que evitan el rechazo inmunológico del embrión. Las células mononucleares del trofoblasto secretan alrededor del día 16 el interferón- $\tau$ , que inhibe la síntesis de receptores para los estrógenos, receptores para la oxitocina y por lo tanto inhibe la secreción de  $\text{PGF2}\alpha$ , evitando la luteólisis y asegurando la permanencia del CL. El embrión también modifica el flujo sanguíneo y la permeabilidad vascular, el movimiento de fluidos, la respuesta del CL a las prostaglandinas, la actividad secretoria y metabólica del útero, la transferencia de nutrientes, la actividad inmune y el desarrollo de la glándula mamaria (Bartolomé 2009).

## **2.10 Control endócrino de la gestación**

La progesterona secretada por el CL (6-15 ng/ml), que se mantiene activo desde la fecundación hasta el parto, es la encargada de mantener la gestación. No obstante, la placenta también produce progesterona (1-4 ng/ml) a partir del día 120 y puede mantener la gestación en caso de producirse la luteólisis desde el día 150 en adelante. El desarrollo de la glándula mamaria depende de los estrógenos que estimulan el crecimiento tubular y de la progesterona que estimula el desarrollo de los alveolos (Bartolomé 2009).

## **2.11 Diferenciación sexual**

En los mamíferos, el sexo cromosómico se determina en el momento de la fertilización, cuando un ovulo, el cual contiene un cromosoma X, es fecundado por un espermatozoide portador ya sea de un cromosoma X o un cromosoma Y. En el primer caso el complemento

cromosómico sería XX, lo que originaría una hembra y en el segundo daría como resultado un macho con la fórmula XY (Márquez y Gutiérrez 2006).

La constitución genética de los cromosomas sexuales es determinante para la diferenciación masculina o femenina de la gónada primitiva, siendo imprescindible la expresión de un gen del cromosoma Y para la diferenciación testicular, aunque otros genes tanto autosómicos como en el cromosoma X son también necesarios para la diferenciación del testículo fetal (Audí s.f.).

Durante las seis primeras semanas de vida fetal las estructuras sexuales son idénticas en los dos sexos y consisten en el «ribete» gonadal o genital que dará lugar al testículo y al ovario, las células germinales que penetran en la gónada indiferenciada y que darán lugar a espermatozoides y ovocitos, dos pares de conductos denominados de Wolff y de Müller (los primeros darán lugar a los genitales internos masculinos y los segundos a los femeninos) (Audí s.f.).

Si la diferenciación gonadal ha conducido a la formación de un testículo, a partir del conducto de Wolff se desarrollarán los conductos eferentes, el epidídimo, los conductos deferentes y las vesículas seminales. La virilización y la diferenciación de los conductos de Wolff dependen de la producción de testosterona por parte del testículo (Márquez y Gutiérrez 2006).

La diferenciación de los órganos genitales de la hembra ocurre en forma pasiva, ya que la ausencia de testículos y por lo mismo de la hormona inhibidora de los conductos de Müller, así como de los andrógenos virilizantes, favorece el desarrollo de los conductos de Müller, mientras que los de Wolff sufren atrofia (Márquez y Gutiérrez 2006).

## **2.12 Determinación del sexo de los individuos.**

Un elemento que posee particular interés para el productor y que se relaciona con la reproducción de los animales es el sexo de la nueva cría. Existen hasta el momento dos alternativas para determinar o manipular el sexo de las crías: una mediante la separación de los espermatozoides X y Y, y la otra conociendo el sexo del embrión a una edad muy temprana en su desarrollo (Anderson, citado por Estrada y Olivera 1998).

### **2.13 Utilización de semen sexado**

La citometría, desarrollada por el Dr. Johnson que, dicho sea de paso, consigna un 90 % de seguridad en el sexado del semen, toma base en diferencias de ADN expuestas para hacer dicho sexado. El semen sexado contiene 90 % de espermatozoides cuyos cromosomas son X. Esta selección se realiza utilizando la citometría de flujo, que separa los espermatozoides X del Y. Esta separación es posible ya que el cromosoma X contiene 4 % más ADN que el Y (ABS Argentina 2007).

La utilización de éste tiene como objetivo aumentar la producción de hembras y posibilitar el crecimiento con genética probada superior (semen) y propia (con sus vacas) del establecimiento, evitando los riesgos sanitarios que provoca la introducción de animales provenientes de otros tambos. El semen sexado se sugiere que sea utilizado en primer y segundo servicio, pretendiendo que entre el 70 al 75 % de las vaquillonas que se preñen por año, sean de semen sexado. Los partos del semen sexado originarán 90 % de hembras (Capitaine 2008).

Otra ventaja del semen sexado es que el nacimiento de machos representa un mayor riesgo de distocias, tanto en vacas como en vaquillonas, observándose un riesgo numéricamente mayor en esta última categoría. Debe considerarse que los machos presentan, en promedio, mayor peso y tamaño que las hembras y generalmente gestaciones más largas, lo que contribuye a que su peso sea mayor al momento del parto aumentando el riesgo de desproporción feto-pélvica (Bence *et al.* 2015).

En un estudio realizado por Mejía (2017) mostro que para el peso al nacimiento el sexo de la cría tiene un efecto significativo, siendo los machos cerca de 3 kg más pesados que las hembras. La diferencia de peso al destete también varía, pesando los machos 75.6 kilogramos y las hembras 74.4 kilogramos.

El peso de los terneros al nacer es importante, ya que terneros que nazcan pesando entre 40 a 50 Kg son con frecuencia más vigorosos, y por ende, tienen mayor resistencia ante enfermedades en las primeras semanas de vida (Boxen, citado por Mejía 2017).

## 2.14 Efecto del sexo fetal en la producción de leche

Diferentes estudios se han llevado a cabo para encontrar si el sexo fetal incide en la producción láctea, tal es el caso de la investigación realizada por Hinde *et al.* (2014) usando 2.39 millones de registros de lactancia de 1.49 millones de vacas lecheras Holstein y Jersey, demostraron que el sexo del feto influye en la capacidad de la glándula mamaria para sintetizar la leche durante la lactancia. Las vacas favorecen a las hijas, produciendo significativamente más leche para las hijas que para los hijos durante la lactancia.

Las vacas de primera paridad que dieron a luz a una hija produjeron más leche durante el período de lactancia de 305 días que las que dieron a luz a un hijo. Se observaron efectos similares, aunque ligeramente más pequeños, en las paridades 2-5. El efecto global representó un aumento del 1.3% en la producción de leche de lactancia completa para las vacas que tienen hijas (Hinde *et al.* 2014).

Así mismo Hess *et al.* (2016) se determinó que vacas Holstein que parieron terneras en su primera paridad tuvieron mayores rendimientos de leche. Para las paridades 2 y 3 el género de la cría no influyó en el rendimiento de leche; sin embargo, encontraron que las vacas Holstein que parieron machos en tres años consecutivos tuvieron un bajo rendimiento de leche en la primera lactancia que cualquier otra secuencia de género de ternera en las primeras tres paridades.

En Colombia se hizo un estudio retrospectivo mediante la revisión de registros de producción y partos de 100 vacas, donde encontraron que la mayor producción se presentó en las vacas cuyas crías en los primeros dos partos fueron hembras, seguida por las vacas que tuvieron crías hembra y macho en el primer y segundo parto respectivamente, disminuyendo el volumen en un 0,6%. Si en el primer parto, la vaca tuvo una cría macho y en el segundo parto una hembra el volumen de leche se ve disminuido en un mayor porcentaje (5,5%) en comparación con el grupo de vacas que tuvieron solo hembras (Barreto y Pardo 2016).

En cuanto a las vacas que solo tuvieron crías machos, tanto en el primero como en el segundo parto se presenta una diferencia de un 11,3 %, es decir la producción de leche se reduce en 731 litros en una lactancia de 305 días (Barreto y Pardo 2016).

La Red de Productos Lácteos de Canadá (CDN) realizó un análisis similar utilizando información de su base de datos para comprobar esta relación. Se utilizaron datos asociados desde la primera a la quinta lactancia donde el sexo del ternero fue debidamente identificado. Se comprobó que la producción de leche a 305 días fue más alta en cada lactancia luego de un parto que resultó en una cría hembra en comparación con un macho (Beavers y Van Doormaal 2014).

Sin embargo, otro estudio llevado a cabo por Græsboll *et al.* (2015) en 578 rebaños de Holstein, mostró que las vacas producían mayores volúmenes de leche si tenían un ternero en comparación con una ternera. Encontraron una producción de leche significativamente mayor de 0.28% en el primer período de lactancia para las vacas que dan a luz a un ternero. Esta diferencia fue aún mayor cuando las vacas parieron a otro ternero, por lo que tener dos terneros dio lugar a una diferencia de 0.52% en la producción de leche en comparación con cualquier otra combinación de sexo de la descendencia.

En Brasil se realizó una investigación con el propósito de verificar y cuantificar la influencia del sexo del ternero en la producción de leche y la duración de la lactancia en hatos de vacas Holstein, Gir y Guzerat. Datos de 10.780 lactancias de 4.807 vacas Holstein que parieron entre 2001 y 2013 reflejaron que tanto la producción acumulada de leche de 305 días como la duración del período de lactancia, no fueron influenciados por el sexo del ternero ( $P = 0.9519$ ) (Freitas *et al.* 2016).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Descripción del estudio**

El estudio se realizó entre los meses de mayo a noviembre del 2018 en una ganadería perteneciente a la cuenca lechera del Departamento de Sonsonate, El Salvador; éste consistió en una evaluación retrospectiva de la información reproductiva y productiva de la ganadería, registrada en un período de 13 años, de los cuales parte de los registros se encontraban en el software VAMPP Bovino 3.0<sup>®</sup> y otra parte se encontraban detallados de manera manuscrita en libros de registro; esta información permitió establecer la vinculación entre las variables en estudio.

Para ello se contó con los registros de desempeño individual de 190 animales que conformaron el grupo en estudio. Los datos requeridos fueron: Identificación del animal, raza, número y fecha de partos, sexo de las crías producidas, producción promedio quincenal de leche y duración de la lactancia.

#### **3.2 Ubicación y características de la ganadería:**

El estudio se desarrolló en la Hacienda El Milagro de Quayta, ubicada en el kilómetro 54 ½ carretera a Sonsonate, perteneciente al municipio de Caluco, coordenadas latitud 13°73'04"N y longitud 89°65'45"O a 550 msnm; cuenta con características de manejo intensivo estabulado, todas las vacas del hatu reciben inseminación artificial y en las novillas se utiliza semen sexado, su alimentación está basada en forraje picado, ensilado y concentrado terminando en un alimento balanceado como Ración Total Mezclada (RTM). La Hacienda para el año 2018 contaba con un total de 247 hembras Holstein de las cuales 127 estaban en ordeño y la producción promedio por vaca por día era de 23 kilogramos equivalente a 29.75 botellas.

#### **3.3 Metodología de campo**

##### **3.3.1 Recolección de información reproductiva y productiva.**

Para este estudio se llevaron a cabo visitas periódicas cada 15 días a la ganadería durante los meses de mayo a noviembre de 2018, con el propósito de obtener a partir de los registros



manuales y respaldos del programa digital, la información correspondiente a las vacas que parieron entre los años 2004 y 2017 (Figura 1).



Figura 1: Búsqueda de información en registros de la Hacienda El Milagro

La información reproductiva colectada fue la siguiente: identificación del animal, fechas de partos, fecha de secado, número de parto y sexo de las crías (Figura 2). La información productiva que se consideró para el estudio fue: la producción quincenal de leche por vaca (Figura 3).



Figura 2: Recolección de registros reproductivos en la Hacienda El Milagro

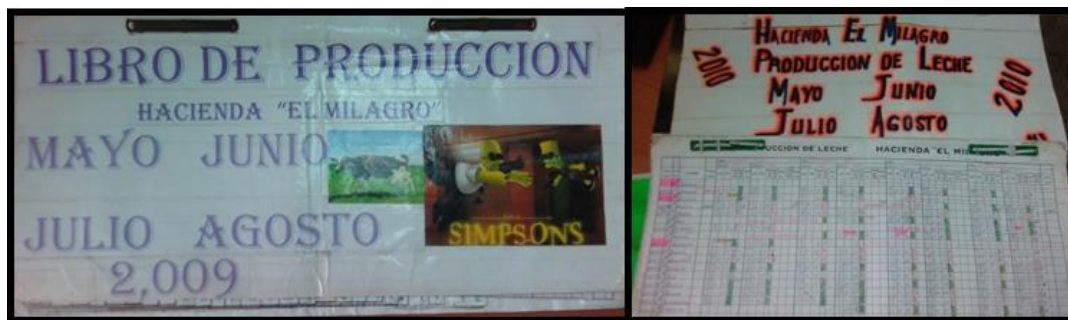


Figura 3: Registros manuales de pesas de leche en la Hacienda El Milagro

### 3.3.2 Introducción de registros manuales y selección de animales.

La información obtenida en físico fue introducida en el programa VAMPP Bovino 3.0<sup>®</sup> para complementar los respaldos y así efectuar su procesamiento. Esto se llevó a cabo en los laboratorios del departamento de Zootecnia (figura 4).

Una vez introducida la información en el programa VAMPP<sup>®</sup>, mediante el software se generó una hoja de cálculo en Excel<sup>®</sup> con los datos productivos y reproductivos de todas las vacas con lactancias registradas durante el periodo en estudio.

Se generaron 35,784 datos pertenecientes a 1278 lactancias, los cuales fueron revisados para descartar aquellas vacas que tuvieran registradas menos de 2 lactancias, que no tuvieran su registro de pesas de leche completo, las que habían sido secadas antes de cumplir su ciclo de lactancia, así como aquellas que tuvieran partos asistidos, abortos y partos gemelares. Un total de 3,492 datos pertenecientes a 190 animales con sus tres lactancias fueron finalmente procesados (Cuadro A-1 al A-6).

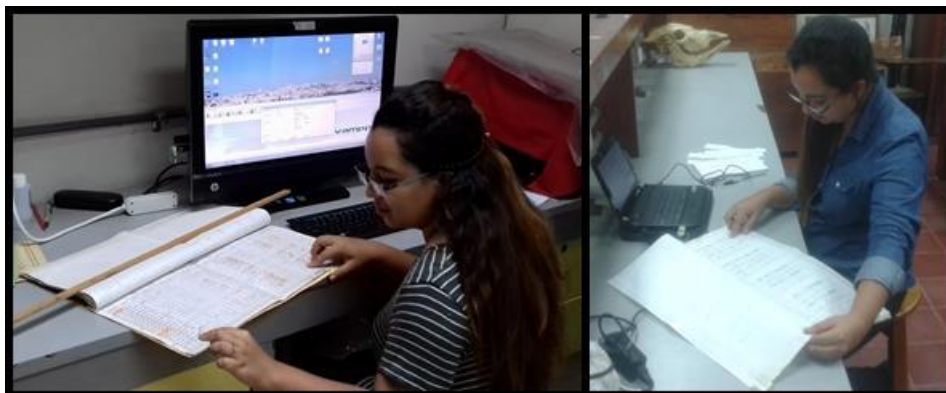


Figura 4: Introducción de información en el software VAMPP Bovino 3.0<sup>®</sup>

### 3.3.3 Cálculo de parámetros.

Con la información generada se procedió a realizar el cálculo de los parámetros productivos por medio de la introducción de fórmulas. A continuación, se describe cada uno de ellos.

**Producción promedio por vaca por día (kg) (PPVD):** esta se calculó dividiendo el total producido en el ciclo de lactancia entre el número de días que el ciclo duró.

$$\text{PPVD} = \text{Producción total del ciclo} / \text{Días en lactancia}$$

**Producción al pico de lactancia (kg) (PAPL):** se obtuvo a partir de los registros de pesa quincenal de leche por vaca, los cuales se promediaron mensualmente y de éste se identificó el punto máximo de producción en el ciclo.

**Días al pico de lactancia (DAP):** Es el número de días que tardó la vaca en alcanzar su máxima producción y al igual que la producción al pico de lactancia, se obtuvo a partir de los datos de producción promedio mensual, identificando así el número de días que la vaca tardó en llegar a su máxima producción.

**Duración de lactancia por vaca (DLV):** es el tiempo que transcurrió entre la fecha de inicio de lactancia (parto) y la fecha de secado de dicha lactancia.

$$\text{DLV} = \text{Fecha de secado} - \text{Fecha de inicio de lactancia}$$

**Producción total a 305 días (kg) (PT):** se calculó promediando las producciones quincenales registradas durante la lactancia, obteniendo un promedio diario por vaca y este se multiplicó por los 305 días.

$$\text{PT} = \text{Promedio producción diaria} * 305 \text{ días}$$

**Persistencia (%) (P):** Este parámetro se expresa en porcentaje y determina la proporción en que una vaca mantiene su nivel de producción después de haber alcanzado el pico de lactancia (Bretschneider *et al.* 2015).

En primera instancia de los promedios mensuales de producción se determinó el pico de lactancia, a partir de éste, se introdujo la fórmula para calcular la persistencia mes a mes hasta el final del ciclo de lactancia completo, la cual se estima dividiendo el total de leche producida en el mes actual entre la producción del mes anterior y este resultado se multiplica por 100.

$$\text{P} = (\text{Producción promedio mensual actual} / \text{Producción promedio del mes anterior}) * 100$$

De todas las persistencias mensuales calculadas a partir del pico de lactancia, se calculó un promedio por lactancia, siendo este el utilizado para el procesamiento de los datos en el diseño estadístico.

### 3.4 Metodología Estadística

#### 3.4.1 Variables evaluadas

##### Variables independientes:

- Paridad (1ro, 2do, y 3er parto)
- Sexo fetal (Hembra y Macho)

##### Variables dependientes

- Producción promedio por vaca por día
- Producción al pico de lactancia
- Días al pico de lactancia
- Duración de lactancia por vaca
- Producción total a 305 días
- Persistencia

#### 3.4.2 Diseño estadístico:

Para el análisis de datos se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial (3x2), debido a que se contó con tres ciclos productivos (1er, 2do y 3er parto) y dos sexos fetales (Macho y Hembra), resultando 6 observaciones (cuadro 1) con diferente número de repeticiones (R) (ver cuadro A-1 al A-6), también se aplicó el análisis de Varianza Multivariado para determinar la relación que existe entre la combinación de los sexos de las crías gestadas en las tres lactancias (MMM, MMH, MHH, MHM, HHH, HHM, HMM, HMH) con las respectivas variables productivas, y por tener efecto significativo entre observaciones se aplicó la prueba de medias de Tukey y la prueba de Hotelling para el análisis multivariado, con un nivel de confianza del 5%, siendo analizados mediante el programa SAS® (Badiella *et al.* 2003)

Cuadro 1: Diagrama de las observaciones a evaluar.

Lactancias	Sexos	Observaciones
1	Macho	O1= 1ra lactancia*macho
	Hembra	O2= 1ra lactancia*hembra
2	Macho	O3= 2da lactancia*macho
	Hembra	O4= 2da lactancia*hembra
3	Macho	O5= 3ra lactancia*macho
	Hembra	O6= 3ra lactancia*hembra

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Producción promedio por vaca por día

Al realizar el análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación de 18.41%, este valor indica que existe suficiente homogeneidad en el conjunto de datos y posee un promedio representativo.

Según el análisis de varianza respectivo, no se obtuvo significancia estadística en la interacción entre las variables sexo fetal y producción promedio por vaca por día; por lo tanto, se puede establecer que los niveles de producción láctea no se encuentran influenciados directamente por el sexo de la cría que la vaca ha gestado.

Esto coincide con lo reportado por Hess *et al.* (2016) quienes determinaron que vacas Holstein que parieron terneras en su primera paridad tuvieron mayores rendimientos de leche, sin embargo, para las paridades 2 y 3 no hubo significancia estadística.

No obstante, el análisis de varianza demuestra que si existe diferencia estadística significativa en la relación entre la paridad o número de lactancia con la producción promedio por vaca por día ya que el valor “p” fue menor a 0.05 (cuadro 2).

Cuadro 2: Análisis de varianza para producción promedio diaria (kg/d).

Sexo de la cría		Numero de lactancia			Significancia		
M	H	1	2	3	Sexo	Lactancia	S*L
23.05 <sup>a</sup>	22.49 <sup>a</sup>	21.14 <sup>c</sup>	22.93 <sup>b</sup>	24.24 <sup>a</sup>	0.1103	<0.0001	0.2705

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al llevar a cabo la prueba de Tukey respectiva (cuadro 3), se observó que a mayor número de partos la producción promedio diaria se incrementó. Las vacas que produjeron machos en su segunda lactancia, tuvieron un igual desempeño productivo que las vacas de terceras lactancias indistintamente al sexo de sus crías y el grupo de vacas en primera lactancia presentó la menor producción diaria (figura 5).

Cuadro 3: Producción promedio diaria por lactancia y sexo fetal.

Lactancia	Sexo de la cría	Medias (kg)	Niveles			
3	H	24.35	A			
3	M	24.12	A	B		
2	M	23.35	A	B	C	
2	H	22.51		B	C	
1	M	21.68			C	D
1	H	20.61				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

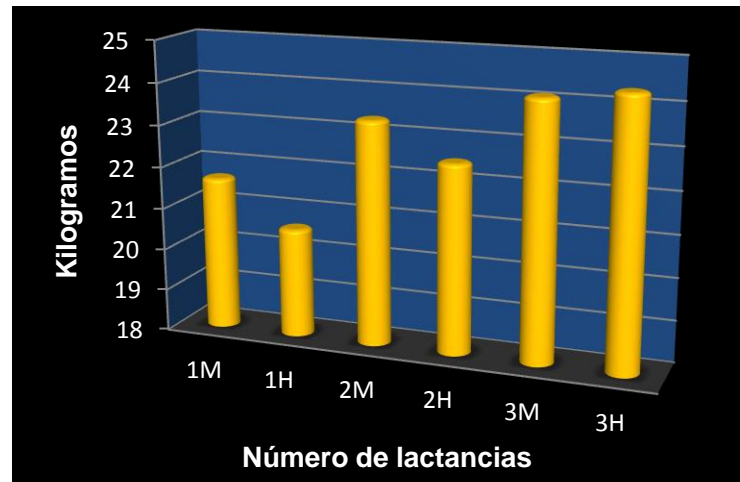


Figura 5: Producción promedio láctea diaria por lactancia y sexo fetal.

Tarazona y Vargas (1992), demostraron que la producción de leche, tiende a aumentar hasta los ocho años de edad de las vacas. El estado de la vaquilla en sus primeras dos lactancias determina este aumento de la producción, debiendo poseer un peso óptimo, buena salud y desarrollo de la ubre, así como adecuada alimentación.

Por otra parte, Meikle *et al.* (2004) realizó un estudio sobre la paridad y su efecto en la condición corporal comprobando que las vacas primíparas tienen una disminución más pronunciada en la condición corporal, mostrando un perfil metabólico más desequilibrado que el de las vacas multíparas y que, además, se recuperan del período de balance energético negativo con más dificultad.

Castellanos (2016), indicó que muchos factores influyen en la caída de producción de una primeriza, una de ellas es que el animal todavía se encuentra en proceso de crecimiento y tiene ciertos requerimientos que debe cumplir antes, por lo que su preocupación no es

producir el lácteo, sino suplir sus necesidades fisiológicas, es decir, la hembra va a priorizar su crecimiento por encima de la producción, por lo que si no tiene los suficientes elementos y componentes dentro de su organismo, la cantidad de leche que está generando va a decaer.

#### 4.2 Días al pico de lactancia

No se encontró significancia estadística entre las variables días al pico de lactancia y el sexo de la cría y en su interacción con la lactancia; no obstante, si se encontró significancia estadística ( $p < 0.0001$ ) en la relación entre días al pico y el número de lactancia (cuadro 4).

Cuadro 4: Análisis de varianza para días al pico de lactancia

Sexo de la cría		Numero de lactancia			Significancia		
M	H	1	2	3	Sexo	Lactancia	S*L
81.52 <sup>a</sup>	80.64 <sup>a</sup>	72.86 <sup>a</sup>	72.96 <sup>b</sup>	97.42 <sup>b</sup>	0.9399	<0.0001	0.0844

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Las medias del pico de lactancia mostraron que, a mayor número de lactancias, las vacas tardarán menos tiempo en llegar al pico de lactancia, ya que las medias de la lactancia 2 y 3 son las que poseen los valores más bajos (cuadro 5 y figura A-1).

Cuadro 5: Medias de días al pico de lactancia y sexo fetal.

Lactancia	Sexo de la cría	Medias (días)	Niveles	
1.00	M	100	A	
1.00	H	95	A	B
3.00	H	77		B C
2.00	M	77		B C
2.00	H	69		C
3.00	M	68		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Piedra *et al.* (2012), demostró que manteniendo un correcto manejo nutricional pre-parto, una condición corporal de 2.5 a 3.0 repercutirá a que el pico de lactancia se exprese entre los 30 a 50 días post-parto.

González (2018) menciona que la primera parte de la lactancia se caracteriza por el incremento en la producción hasta alcanzar un pico alrededor de la séptima semana post

parto (49 días). Después del parto hay un aumento rápido de rendimiento de leche en las vacas debido a la mayor actividad del epitelio alveolar; que alcanza su máximo a las dos a seis semanas, luego disminuye gradualmente.

Lo anterior muestra que las vacas en la ganadería estudiada tuvieron un promedio muy por encima de los días óptimos para alcanzar el pico de lactancia.

### 4.3 Producción al pico de lactancia

La producción al pico de lactancia no se vio influenciada por el sexo de la cría. No existiendo así mismo, significancia estadística alguna en la interacción entre las variables sexo de la cría y número de lactancia (cuadro 6). Por el contrario, la relación entre la producción al pico de lactancia y el número de lactancia es estadísticamente significativa ya que el valor “p” es menor a 0.05.

Cuadro 6: Análisis de varianza para producción al pico de lactancia.

Sexo de la cría		Numero de lactancia			Significancia		
M	H	1	2	3	Sexo	Lactancia	S*L
29.55 <sup>a</sup>	29.25 <sup>a</sup>	25.95 <sup>c</sup>	29.96 <sup>b</sup>	32.30 <sup>a</sup>	0.4695	<0.0001	0.6793

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

A mayor número de partos la producción al pico de lactancia se incrementa independientemente al sexo de la cría producida (cuadro 7). Las vacas en tercera lactancia tuvieron un mayor desempeño productivo al pico de producción, que las de la segunda lactancia, el grupo en primera lactancia es el que menor rendimiento tuvo independientemente del sexo de la cría y es el que está más alejado al promedio general del resto de los grupos (figura A-2).

Cuadro 7: Producción al pico de lactancia para las 3 paridades y según sexo fetal.

Lactancia	Sexo de la cría	Medias (kg)	Niveles	
3	H	32.40	A	
3	M	32.19	A	B
2	M	30.23		B C
2	H	29.69		C
1	M	26.24		D
1	H	25.67		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)



Según Gasque (2008) las vacas primerizas tienden a dar curvas más chatas, ya que el pico de lactación es 25% menor que el de las vacas adultas. Las vacas adultas, aunque alcanzan mayores picos, no muestran gran persistencia después de este.

Un estudio realizado en Canadá describe la asociación de la paridad con los cambios de comportamiento durante el período de transición (pre y pos-parto). Las vacas lecheras primíparas y múltiparas sanas diferían en el comportamiento de alimentación, social y exploratorio en los comederos ya que las vacas primíparas tenían una tasa de alimentación más baja, ocasionando una menor producción láctea (Neave *et al.* 2017).

Las vacas de primer parto por ser una categoría que está en crecimiento, presentan requerimientos adicionales al resto del rodeo. Esto podría exacerbar el balance energético negativo (BEN) que se produce normalmente en el período de transición (tres semanas antes y tres después del parto), dejando menor cantidad de nutrientes para la producción de leche y/o la reproducción (Morales *et al.* 2016).

Varios factores pueden influir en la tasa de alimentación, incluida una mayor motivación para alimentarse y una mayor presión social en los comederos, además, las vacas múltiparas con su mayor tamaño corporal (lo que resulta en un mayor peso corporal) y las demandas de lactancia requieren más alimento, lo que probablemente contribuye a una mayor tasa de alimentación (Nielsen, 1996).

Cañas *et al.* (2009) determinaron que a medida aumentan los partos, aumenta la producción inicial de leche y la producción al pico ya que entre los partos 1 y 2, se destaca el segundo por presentar altas producciones hasta llegar al pico de la curva de lactancia, pero, posteriormente presenta un descenso marcado en la producción equiparándose con hembras de primer parto, también Schutz *et al.* (1990), observó que el pico de producción aumenta a medida que se incrementa el número de partos en las razas Holstein, así mismo Vaccaro (1998), señala que vacas de primer parto tienen un 12% menos en producción de leche, comparada con la producción de hembras múltiparas.

Según Stefarion *et al.* citado por Glauber (2007), a pesar que la producción de leche por célula secretoria aumenta significativamente a partir del pico de la lactancia y tiende a ser constante, el aumento de leche hasta el pico podría deberse a la continua diferenciación celular

más que al aumento en el número de células secretorias; mientras que la disminución de leche después del pico probablemente se deba a la pérdida en el número de células y no a una pérdida de la actividad secretoria.

#### 4.4 Duración de la lactancia

La duración de la lactancia se vio influenciada únicamente por el número de lactancia, ya que es estadísticamente significativa ( $p < 0.005$ ). En ninguna de las variables relacionadas se obtuvo influencia del sexo de la cría. Para las variables sexo de la cría su interacción con la lactancia el p valor fue mayor a 0.05 (cuadro 8).

Aunque en el presente estudio no hubo influencia del sexo de la cría, Hess *et al.* (2016) encontraron que hay un efecto entre la duración de la lactancia en donde el nacimiento fue una ternera, dando como resultado una lactancia entre 1.1 y 3.2 días más que si el ternero fuera macho.

Contrario a lo antes mencionado, Freitas *et al.* (2016) reflejaron que la duración del período de lactancia no fue influenciada por el sexo del ternero ( $P = 0.9519$ ), igualmente, Hinde *et al.* (2014), indicó que no hubo efecto significativo en la duración de la lactancia para terneros machos y hembras, ya sea en Holstein Friesians ( $p = 0,84$ ) o en Jerseys ( $p = 0,39$ ).

Cuadro 8: Análisis de varianza para duración de la lactancia

Sexo de la cría		Numero de lactancia			Significancia		
M	H	1	2	3	Sexo	Lactancia	S*L
398.44 <sup>a</sup>	380.57 <sup>a</sup>	375.07 <sup>b</sup>	382.66 <sup>b</sup>	410.79 <sup>a</sup>	0.0601	<0.0055	0.0560

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

La tercera lactancia con crías hembra es la que tuvo un mayor número de días en lactancia (figura A-3), por lo que a mayor número de partos el ciclo de lactancia se extiende. Tanto los animales de primera y segunda lactancia se comportaron de manera similar, teniendo diferencias de hasta 42 días (cuadro 9). El promedio de días de lactancia es de 390 días, valor muy alto si se toma en consideración que los días de lactación para vacunos productores de leche se estima alrededor de 305 días (Piedra *et al.* 2012).

Cuadro 9: Efecto del sexo de la cría y la paridad sobre la duración de la lactancia

Lactancia	Sexo de la cría	Medias (días)	Niveles	
3	H	418	A	
3	M	404	A	B
2	M	400	A	B
1	M	392	A	B
2	H	365	B	
1	H	358	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Carvajal *et al.* (2000) al analizar el efecto del número de parto en la duración de la lactancia encontró que la lactación más corta se obtuvo con el parto seis y la más larga con el parto cuatro con medias de 253.7 y 307.9 días de lactación, respectivamente.

Igualmente, Pérez *et al.* (2007) determinó que las vacas con 6 o más partos tuvieron las lactancias más cortas y produjeron menos leche a los 305 días. Esto muestra que a medida que, un animal tiene mayor número de lactancias, estas van aumentando su duración para luego ir decreciendo a partir de la sexta lactancia.

#### 4.5 Producción a los 305 días

Se encontró efecto significativo entre la relación producción a 305 días y el número de lactancia, (cuadro 10). Es decir que a medida aumente el número de lactancia mayor será la producción láctea. Similar a las variables anteriormente mencionadas no hubo interacción entre la producción, número de lactancia y el sexo de la cría producida

Sin embargo, hallazgos reportados por Hinde *et al.* (2014) reflejaron que las vacas de primera paridad que dieron a luz a una hija produjeron  $142 \pm 5,4$  kg más de leche durante el período de lactancia de 305 días que las que dieron a luz a un hijo ( $7,612$  vs.  $7,470 \pm 69$  kg,  $p < 0,001$ ). Se observaron efectos similares, aunque ligeramente más pequeños, en las paridades 2-5.

De igual manera Beavers y Van Doormaal (2014) comprobaron que la producción de leche a 305 días fue más alta en cada lactancia luego de un parto que resultó en una cría hembra en comparación con un macho. El rendimiento de la lactancia después del nacimiento de una

ternera fue de 60-70 kg más altos para los dos primeros partos y poco más de 100 kg para los partos posteriores.

Cuadro 10: Análisis de varianza para producción a los 305 días.

Sexo de la cría		Numero de lactancia			Significancia		
M	H	1	2	3	Sexo	Lactancia	S*L
7017.17 <sup>a</sup>	6859.48 <sup>a</sup>	6435.32 <sup>c</sup>	6996.36 <sup>b</sup>	7383.30 <sup>a</sup>	0.1425	<0.0001	0.3022

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ )

Las vacas de segunda y tercera lactancia tuvieron un mayor rendimiento productivo a los 305 días con una media que oscila entre los 6874 a 7420 kilogramos (cuadro 11). Siendo el grupo en primera lactancia el que produjo menor cantidad de leche indistintamente del sexo de la cría (figura 6).

Cuadro 11: Producción acumulada (kg) a los 305 días para cada lactancia y sexo fetal.

Lactancia	Sexo de la cría	Medias (kg)	Niveles
3	H	7420.60	A
3	M	7345.99	A B
2	M	7118.34	A B
2	H	6874.38	B C
1	M	6587.17	C D
1	H	6283.47	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ )

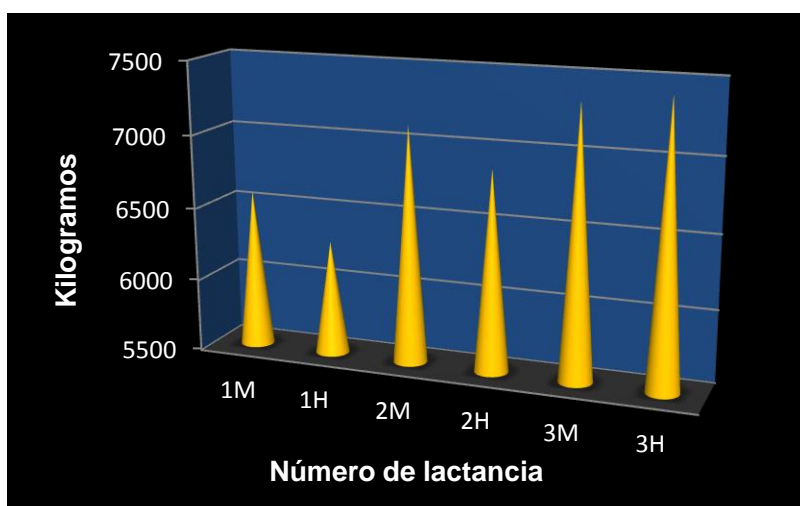


Figura 6: Producción acumulada a los 305 días por lactancia y sexo fetal.

Pereira (2010) reportó que la producción acumulada de leche, corregida a 305 días de lactancia resultó afectada por la paridad, ya que las vacas de tercera lactancia produjeron más leche que las de segunda lactancia. El efecto de la paridad se observó en la producción de leche a 305 días, presentando los animales de tercera lactancia mayores producciones.

Carvajal *et al.* (2002) encontró resultados similares con respecto a la producción de leche observando un incremento progresivo en la producción de leche del primero hasta el quinto parto para luego declinar.

Velásquez y Hernández (2008) evaluaron la eficiencia productiva y reproductiva de vaquillas Holstein, la producción total de leche se incrementó al pasar de la 1ra (7897.68 kg) a la 2da lactancia (8463.82 kg), siendo altamente significativo. Un factor reproductivo que interviene en la producción láctea son los días abiertos, por que a mayor días abiertos se obtuvo una mayor la producción por lactancia, pero fue menor el promedio de leche por vaca por día; a menos días abiertos menos es la producción por lactancia y mayor el promedio de leche por día.

Un estudio realizado por Perea *et al.* (2008) demostró que la causa principal de la baja eficiencia productiva en las vacas primíparas se debe a que éstas paren con menor peso que las vacas adultas debido a que su organismo está sometido a diversas exigencias metabólicas, ya que estas hembras necesitan mayor cantidad de alimento para cubrir sus necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción de leche, los requerimientos de muchos nutrientes se duplican o triplican de un momento a otro y esos requerimientos también variaran de acuerdo al potencial genético del animal y a la fase que se encuentre dentro de la curva de lactancia, principalmente durante los primeros meses de lactancia, estas hembras experimentan un balance energético negativo y disminución de la condición corporal.

Otra investigación llevada a cabo por Lee y Kim (2006) demostró que los rendimientos para paridades de 1, 2, 3, 4 y 5 o más fueron de 8,431, 9,774, 10,191, 10,812, and 10,611 kg, respectivamente. Por lo que el rendimiento promedio de leche de 305 días aumentó ( $p < 0.01$ ) al aumentar la paridad.

#### 4.6 Persistencia

La persistencia se vio influenciada por el número de lactancias ya que el “p” valor fue menor a 0.005. No existe diferencia significativa con las variables sexo de la cría y la interacción número de lactancia y sexo de la cría (cuadro 12).

Cuadro 12: Análisis de varianza para la persistencia.

Sexo de la cría		Numero de lactancia			Significancia		
M	H	1	2	3	Sexo	Lactancia	S*L
91.91 <sup>a</sup>	91.85 <sup>a</sup>	93.59 <sup>a</sup>	90.91 <sup>b</sup>	91.15 <sup>b</sup>	0.8276	<0.0001	0.1052

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

Caso contrario a las variables anteriormente analizadas, el grupo de vacas en primera lactancia son las que mayor persistencia mostraron. El grupo de segunda y tercera lactancia se comportaron similares entre ellas, pero con menor habilidad de mantener la producción en el tiempo (cuadro 13 y figura 7).

Esto se relaciona con la producción al pico de lactancia, donde se mostró que animales con bajos picos de producción tienden a mantener una producción constante al final de la lactancia, no así las vacas que tuvieron un alto pico de producción, ya que su persistencia al final de la lactancia decreció considerablemente (figura A-4).

Cuadro 13: Medias para la persistencia en función de la lactancia y sexo fetal.

Lactancia	Sexo de la cría	Medias (%)	Niveles
1	M	93.65	A
1	H	93.53	A B
3	H	91.50	B
2	M	91.30	B
3	M	90.79	B
2	H	90.52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

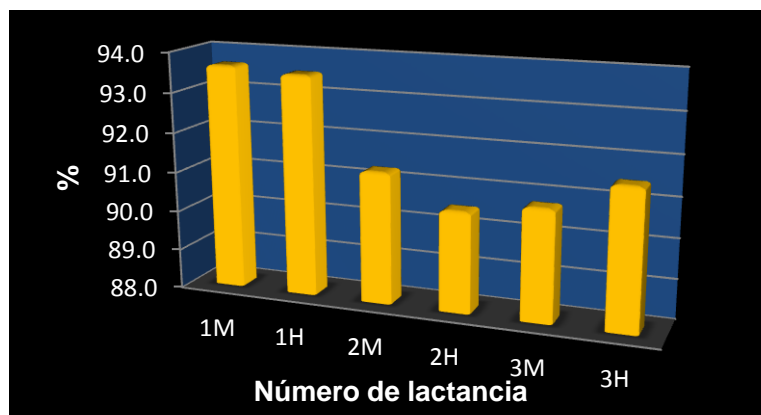


Figura 7: Persistencia por lactancia y sexo fetal.

Las observaciones del presente estudio, se asemejan a los resultados obtenidos en una investigación realizada por Osorio y Segura (2005) quienes obtuvieron una persistencia de 78,7% para las vacas de primer parto y un 76,8% para el conjunto de vacas de segundo, tercer y cuarto parto; esto indica que, las vacas que iniciaron con bajas producciones (primíparas) tuvieron pendientes positivas más pronunciadas que aquéllas que iniciaron con niveles mayores (multíparas) de producción. Un factor importante que influye en la persistencia es la condición nutricional de los animales, por lo que si se tiene un adecuado manejo de la alimentación se logrará que la curva de lactancia sea mayor.

Bretschneider *et al.* (2015) mencionaron que, para conocer el impacto en la forma de la curva de lactancia sobre la producción total de leche, se modelizaron dos curvas de producción para una vaca lechera que estuvo expuesta a dos manejos nutricionales distintos a partir del parto, en este sentido, el ejemplo representa la importancia de la división del rodeo, según sus requerimientos nutricionales, para la asignación eficiente del balanceado. Para un escenario, la suplementación se basó en los requerimientos promedio del rodeo y, consecuentemente, todas las vacas recibieron diariamente la misma dosis de balanceado (menor persistencia); para el otro escenario, la suplementación se basa en los requerimientos individuales y, por lo tanto, cada vaca recibe diariamente una dosis definida de balanceado según sus necesidades nutricionales (mayor persistencia).

El mayor porcentaje de persistencia en vacas primerizas podría deberse a que existe una alta correlación entre los días abiertos y la producción de leche por lactancia, estas tienden a ser más persistentes porque poseen una mayor duración en el pico de producción comparado a los animales adultos y se ven menos afectadas por los días abiertos (Estrada y Olivera 1998).

Cañas *et al.* (2009), demostró que las vacas de primera lactancia muestran menores producciones diarias al inicio y mayor persistencia, de la misma manera Schutz *et al.* (1990) observó que la persistencia decreció del primero al segundo parto.

#### 4.7 Análisis de varianza multivariado

El análisis de la varianza (cuadro A-20), muestra que en alguno de los grupos existe diferencia estadística significativa ( $p=0.0007$ ).

Al realizar la Prueba de Hotelling (cuadro 14), para identificar que grupo muestra diferencias estadísticas se obtuvo que los grupos MMM, HMM, HHH y MHH, (AB) poseen medias similares; los grupos MMH, HMH y MHM, (B) se comportan similarmente entre ellos, pero tienen medias diferentes a los grupos con los valores (AB).

La combinación HHM es el único grupo que se comportó de manera significativa que el resto, lo que indica que si hay una interacción entre el sexo de las crías producidas en las 3 lactancias y las variables productivas; para la producción promedio diaria, producción al pico de lactancia y producción a los 305 días se obtuvieron promedios bajos con respecto a las demás combinaciones (figura 8).

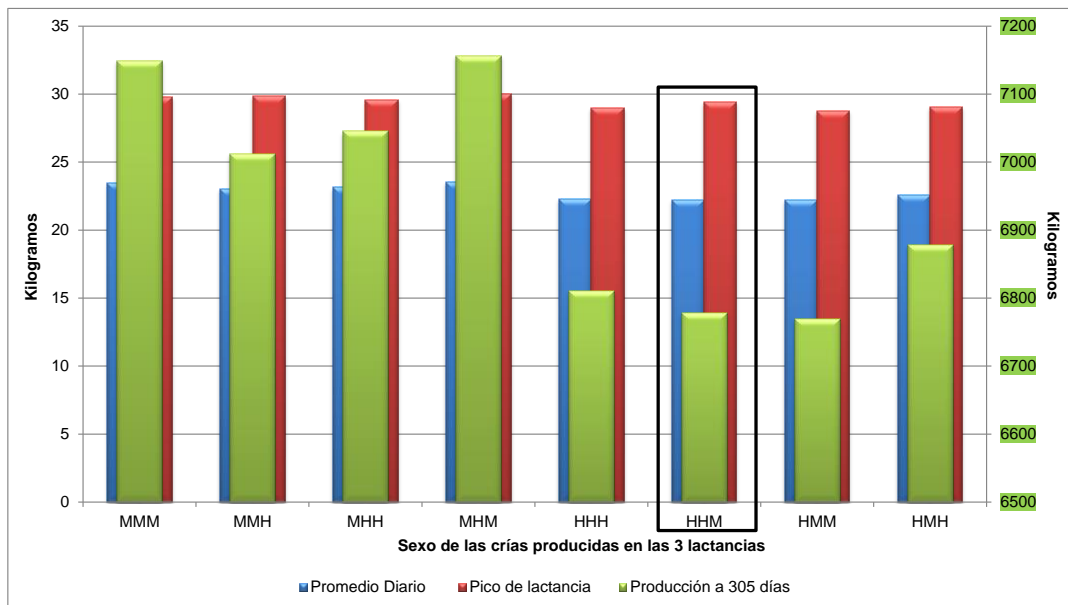


Figura 8: Producción láctea para los grupos de las 3 lactancias según sexo fetal.

En el caso de los días al pico de producción es el que tuvo el valor más bajo siendo esto bueno ya que alcanzó el pico de lactancia en un periodo más corto; también fue el que tuvo la menor duración de la lactancia y la menor persistencia (figura A-5).



Cuadro 14: Medias de variables productivas según sexo fetal en las 3 lactancias.

GRUPO	PPVD (kg)	DAP	PAPL (kg)	DLV	PT (kg)	P (%)	N	Valores	
MMM	23.45	83	29.77	394	7149.05	92.18	66	A	B
HMM	22.22	77	28.74	403	6769.14	92.07	87	A	B
HHH	22.28	82	28.98	391	6810.70	92.20	60	A	B
MHH	23.14	81	29.54	378	7045.14	91.92	57	A	B
<b>HHM</b>	<b>22.21</b>	<b>75</b>	<b>29.43</b>	<b>345</b>	<b>6778.35</b>	<b>90.74</b>	<b>75</b>	<b>A</b>	
MMH	23.04	84	29.89	412	7012.65	91.52	78		B
HMH	22.58	90	29.07	390	6878.35	92.37	84		B
MHM	23.54	75	30.04	402	7155.57	92.20	63		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Hinde *et al.* (2014) determinaron que el sexo fetal en la primera paridad tuvo efectos persistentes en la producción de leche durante la segunda lactancia. Las vacas que produjeron un macho en su primera paridad tuvieron menor producción de leche en su siguiente lactancia, el mismo efecto mostraron si también gestaron un macho en la segunda lactancia. Sin embargo, las vacas que en su primer parto tuvieron una cría hembra produjo un aumento de leche significativo en su posterior lactancia ( $P < 0,001$ ).

Barreto y Pardo (2016) encontraron que la mayor producción se presentó en las vacas cuyas crías en los primeros dos partos fueron hembras, seguida por las vacas que tuvieron crías hembra y macho en el primer y segundo parto respectivamente.

Caso contrario, Græsboll *et al.* (2015), obtuvieron resultados donde mostraron que las vacas producían mayores volúmenes de leche si tenían un ternero en comparación con una ternera. Encontraron una producción de leche significativamente mayor de 0.28% en el primer período de lactancia para las vacas que dan a luz a un ternero. Esta diferencia fue aún mayor cuando las vacas parieron a otro ternero, por lo que tener dos terneros dio lugar a una diferencia de 0.52% en la producción de leche.

Aunque en el presente estudio no hubo significancia estadística para las combinaciones donde nacieron machos en la primera lactancia (MMM, MMH, MHM, MHH) con el desempeño productivo, si se evidencia una mayor producción láctea, siendo más evidente la producción acumulada a los 305 días teniendo como promedio (7090.60 kg) comparado a los grupos donde en la primera lactancia se produjeron crías hembra (6809.135 kg) teniendo así un comportamiento similar con lo reportado por Graesboll.

## 5. CONCLUSIONES

Al comparar lactancias individuales no se encontró influencia alguna del sexo fetal de las crías en el desempeño productivo de los animales estudiados, tanto para las vacas primíparas como multíparas.

Al evaluar combinaciones de animales que en sus tres lactancias parieron crías hembra, hembra y macho (HHM), se encontró que los parámetros productivos si se vieron influenciados por el sexo de la cría gestada pero de manera negativa ya que sus rendimientos productivos descendieron.

Todos los parámetros productivos se vieron influenciados por el número de lactancias, es decir, que las vacas multíparas tienen un desempeño productivo mayor que las primerizas.

Las vacas multíparas lograron llegar al pico de lactancia en un periodo de tiempo más corto, sin embargo, no lograron mantener una producción similar al final de la lactancia, teniendo menor persistencia que las vacas primíparas.

A pesar que en otros países se ha evidenciado un incremento en la producción de leche ocasionado por el sexo de la cría, a partir de esta experiencia en la Hacienda El Milagro no puede asegurarse que este factor tenga un efecto positivo.

## 6. RECOMENDACIONES

Promover la importancia de llevar registros productivos y reproductivos de manera ordenada y detallada ya que éstos son una herramienta fundamental para que el ganadero pueda evaluar la eficiencia reproductiva de sus animales, identificando los factores que afectan la producción, para determinar sus efectos y así desarrollar estrategias de mejora para una mayor rentabilidad de su unidad productiva.

Con base en esta experiencia, la ganadería en estudio debe considerar que sus producciones no se verán influenciadas de manera positiva ni negativa por los nacimientos de machos, pero estos al tener mejores pesos al destete en comparación con las hembras siempre representarán un valor agregado en la rentabilidad de la empresa.

Se recomienda a la ganadería en estudio que cuando se opte por utilizar semen sexado en lugar de semen convencional, que su principal propósito sea incrementar de manera considerable la proporción en el nacimiento de hembras para reemplazo y no favorecer la producción de leche esperada.

En caso de utilizar semen sexado, que este sea principalmente para novillas de primer parto ya que por ser animales que aún se encuentran en crecimiento se favorece una labor de parto con menor riesgo de distocia debido al menor tamaño de la cría, evitando así los efectos adversos en los ciclos de producción y reproducción.

Tomar en cuenta que en la producción láctea se ve afectada por diversos factores, de los cuales en el presente estudio se midieron únicamente dos, por lo que se hace necesario realizar más investigaciones donde se mida el conjunto de factores (condición corporal al parto, mastitis, época de parición, peso de la vaca, entre otros) que más están relacionados entre sí y que afectan en mayor medida la producción.

Realizar más estudios relacionados al efecto del sexo fetal en la producción láctea en diferentes razas de animales y ganaderías del país, para determinar si el efecto obtenido en el presente estudio se mantiene o cambia según las condiciones del lugar.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ABS Argentina. 2007. El sexado del semen bovino. Buenos Aires. Producir LXIX. 15(184):43-44.

Accelerated Genetics. 2017. Holstein. United States of America. 39 p.

Almeida Castro, AP. 2012. Producción bovinos de leche (en línea) Tandil, Argentina. Consultado 16 set. 2017. Disponible en <http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/IntroduccionProduccionAgropecuaria/images/Documentos/2012/Produccion%20Bovinos%20de%20Leche%20Resumen.pdf>

Arias, RA; Mader, TL; Escobar, PC. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche (en línea). Valdivia, Chile. Scielo Medicina Veterinaria 40(1). Consultado 20 ago. 2017. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2008000100002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002)

Audí Parera, L. s.f. Fisiología de la diferenciación sexual (en línea). España. Consultado 20 set. 2017. Disponible en <http://www.seep.es/privado/documentos/publicaciones/2001EIHLYE&E/Cap01.pdf>

Ávila Téllez, S; Romero, L. 2001. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria (en línea). México. Consultado 2 set. 2017. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/110-anatomia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/110-anatomia.pdf)

Badiella Busquets, L; Espinal Berenguer, A; Valls Marsal, J. 2003. Practicas estadísticas y programación en SAS®. Barcelona. Servei d'Estadística.

Báez, GS; Grajales, HL. 2009. Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. Bogotá, Colombia. Revista MVZ Córdoba 14(3).

Bartolomé, JA. 2009. Endocrinología y fisiología de la gestación y el parto en el bovino (en línea). Buenos Aires, Argentina. Taurus 11(42):20-28. Consultado 2 set. 2017.

Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_parto/05-parto\\_fisio.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_parto/05-parto_fisio.pdf).

Barreto Arciniegas, CD; Pardo Barón, DA. 2016. Estudio retrospectivo de la influencia del sexo del feto en el volumen de producción de vacas lecheras de la raza Holstein en el municipio de San Pedro De Los Milagros, Antioquia, Colombia (en línea). 62p. Consultado 15 oct. 2017. Disponible en [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18212/14081113\\_2015.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18212/14081113_2015.pdf?sequence=1)

Bavera, GA. 2005. Lactancia y destete definitivo (en línea). Cursos de producción bovina de carne. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/34-lactancia\\_y\\_destete\\_definitivo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/34-lactancia_y_destete_definitivo.pdf).

Beavers, L; Van Doormaal, B. 2014. Is Sex-Biased Milk Production a Real Thing? (en línea). Canada, Canadian Dairy Network. Consultado 20 set. 2017. Disponible en <http://www.cdn.ca/document.php?id=348>

Bence, AR; Cantón, GJ; Tapia, O. 2016. "Consumo de festuca (*Lolium arundinaceum* Schreb.) infestada con *Epichloë coenophiala* asexual en la segunda mitad de la gestación de bovinos para carne y su efecto en el desarrollo placentario y fetal" (en línea). Tandil, Argentina. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1193/Bernoldi%2C%20Bruno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Boschini, C; Sánchez, J. 1980. Comportamiento de la producción de leche en un hato de vacas Guernsey. Costa Rica. Revista Agronómica Costarricense 4(1): 47-53.

Bretschneider, G; Salado, E; Cuatrín, A; Arias, D. 2015. Lactancia: Pico y Persistencia ¿Por qué cuidarlos? (en línea). INTA. Santa Fe. Argentina. Consultado 10 set. 2017 Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_lactancia\\_pico\\_y\\_persistencia\\_febrero\\_2015.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_lactancia_pico_y_persistencia_febrero_2015.pdf)

- Caballa León, RR. 2012. Producción de ganado vacuno lechero (en línea). Perú. Consultado 20 ago. 2017. Disponible en <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/05/018-e-ganado.pdf>
- Callejo Ramos, A. s.f. Breve introducción a la anatomía de la ubre y a la fisiología del ordeño (en línea). Madrid, España. OpenCourseWare. Consultado 10 set. 2017. Disponible en [http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/Tema\\_1.\\_Anatomia\\_y\\_Fisiologia/breve-introduccion-a-la-anatomia-de-la-ubre-y-a-la-fisiologia-del-ordeno](http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/Tema_1._Anatomia_y_Fisiologia/breve-introduccion-a-la-anatomia-de-la-ubre-y-a-la-fisiologia-del-ordeno)
- Cañas, JJ; Restrepo, LF; Ochoa, J; Echeverri, A; 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.
- Capitaine Funes, A. 2008. Semen sexado, una técnica que llevo para quedarse. Buenos Aires, Argentina. *Producir XXI* 16(197):54-57.
- Caravaca Rodríguez, FP; Castle Genis, JM; Guzmán Guerrero, JL; Delgado Pertiñez, M; Mena Guerrero, Y; Alcalde Aldea, MJ; González Redondo, P. 2003. Bases de la Producción Animal (en línea). Sevilla, España. 1 ed. 512 p. Consultado 5 de ene. 2019. Disponible en [https://books.google.com/sv/books?id=YQxTe3v1GqkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/sv/books?id=YQxTe3v1GqkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Carvajal Hernández, M; Valencia Heredia, ER; Segura Correa, JC. 2000. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Revista Biomed.* 13(1):25-31.
- Castillo Umaña, MA; Alpizar Naranjo, A; Padilla Fallas, J; Keim San Martin, JP. 2017. Efecto de la edad a primer servicio, número y época de parto sobre el comportamiento de la curva de lactancia en vacas jersey (en línea). Consultado 15 feb. 2018. Disponible en DOI: <https://doi.org/10.15517/nat.v11i2.31306>
- Castro Ramírez, A. 2002. Ganadería de leche enfoque empresarial. San José, Costa Rica; EUNED. 1 ed. 289 p. ISBN 9968-31-244-4

Cavestany, D; Galina, C. 2006. Reproducción de animales domésticos: bovinos productores de leche. Galina, C; Valencia, J. (comps.) 2 ed. LIMUSA. 353-368p.

Contexto ganadero, 2018. Cómo analizar una curva de lactancia en vacas lecheras (en línea). Colombia. Diario digital. Consultado 13 feb. 2019. Disponible en <https://www.contextoganadero.com/blog/como-analizar-una-curva-de-lactancia-en-vacas-lecheras>

Corea Guillén, EE; Alvarado Panameño, JF; Leyton Barrientos, LV. 2008. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. El Salvador. Agronomía Mesoamericana 19(2): 251-259. ISSN: 1021-7444.

Davis, RF. 1973. La vaca lechera, su cuidado y explotación. 1 ed. México. Editorial Limusa. 344 p.

Duica, AA; Tovío, NL; Grajales, HL. 2007. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de trasplante de embriones bovinos. Bogotá, Colombia. Revista de Medicina Veterinaria 14:107-124.

Estrada López, L; Olivera Ángel, M. 1998? Biotecnología en reproducción animal: perspectivas en América Latina. Ruiz, ME; Rivera, B; Ruiz, A. (eds.) Bogotá, Colombia. IICA p. 263-300.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2017. Ganado Vacuno (en línea). Consultado 20 set. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/productiondairy-animals/productiondairy-animalscattle/es/>

Freitas, AP; da Gama, MPM; dos Santos, GFF; Mendonça, GG; Pereira, MA; Vercesi Filho, AE; de Paz, CCP; Zadra, LEF. 2016. Influência do sexo do bezerro no desempenho produtivo de vacas leiteiras (en línea). Londrina, Brasil. 37(4):2549-2556. Consultado 13 abr. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/4457/445746893025.pdf>

- Gallegos Sánchez, J. 2007. Manejo reproductivo en las explotaciones lecheras (en línea). SAGARPA, México. Consultado 10 set. 2017. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Manejo%20productivo%20en%20las%20explotaciones%20lecheras.pdf>
- Gasque, R. 2008. Reproducción Bovina. México. 1 ed. p. 391-413. Consultado 25 ene. 2019.
- Glauber, CE. 2007. Fisiología de la lactación en la vaca lechera. Buenos Aires, Argentina. *Revista Veterinaria Argentina*, 24(234): 274-281.
- González K. 2018. La ubre o glándula mamaria de la vaca. Argentina. *Revista Veterinaria Argentina*.
- Graeboll, K; Kirkeby, C; Nielsen, SS; Engbo LC. 2015. Danish Holsteins Favor Bull Offspring: Biased Milk Production as a Function of Fetal Sex, and Calving Difficulty (en línea). Denmark. Consultado 25 mar. 2019 Disponible en <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0124051>
- Grigera, J; Bargo, F. 2005. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras (en línea). Argentina. *Revista Veterinaria Argentina*. Consultado 13 abr. 2019 Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_condicion\\_corporal/09-cc\\_lecheras.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/09-cc_lecheras.pdf)
- Hinde K; Carpenter AJ; Clay JS; Bradford BJ, 2014. Holsteins Favor Heifers, Not Bulls: Biased Milk Production Programmed during Pregnancy as a Function of Fetal Sex (en línea). Estados Unidos de América. *PLOS ONE* 9(2): e86169. Consultado 15 ago. 2017. Disponible en [doi:10.1371/journal.pone.0086169](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086169)
- Hess, MK; Hess, AS; Garrik, DJ. 2016. The effect of calf gender on milk production in seasonal calving cows and its impact on genetic evaluations (en línea). New Zealand. Cameron, EZ (ed.). Consultado 5 ene. 2019. Disponible en <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0151236>



- Lee, JY; Kim, IH. 2006. Advancing parity is associated with high milk production at the cost of body condition and increased periparturient disorders in dairy herds. Korea. Consultado 5 ene. 2019. Disponible en DOI:10.4142/jvs.2006.7.2.161
- Lemus Ramírez, V; Guevara Escobar, A; García Muñiz, JG. 2008. Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein-Fresian en pastoreo. México. Revista Agrociencia 42(7).
- Lozano Domínguez, RR; Aréchiga Flores, CF. 2016. Efecto de la duración del periodo seco sobre la productividad y la reproducción en vacas Holstein (en línea). México. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/efecto-duracion-periodo-seco-kbqb.41006.htm>
- Márquez, YC; Gutiérrez, C. 2006?. Reproducción de animales domésticos: desarrollo embrionario y diferenciación sexual. Galina, C; Valencia, J. (comps.) 2 ed. LIMUSA. 11-25p.
- Meikle, A; Kulcsar, M; Chilliard, Y; Febel, H; Delavaud, C; Cavestany, D; Chilbroste, P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow (en línea). Paysandú, Uruguay. Consultado 15 ene. 2019 Disponible en <https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/127/6/1270727.xml>
- Mejía Lastra, AJ. 2017. Peso al nacer y al destete de terneros y terneras holstein y jersey bajo estrés calórico en Mexicali, Baja California, México (en línea). Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/69319/tesis%20peso%20al%20nacer%20y%20al%20destete%20de%20terneros%20y%20terneras%20holstein%20.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Melgar Ramos, EM. 2012. Lactoinducción en bovinos de leche (en línea). Torreón, Coahuila. México. 39p. Consultado 10 set. 2017. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/chume.xmlui/bitstream/handle/123456789/3298/ELI0%20MAURICIO%20MELGAR%20RAMOS.pdf?sequence=1>

- Morales Gavarrete, D; Pérez Delgado, BA; Botero Botero, R. 2009. Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical (en línea). Costa Rica. Universidad Earth. Consultado 12 may. 2019 Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/parametros-productivos-reproductivos-2009-t27793.htm>
- Morales, T; Mendoza, A; Pla, M; Ferreira, L; Fariña, S. 2016 ¿las vacas de primer parto tienen anestro más largo? (en línea). INIA. 46. Consultado: 12 sep. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6129/1/Revista-INIA-Uruguay-n.-46.-p.-6-8.-2016.pdf>
- Neave, HW; Lomb J; von Keyserlingk, MAG; Behnam-Shabahang A; Weary, DM. 2017. Parity differences in the behavior of transition dairy cows. Canada. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10987>
- Nielsen, BL; Lawrence, AB; Whittemore CT. 1996. Feeding behaviour of growing pigs using single or multi-space feeders. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 47 (1996), pp. 235-246
- Olivera, M; Ferrugem Moraes, JC. 2006?. Reproducción de animales domésticos: Gestación. Galina, C; Valencia, J. (comps.) 2 ed. LIMUSA. 165-174p.
- Osorio Arce, MM; Segura Correa, JC. 2005. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Técnica Pecuaria*, 43(1):127-137.
- Perea Ganchou, F; Palomares Naveda, R; De Ondiz, A; Hernández Fonseca, H; Díaz, D; González, R; Portillo, G; Soto Bellozo, E. 2008. Factores que afectan la respuesta reproductiva de vacas mestizas en anestro tratadas con un progestágeno intravaginal o con destete temporal por 120 horas. Trujillo, Venezuela. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal* 17(1):43-54.
- Pereira, I; Laborde, D; Carriquiry, M; López Villalobos, N; Meikle, A. 2010. Productive and reproductive performance of Uruguayan Holstein and Uruguayan Holstein x New Zealand Holstein Fresian cows in a predominantly pasture-based System (en línea).

- Uruguay. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 70:306-310. Consultado 15 de ene. 2019 Disponible en <http://www.spluy.com/documentos/articulos/biotipo/5.pdf>
- Pérez Gavilán Escalante, J; Pérez Gavilán Escalante, JP, 1995. Bioquímica y microbiología de la leche. México. Editorial LIMUSA. 202 p.
- Pérez Hernández, P; Sánchez del Real, C; Gallegos Sánchez, J. 2001. Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. México. Producción y Sanidad Animal 16(2). 15p.
- Pérez, LP; Anrique, RG; González, HV. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la décima región de Los Lagos, Chile (en línea). Agricultura Técnica, 67(1):39-48. Consultado 17 de abr. 2019 Disponible en [http://www.chileanjar.cl/files/V6711A05\\_es.pdf](http://www.chileanjar.cl/files/V6711A05_es.pdf)
- Piccardi, MB. 2014. Indicadores de eficiencia productiva y reproductiva en rodeos lecheros (en línea). Córdoba, Argentina. Tesis. 62 p. Consultado 09 ago. 2017. Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1517/Piccardi%20%20Indicadores%20OTESIS,%20M.%20Piccardi.pdf?sequence=2>
- Piedra Flores, J; Tapia Acosta, EA; López Salvo, NL. 2012. Determinación del comportamiento de la curva de lactancia y producción lechera de ganado Holstein y Brown Swiss en el valle de Cajamarca – Perú (en línea). Perú. Infolactea. Consultado 15 abr. 2019. Disponible en [http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/03/Determinacion\\_curva\\_tapia.pdf](http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/03/Determinacion_curva_tapia.pdf)
- Saavedra, MJ. 2014. Sector lácteo busca reconvertirse (en línea). El Economista. El Salvador. Consultado 18 nov. 2017 Disponible en <http://www.eleconomista.net/2014/08/18/es-sector-lacteo-busca-reconvertirse>
- Schutz, MM; Hansen, IB; Steuernagel, GR. 1990. Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle (en línea). Journal of Dairy Science, 73:84-493. Consultado 9 abr.

2019. Disponible en [https://www.journalofdairyscience.org/article/SOYOM0022-0302\(90\)78696-1/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/SOYOM0022-0302(90)78696-1/pdf)

Spross Suarez, AK. 2004. Alimentación Animal: Alimentación. Universidad Nacional Autónoma de México Zavala Rayas (ed.) 1 ed. ISBN 968-36-7981-1 160 p.

Tarazona Loaiza, G; Vargas Cifuentes, HF. 1992. Lactoinducción hormonal en novillas y vacas infértiles en el piedemonte llanero (en línea). Villavicencio, Colombia. ZOE Tecno-Campo. Consultado 1 set. 2017. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/lactoinduccion/lactoinduccion3.htm>

Urroz, C. 1991. Elementos de Anatomía y Fisiología Animal. Costa Rica. Editorial EUNED. 268 p.

Vaccaro, R; D'enjoy G; Sabaté C. 1999. Curvas de lactancia de vacas Carora y cruzadas Holstein Friesian x Brahman. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias 40(1):37-44.

Velázquez Martínez, M; Hernández Salgado JR. 2008. Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de vaquillas Holstein friesian importadas a la Comarca Lagunera (en línea). México. Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas, 7(1):91-105 Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oalymll?id=455545066012>

Vélez de Villa Vargas, EE. 2013. Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo (en línea). San Marcos, Perú. Consultado 09 ago. 2017. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/225-Articulo\\_velez.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/225-Articulo_velez.pdf)

Wattiaux, MA. 1996. Guía técnica lechera, reproducción y selección genética. Estados Unidos. Instituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional de Agricultura.

## 8. ANEXOS

Cuadro A- 1: Datos productivos de primera lactancia con cría macho.

R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P	R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P
1	32	18.88	20.95	110	556	5758	93.68	45	731	14.52	21.60	86	285	4430	83.36
2	38	26.71	34.10	56	563	8147	95.28	46	735	18.16	27.05	61	289	5539	89.76
3	43	21.99	24.55	301	356	6708	96.33	47	739	18.96	24.80	51	365	5783	93.59
4	49	23.06	28.40	51	301	7033	91.99	48	770	18.57	23.85	112	275	5664	96.16
5	55	21.12	24.55	142	313	6441	96.40	49	772	12.74	17.50	113	299	3887	94.49
6	72	15.62	22.70	81	275	4765	91.16	50	776	21.90	24.30	142	566	6679	92.23
7	81	20.18	26.85	87	261	6154	95.91	51	831	25.31	30.20	57	335	7719	97.56
8	281	20.08	23.65	86	585	6123	94.64	52	832	22.90	27.75	47	438	6986	99.04
9	316	23.51	30.00	24	756	7171	96.06	53	833	25.05	27.75	120	363	7639	97.19
10	320	21.78	26.60	79	500	6643	93.38	54	846	23.13	26.85	61	360	7054	97.84
11	323	18.87	24.55	52	488	5754	92.54	55	848	21.95	28.20	80	297	6696	97.44
12	324	22.29	25.20	332	728	6797	93.85	56	854	24.43	27.50	153	559	7451	91.66
13	327	26.03	30.45	84	347	7939	95.43	57	862	24.07	26.40	56	335	7340	94.69
14	329	19.51	30.20	25	579	5951	92.52	58	864	22.10	25.90	115	430	6741	91.88
15	348	24.73	27.95	176	354	7543	94.43	59	914	26.17	28.40	53	399	7981	97.06
16	371	20.37	23.65	25	288	6212	98.00	60	915	19.50	23.40	114	298	5948	95.78
17	373	21.95	26.15	212	474	6696	92.01	61	922	16.87	20.70	172	380	5145	94.50
18	391	20.06	22.95	169	362	6118	92.78	62	925	25.28	27.95	120	456	7709	95.57
19	393	20.98	26.60	109	576	6399	93.10	63	928	21.41	24.55	23	308	6529	96.07
20	427	23.04	27.50	114	305	7026	93.90	64	934	17.81	21.15	79	394	5432	93.53
21	431	19.40	21.60	295	361	5918	80.83	65	946	20.11	22.70	61	432	6134	93.62
22	436	20.12	24.10	47	402	6138	96.24	66	949	26.46	29.55	58	606	8071	92.37
23	447	19.59	21.85	211	379	5975	93.92	67	975	16.90	22.05	50	264	5156	96.26
24	452	23.53	26.60	259	625	7176	87.29	68	1012	20.75	26.85	92	437	6329	89.59
25	455	24.29	29.55	47	331	7407	96.33	69	1052	21.97	27.95	78	280	6702	95.28
26	456	22.56	26.35	55	380	6882	96.15	70	1105	22.76	28.20	56	303	6943	92.08
27	462	20.70	23.85	117	321	6313	92.36	71	1127	25.58	28.65	85	468	7801	92.02
28	511	21.67	27.30	84	267	6609	95.88	72	1129	19.67	25.00	88	275	5998	93.55
29	519	27.91	30.45	86	422	8513	87.86	73	1149	24.55	29.80	84	390	7487	93.25
30	521	19.27	26.35	147	314	5876	88.65	74	1212	21.50	27.05	17	408	6557	91.84
31	536	21.14	27.25	149	397	6449	89.05	75	1215	20.78	25.00	233	328	6337	92.85
32	542	24.66	28.20	87	310	7520	93.16	76	1259	21.07	29.55	54	285	6426	94.85
33	544	19.17	26.55	80	441	5846	87.09	77	2797	31.66	35.70	87	377	9656	97.11
34	552	16.56	22.30	47	474	5051	91.22	78	2827	29.89	33.45	124	309	9117	97.14
35	557	17.90	25.00	47	296	5458	92.95	79	2874	24.95	29.10	109	312	7610	96.81
36	562	14.74	18.20	95	410	4496	94.52	80	2987	27.02	31.15	58	303	8242	96.74
37	622	14.57	22.25	53	334	4443	88.59	81	3040	24.81	28.60	64	311	7567	95.67
38	624	20.52	24.30	143	407	6259	95.52	82	3068	24.92	28.85	91	609	7600	94.17
39	625	17.25	21.80	151	394	5262	91.45	83	3076	20.63	27.50	83	263	6292	96.34
40	650	18.82	24.55	109	341	5740	89.95	84	3084	26.54	30.00	56	574	8095	93.89
41	656	18.73	23.85	169	291	5712	90.65	85	3112	22.97	27.95	85	404	7005	91.67
42	661	19.05	25.50	107	274	5809	94.90	86	3114	22.67	25.70	54	347	6913	96.24
43	711	21.75	28.20	109	307	6634	93.31	87	3116	21.05	24.10	81	379	6420	95.14
44	717	18.30	25.90	46	513	5580	95.50	88	3118	27.60	29.10	48	423	8417	96.38

Cuadro A- 2: Datos productivos de primera lactancia con cría hembra.

R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P	R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P
1	51	19.62	23.85	59	281	5985	98.51	52	740	18.83	21.85	58	352	5744	93.69
2	52	19.57	24.55	54	297	5968	94.69	53	744	19.72	22.50	202	338	6014	94.24
3	57	23.50	27.95	117	447	7169	89.74	54	751	20.90	23.90	60	317	6374	94.48
4	63	16.22	18.65	157	507	4948	93.70	55	762	21.05	27.05	153	288	6419	89.17
5	78	20.19	31.35	59	263	6158	89.39	56	768	17.66	22.05	112	283	5387	95.24
6	89	10.66	15.70	111	281	3250	96.32	57	791	16.63	20.90	141	323	5072	94.35
7	91	25.42	27.50	207	458	7753	91.35	58	792	19.22	20.45	124	412	5863	89.39
8	284	20.50	26.80	49	506	6252	96.25	59	815	17.37	21.80	18	263	5297	97.78
9	312	16.82	19.10	205	373	5129	89.54	60	816	23.28	26.60	30	472	7101	95.01
10	317	21.64	28.15	55	283	6601	95.34	61	853	22.77	26.60	123	345	6945	96.17
11	332	26.98	30.90	54	307	8229	96.51	62	856	21.77	25.95	121	343	6641	97.49
12	345	22.34	27.95	57	396	6814	96.78	63	865	21.65	26.15	61	293	6602	96.81
13	349	20.99	28.40	63	264	6402	94.09	64	867	23.21	26.80	114	449	7078	92.50
14	354	19.26	22.95	86	323	5875	95.17	65	910	16.47	19.10	306	442	5023	90.13
15	363	16.42	18.15	299	401	5007	91.92	66	923	23.25	28.65	56	276	7092	98.12
16	370	19.46	22.05	85	368	5934	97.53	67	936	21.65	23.20	118	402	6602	96.65
17	384	21.84	26.35	202	406	6660	92.42	68	942	19.15	23.00	84	286	5841	98.24
18	386	23.11	27.05	151	385	7048	94.89	69	963	18.22	21.15	153	309	5557	93.53
19	429	20.66	27.50	115	268	6302	92.27	70	966	19.03	22.75	85	278	5804	94.98
20	443	16.11	28.40	59	516	4913	94.49	71	1026	25.52	30.65	85	295	7783	95.13
21	458	21.74	25.00	27	307	6631	95.17	72	1047	28.74	34.55	58	287	8767	95.57
22	468	20.47	30.25	60	256	6243	93.40	73	1103	21.10	25.90	60	534	6436	93.54
23	469	21.98	25.90	31	747	6703	96.44	74	1106	25.91	34.10	62	280	7904	94.40
24	470	16.21	20.90	25	324	4945	96.12	75	1123	25.38	31.55	57	364	7740	96.96
25	510	21.58	27.75	83	495	6582	91.10	76	1132	25.37	28.90	53	469	7737	93.22
26	516	24.47	30.00	208	360	7463	88.83	77	1145	24.85	30.50	48	492	7579	93.49
27	520	20.67	25.45	83	449	6305	89.63	78	1170	24.46	30.20	50	386	7459	93.29
28	523	20.40	24.35	84	389	6223	93.19	79	1214	20.59	26.85	83	269	6281	94.70
29	526	14.63	20.65	80	295	4462	87.69	80	1221	22.11	26.60	54	302	6745	96.05
30	533	20.65	25.70	201	449	6299	85.50	81	1233	23.34	26.80	53	483	7119	95.23
31	534	17.96	23.20	52	451	5479	92.90	82	1235	21.83	26.60	63	280	6657	94.18
32	537	24.29	29.55	154	430	7409	90.61	83	1236	23.11	31.80	53	285	7048	93.73
33	541	20.23	25.50	55	319	6171	89.05	84	1238	21.47	26.60	91	275	6548	96.84
34	559	16.21	20.95	55	293	4945	90.71	85	1240	21.94	31.55	54	270	6693	94.26
35	560	16.82	22.95	87	443	5131	93.87	86	1254	24.71	29.05	81	418	7537	96.79
36	563	19.01	27.30	82	352	5799	87.91	87	1257	21.74	26.40	30	294	6632	95.64
37	574	13.91	22.05	59	291	4242	84.56	88	1263	19.01	23.20	123	306	5797	88.63
38	575	16.21	21.35	51	608	4944	95.20	89	1276	24.38	30.25	51	370	7435	94.49
39	613	12.50	18.40	86	257	3811	91.47	90	1291	17.64	22.05	48	399	5381	90.54
40	616	10.83	15.25	90	340	3304	90.18	91	1311	23.06	27.00	87	347	7032	97.19
41	617	14.19	19.80	148	375	4329	93.89	92	1315	21.01	27.25	54	298	6409	92.75
42	618	17.52	20.90	174	327	5345	88.10	93	2704	28.51	34.80	85	315	8697	93.12
43	620	17.84	22.70	58	367	5441	90.10	94	2809	24.70	26.85	119	366	7532	96.34
44	629	9.56	12.70	81	278	2917	94.61	95	2864	19.32	23.85	80	357	5892	89.15
45	648	17.20	23.85	148	528	5246	96.33	96	2939	23.46	29.75	50	310	7154	95.86
46	657	21.59	26.15	175	311	6584	92.06	97	2970	25.88	37.50	61	261	7892	93.53
47	662	23.54	30.95	115	319	7180	93.32	98	2976	26.38	30.25	86	331	8045	92.39
48	665	16.89	20.00	83	321	5150	95.83	99	2992	29.98	36.10	151	444	9145	93.13
49	667	19.62	21.60	178	331	5985	90.89	100	3006	21.67	25.20	266	383	6608	99.27
50	724	21.40	26.60	82	447	6527	91.35	101	3014	24.67	35.00	54	269	7525	94.57
51	726	13.15	18.85	44	263	4012	92.75	102	3110	23.10	30.20	61	291	7045	94.20

Cuadro A- 3: Datos productivos de segunda lactancia con cría macho.

R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P	R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P
1	32	23.77	30.45	52	464	7249	88.68	54	739	24.99	28.85	173	543	7621	92.09
2	38	30.40	37.95	57	314	9271	94.70	55	740	26.10	31.85	25	482	7959	93.64
3	51	16.50	23.40	54	374	5034	91.28	56	762	25.79	30.65	170	423	7866	89.56
4	57	19.67	24.75	97	371	5998	85.85	57	768	22.71	27.05	139	478	6928	91.91
5	63	22.65	25.70	140	362	6909	95.15	58	770	25.05	32.70	80	460	7640	94.20
6	78	21.97	31.10	55	292	6701	90.53	59	772	22.64	27.05	117	359	6905	91.59
7	81	21.90	31.35	55	267	6680	85.64	60	776	30.18	36.35	170	434	9204	89.61
8	89	18.37	22.70	108	284	5604	95.65	61	791	20.80	24.35	91	399	6344	92.28
9	284	26.70	33.40	113	462	8142	88.49	62	831	28.02	33.20	55	359	8545	93.39
10	312	23.93	32.50	78	277	7299	93.02	63	833	29.45	34.75	60	360	8982	94.89
11	320	22.44	30.20	50	354	6843	93.13	64	846	27.09	34.55	80	344	8261	94.10
12	323	24.66	34.55	47	566	7522	91.71	65	848	23.75	31.85	85	436	7244	88.57
13	324	24.47	31.10	50	736	7464	93.81	66	854	24.67	33.85	58	376	7525	86.39
14	327	30.29	36.15	31	351	9238	95.66	67	864	27.59	38.20	57	330	8416	93.24
15	329	25.89	37.50	21	412	7897	87.92	68	910	26.99	38.40	62	407	8233	88.11
16	348	28.33	37.95	59	311	8642	93.47	69	915	27.03	35.70	77	413	8245	92.48
17	349	22.39	32.30	54	279	6830	93.20	70	923	26.20	40.25	25	480	7992	90.36
18	354	19.32	30.20	31	427	5894	95.03	71	928	23.64	29.35	50	308	7211	92.90
19	370	22.46	32.30	76	269	6851	93.28	72	936	28.94	34.80	48	735	8826	95.48
20	371	17.73	22.05	83	417	5407	91.74	73	942	24.29	29.30	24	482	7409	92.39
21	373	23.87	30.45	86	425	7280	90.02	74	946	27.05	33.60	54	438	8250	89.55
22	391	25.40	31.35	114	510	7746	88.73	75	949	30.23	37.50	89	425	9220	84.77
23	393	20.84	26.60	59	473	6355	94.05	76	975	9.84	17.25	53	231	3001	93.63
24	427	20.64	30.95	74	290	6295	88.01	77	1012	25.59	32.25	82	312	7805	92.68
25	436	23.26	31.35	30	563	7094	91.65	78	1026	27.30	31.35	124	979	8325	95.01
26	443	19.86	26.60	47	520	6058	92.38	79	1047	20.73	30.70	30	337	6322	89.07
27	452	21.74	32.25	89	287	6630	86.65	80	1052	24.36	29.80	57	348	7430	90.97
28	469	22.98	31.15	119	494	7008	90.38	81	1103	25.05	30.00	52	343	7641	94.01
29	510	21.08	24.75	239	619	6430	91.09	82	1123	29.82	36.80	55	332	9094	95.56
30	519	31.48	35.45	120	651	9602	89.73	83	1127	27.50	35.00	86	318	8388	92.57
31	521	18.62	24.80	61	428	5678	90.68	84	1129	22.12	28.85	56	320	6746	90.92
32	523	20.87	27.75	49	378	6365	91.36	85	1132	26.79	37.30	86	288	8172	87.64
33	526	17.10	20.70	51	401	5217	91.16	86	1145	27.68	38.15	53	500	8442	95.11
34	533	22.36	26.40	112	388	6821	90.13	87	1149	30.10	37.50	61	352	9182	92.10
35	534	21.34	27.70	63	400	6509	89.61	88	1170	26.63	32.05	56	485	8122	94.93
36	537	24.21	32.05	58	334	7383	85.77	89	1212	22.67	28.65	25	349	6914	92.21
37	552	22.23	27.05	60	349	6780	94.55	90	1214	25.20	32.75	52	465	7685	91.17
38	559	18.86	24.30	111	533	5751	94.46	91	1215	25.13	29.80	117	436	7665	91.28
39	560	19.89	30.00	50	289	6066	87.83	92	1233	27.80	37.25	62	294	8479	92.63
40	562	18.88	26.80	93	368	5758	85.63	93	1236	25.99	33.20	54	286	7928	95.07
41	575	23.79	26.55	116	389	7255	92.42	94	1238	20.73	28.20	78	294	6324	89.68
42	613	11.14	18.15	84	240	3398	86.47	95	1257	22.72	28.65	61	338	6931	96.51
43	616	14.65	17.70	175	397	4467	93.86	96	1311	23.19	29.50	78	294	7073	92.93
44	617	19.93	29.35	51	339	6079	87.88	97	2809	13.85	18.85	158	283	4224	87.88
45	618	15.04	18.40	92	424	4586	94.94	98	2864	19.91	24.55	52	373	6073	90.91
46	620	21.22	26.15	88	432	6471	91.28	99	2874	25.94	33.40	67	418	7912	91.53
47	622	20.34	26.80	85	465	6205	91.76	100	2970	30.48	37.75	83	311	9296	94.39
48	625	20.66	25.95	60	308	6301	94.22	101	2992	29.23	38.20	60	509	8916	90.55
49	656	11.08	21.85	61	212	3380	79.33	102	3006	22.80	29.55	54	292	6955	96.55
50	657	25.26	31.80	124	396	7705	88.31	103	3014	27.36	33.40	49	356	8346	87.65
51	665	15.60	20.95	86	308	4757	86.70	104	3040	27.96	31.60	63	570	8529	93.20
52	667	19.91	24.30	61	294	6074	95.69	105	3110	21.14	29.55	143	630	6447	91.08
53	735	23.78	34.10	80	389	7254	80.42								

Cuadro A- 4: Datos productivos de segunda lactancia con cría hembra.

R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P	R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P
1	43	29.62	33.00	246	347	9034	88.76	44	731	18.43	23.90	27	330	5620	95.92
2	49	23.99	31.80	48	478	7316	91.06	45	744	19.19	29.10	56	261	5852	90.51
3	52	17.27	25.90	33	318	5268	86.29	46	751	23.27	29.10	170	285	7098	84.67
4	55	18.41	22.95	73	399	5614	91.07	47	792	23.48	34.75	51	382	7160	86.97
5	72	18.42	24.75	50	283	5619	94.57	48	815	20.05	28.85	58	262	6116	95.91
6	91	27.36	35.00	145	387	8344	84.64	49	816	28.41	33.20	78	321	8665	90.28
7	281	17.18	25.00	81	446	5241	92.63	50	832	29.10	32.25	80	374	8876	95.85
8	316	24.09	32.25	58	636	7347	92.32	51	853	25.77	31.15	51	506	7860	93.56
9	317	24.37	30.70	51	524	7432	95.51	52	856	28.45	38.20	50	357	8676	92.74
10	332	25.93	30.70	50	302	7908	95.00	53	862	31.64	40.25	56	529	9650	91.70
11	345	24.72	33.85	88	264	7539	94.40	54	865	8.36	17.25	57	213	2551	97.41
12	363	21.31	26.85	48	369	6499	92.73	55	867	6.76	10.50	153	228	2061	79.37
13	384	25.51	32.70	54	512	7780	90.76	56	914	27.63	33.20	83	418	8427	90.12
14	386	24.85	29.55	58	470	7579	90.20	57	922	24.92	34.30	48	331	7601	83.90
15	429	23.01	28.20	58	332	7017	91.94	58	925	29.72	38.20	46	351	9064	92.99
16	431	16.87	24.55	31	310	5146	87.89	59	934	24.77	29.30	82	387	7554	93.91
17	447	19.56	31.80	81	268	5967	83.87	60	963	20.76	26.80	52	373	6332	92.64
18	455	20.16	27.25	56	335	6148	91.14	61	966	17.78	23.90	51	283	5424	92.94
19	456	21.59	25.90	75	445	6584	96.84	62	1105	22.05	31.15	55	390	6724	88.73
20	458	20.90	29.10	60	355	6376	87.27	63	1106	26.54	35.25	22	429	8095	89.93
21	462	19.16	27.95	50	319	5845	91.42	64	1221	22.90	29.10	53	269	6984	95.91
22	468	17.31	30.90	22	281	5281	82.76	65	1235	20.36	29.80	59	274	6210	91.99
23	470	12.46	21.35	57	270	3800	80.41	66	1240	26.50	30.45	167	384	8081	88.58
24	511	19.10	25.45	92	316	5826	84.23	67	1254	26.45	32.95	54	483	8066	88.71
25	516	22.04	27.05	78	397	6723	89.65	68	1259	21.76	31.10	51	433	6636	87.53
26	520	26.50	31.35	50	535	8081	92.27	69	1263	23.69	30.90	33	338	7226	86.49
27	536	20.45	25.70	53	292	6238	94.32	70	1276	28.89	40.25	83	359	8812	83.10
28	541	23.76	31.55	86	331	7247	84.91	71	1291	20.08	28.85	52	283	6123	86.18
29	542	18.00	23.85	148	269	5490	95.33	72	1315	16.41	22.95	61	306	5005	88.29
30	544	22.51	32.25	52	327	6867	83.95	73	2704	22.95	34.05	62	264	7001	90.41
31	557	20.92	24.75	28	336	6381	89.57	74	2797	29.33	39.10	62	278	8945	94.53
32	563	17.96	23.40	63	264	5478	98.54	75	2827	30.53	37.50	54	287	9311	94.05
33	574	20.31	26.40	84	345	6195	85.86	76	2939	26.97	31.80	53	420	8225	91.96
34	624	24.18	30.90	55	647	7376	93.35	77	2976	24.45	32.05	79	371	7456	94.17
35	629	18.23	27.70	79	398	5561	90.48	78	2987	29.59	32.05	87	652	9026	94.48
36	648	20.24	29.05	48	423	6174	93.86	79	3068	27.70	34.10	58	384	8450	91.48
37	650	20.33	27.75	58	406	6200	93.28	80	3076	25.91	32.05	120	317	7902	91.42
38	661	14.98	18.85	32	274	4569	92.67	81	3084	23.98	32.50	54	465	7315	90.69
39	662	28.31	35.65	83	555	8636	92.97	82	3112	18.46	30.70	58	419	5631	91.17
40	711	21.68	28.20	74	268	6613	93.83	83	3114	22.42	30.70	81	340	6839	82.74
41	717	27.59	31.60	114	306	8416	93.07	84	3116	19.92	27.30	78	358	6075	87.85
42	724	25.53	31.35	144	387	7786	84.23	85	3118	21.99	31.60	48	323	6707	89.05
43	726	20.82	26.40	55	313	6349	93.10								



Cuadro A- 5: Datos productivos de tercera lactancia con cría macho.

R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P	R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P
1	49	24.83	33.00	51	296	7574	93.86	50	717	32.71	39.55	51	358	9978	86.42
2	51	21.73	28.20	80	299	6627	86.29	51	739	29.99	34.55	22	479	9146	93.25
3	52	20.81	28.65	63	300	6348	95.25	52	740	27.30	41.80	53	648	8325	95.00
4	57	21.66	34.55	60	287	6605	79.94	53	744	27.58	35.00	88	357	8413	91.03
5	63	23.80	28.40	115	308	7258	95.32	54	751	26.61	32.95	52	499	8116	90.96
6	72	25.37	32.30	59	591	7738	92.74	55	792	30.05	37.75	52	449	9165	87.78
7	91	22.71	35.90	28	381	6927	93.48	56	816	26.77	37.25	48	491	8164	93.28
8	281	18.64	22.95	48	398	5685	91.15	57	831	25.73	38.00	30	257	7849	93.91
9	284	14.84	18.65	57	391	4527	91.33	58	832	35.44	44.10	89	342	10808	95.08
10	320	19.66	28.40	55	329	5997	89.34	59	833	30.30	39.55	54	329	9242	93.06
11	327	25.09	35.95	84	421	7653	92.16	60	848	29.21	38.65	47	489	8910	91.10
12	329	20.19	26.15	25	558	6159	92.59	61	854	29.99	37.50	59	409	9146	89.54
13	332	24.19	36.35	60	360	7377	87.01	62	862	30.61	38.20	63	509	9336	93.98
14	345	22.82	32.25	56	284	6960	90.74	63	865	27.16	35.90	59	379	8285	96.44
15	348	20.32	30.45	46	553	6197	95.14	64	867	27.47	35.90	92	278	8378	88.75
16	349	24.64	30.00	49	512	7516	90.70	65	914	20.59	25.95	64	295	6280	93.51
17	354	19.24	22.70	60	460	5868	92.87	66	915	30.73	40.90	82	514	9373	92.98
18	370	16.49	23.40	33	368	5028	93.65	67	922	27.59	37.95	54	422	8416	88.16
19	371	19.58	26.60	100	541	5973	91.72	68	923	29.05	36.55	86	332	8860	90.02
20	373	22.22	31.15	58	304	6776	88.67	69	925	28.01	39.30	57	287	8543	90.92
21	391	26.39	32.25	90	343	8048	89.74	70	936	28.14	42.50	51	266	8584	93.26
22	429	21.16	25.95	120	311	6454	95.14	71	963	24.69	32.95	54	363	7530	86.17
23	431	21.20	26.85	136	423	6465	91.86	72	975	18.71	26.80	61	352	5708	88.71
24	443	27.89	32.25	56	466	8506	91.21	73	1047	29.19	40.90	52	464	8904	91.88
25	447	19.99	24.35	88	294	6098	96.15	74	1052	22.07	26.15	92	490	6730	90.93
26	452	15.02	22.05	139	282	4580	89.17	75	1106	23.07	38.65	34	616	7035	91.40
27	455	19.68	24.35	89	696	6002	96.02	76	1123	30.25	38.20	63	325	9225	93.51
28	456	25.45	31.15	50	379	7763	93.15	77	1129	21.92	25.70	79	465	6687	91.42
29	458	22.79	32.50	77	278	6951	91.81	78	1132	20.64	32.30	51	329	6295	87.80
30	462	19.59	27.25	85	416	5976	87.43	79	1145	25.84	36.85	55	469	7880	76.71
31	468	25.30	32.95	77	510	7715	89.65	80	1170	20.97	33.85	30	397	6397	86.78
32	469	25.56	33.40	81	604	7797	92.92	81	1214	17.35	22.95	48	418	5291	92.38
33	470	19.90	25.65	87	393	6068	89.33	82	1215	7.88	15.20	87	212	2403	82.36
34	516	29.45	38.45	55	394	8983	89.20	83	1235	20.98	30.20	32	400	6399	88.90
35	519	30.06	42.75	78	359	9169	85.68	84	1254	19.84	32.50	30	214	6051	96.10
36	526	17.41	20.45	151	350	5309	90.67	85	1259	27.04	36.40	51	326	8247	93.36
37	534	22.96	26.80	57	562	7004	96.75	86	1263	20.52	30.50	24	376	6260	93.62
38	544	26.84	34.75	49	378	8185	92.65	87	1276	23.37	33.15	50	312	7127	88.40
39	552	22.87	26.80	53	321	6974	97.11	88	1291	18.50	28.85	45	275	5644	84.81
40	559	26.22	31.80	142	364	7996	87.26	89	1311	23.99	33.60	27	272	7316	96.45
41	563	15.62	18.85	361	407	4763	75.86	90	1315	26.10	31.80	25	363	7962	90.93
42	575	29.94	37.75	56	493	9132	91.86	91	2704	28.71	38.40	64	308	8757	87.58
43	616	21.89	27.05	117	612	6675	93.63	92	2809	32.53	40.45	57	516	9921	91.63
44	617	25.75	32.30	149	465	7853	87.83	93	2827	29.23	38.40	51	386	8914	86.93
45	624	28.06	32.75	24	1201	8559	95.44	94	2864	20.77	26.15	58	426	6335	87.91
46	650	22.10	36.15	28	343	6739	89.94	95	2874	26.25	30.90	81	418	8007	91.51
47	657	25.94	36.15	91	316	7912	88.88	96	3040	23.65	32.25	33	293	7213	94.55
48	667	21.42	32.50	120	253	6534	84.32	97	3084	26.01	33.40	90	408	7934	88.24
49	711	19.90	32.95	49	413	6069	92.70								

Cuadro A- 6: Datos productivos de tercera lactancia con cría hembra.

R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P	R	VACA	PPVD	PAPL	DAP	DLV	PT	P
1	32	19.53	28.65	58	417	5957	90.03	48	762	30.92	36.60	84	388	9432	92.51
2	38	25.27	36.40	47	475	7706	90.33	49	768	30.13	36.80	56	336	9189	94.94
3	43	27.75	35.65	39	552	8465	93.81	50	770	29.33	38.40	60	519	8946	90.41
4	55	18.29	24.10	83	376	5579	93.35	51	772	27.76	36.15	77	285	8468	93.95
5	78	25.33	36.35	49	383	7727	91.34	52	776	32.31	41.80	60	536	9854	90.86
6	81	26.76	42.05	47	270	8163	89.87	53	791	28.09	38.20	87	290	8567	90.83
7	89	24.79	30.90	84	344	7560	90.67	54	815	14.47	30.25	57	228	4413	85.10
8	312	23.09	33.85	51	550	7042	92.52	55	846	30.05	36.40	50	394	9166	93.54
9	316	26.58	32.50	62	792	8106	95.93	56	853	27.48	40.70	81	860	8381	94.78
10	317	22.68	27.00	85	317	6916	94.67	57	856	30.75	38.85	86	483	9378	92.53
11	323	22.69	30.45	112	588	6920	95.78	58	864	22.60	31.85	59	351	6892	88.11
12	324	26.14	35.00	48	338	7973	95.99	59	910	26.74	33.65	109	500	8157	92.74
13	363	18.46	23.15	86	435	5630	93.83	60	928	22.16	26.60	79	537	6760	92.30
14	384	21.38	31.35	48	465	6520	90.34	61	934	27.87	35.00	56	301	8501	92.07
15	386	19.35	31.35	60	349	5902	90.10	62	942	24.30	33.60	60	505	7413	92.97
16	393	22.29	28.60	87	482	6799	92.45	63	946	24.85	34.10	28	488	7579	89.33
17	427	25.61	29.35	243	413	7812	88.74	64	949	29.91	36.40	51	494	9122	88.84
18	436	20.40	27.50	180	496	6223	93.73	65	966	25.56	30.90	86	408	7795	89.32
19	510	27.62	31.80	211	767	8423	95.42	66	1012	24.19	34.35	85	360	7377	85.78
20	511	22.13	31.35	87	265	6749	84.42	67	1026	30.11	41.35	50	340	9184	93.53
21	520	29.03	32.50	47	437	8853	93.84	68	1103	23.58	33.40	55	286	7191	92.48
22	521	23.27	29.53	85	292	7096	93.63	69	1105	20.67	29.10	29	274	6304	90.50
23	523	13.53	19.55	52	315	4127	88.71	70	1127	24.67	33.65	87	563	7523	91.72
24	533	24.54	29.30	50	354	7486	94.71	71	1149	27.77	43.40	48	295	8469	91.09
25	536	19.92	24.10	99	359	6077	96.48	72	1212	23.55	31.15	49	494	7182	89.34
26	537	21.39	27.50	87	299	6523	89.15	73	1221	28.01	36.15	58	396	8544	91.23
27	541	22.77	32.50	88	404	6945	89.41	74	1233	18.70	28.15	58	351	5703	86.70
28	542	21.85	26.85	90	445	6665	93.48	75	1236	27.84	37.05	80	399	8492	95.30
29	557	24.23	30.70	49	445	7389	87.47	76	1238	18.66	27.50	50	418	5690	88.99
30	560	19.68	25.25	109	401	6002	96.55	77	1240	26.33	33.90	92	626	8032	93.05
31	562	23.35	26.60	178	512	7123	90.92	78	1257	25.39	34.75	24	437	7744	91.52
32	574	24.12	30.45	54	421	7356	91.49	79	2797	29.81	40.00	51	356	9092	95.12
33	613	15.14	19.30	94	550	4618	95.86	80	2939	26.26	37.05	63	245	8009	90.56
34	618	22.95	27.30	170	370	7001	94.60	81	2970	31.57	39.30	50	464	9629	90.39
35	620	29.04	36.40	59	625	8858	94.38	82	2976	20.07	27.95	117	546	6122	94.85
36	622	21.41	26.15	120	313	6530	93.68	83	2987	26.31	37.95	49	285	8026	93.30
37	625	20.62	26.15	149	377	6289	86.84	84	2992	29.34	35.00	57	438	8949	95.50
38	629	18.64	26.60	93	268	5685	88.53	85	3006	21.30	30.00	49	520	6496	98.50
39	648	19.19	25.70	110	307	5852	87.32	86	3014	29.80	40.20	23	391	9090	86.37
40	656	20.71	32.05	57	442	6317	92.12	87	3068	26.38	35.45	88	314	8045	89.03
41	661	29.60	34.35	181	828	9028	94.79	88	3076	27.68	36.60	76	286	8443	89.67
42	662	25.87	31.35	142	736	7890	92.63	89	3110	21.76	31.85	48	428	6636	91.33
43	665	23.57	26.55	87	398	7189	91.30	90	3112	23.48	33.90	80	302	7160	85.00
44	724	28.77	35.00	60	455	8774	89.39	91	3114	22.86	31.80	82	289	6972	89.68
45	726	20.54	30.50	55	246	6264	95.34	92	3116	23.15	35.90	54	339	7061	84.86
46	731	23.97	37.00	57	275	7310	86.08	93	3118	23.32	29.55	79	336	7114	87.12
47	735	21.00	34.30	60	243	6405	90.18								

Figura A- 1: Medias de días al pico de lactancia.

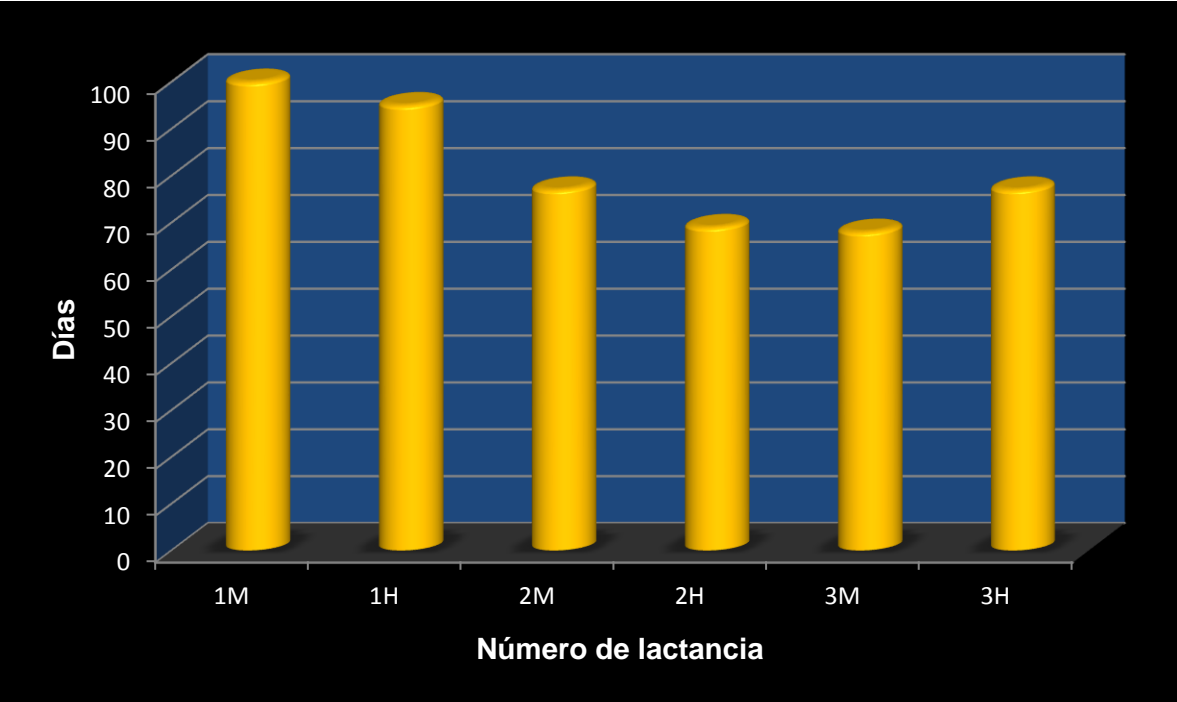


Figura A- 2: Producción al pico de lactancia

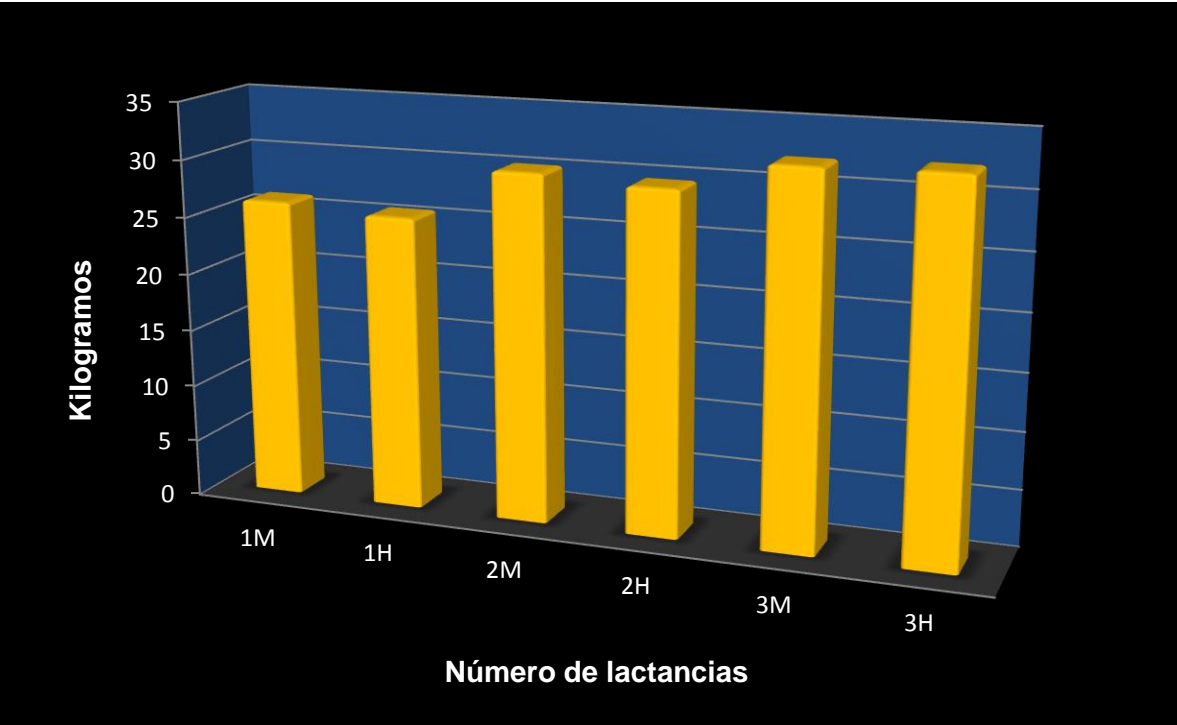


Figura A- 3: Duración de la lactancia.

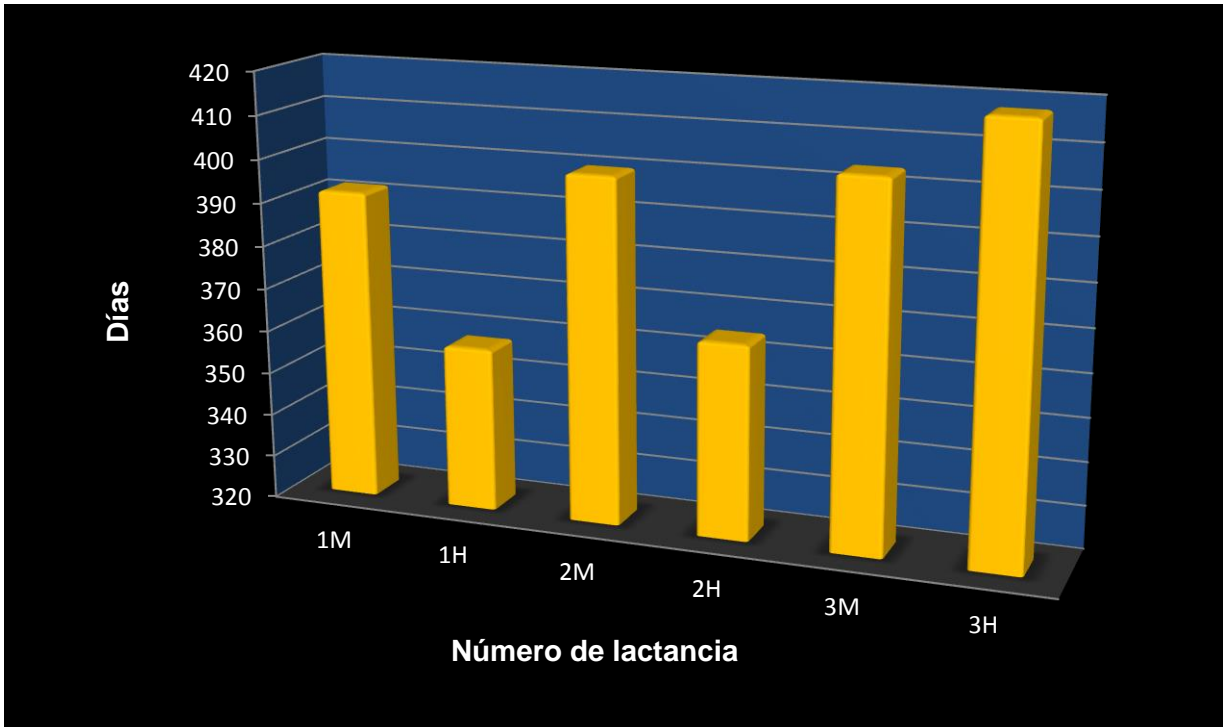


Figura A- 4: Relación entre la producción al pico de lactancia y persistencia.

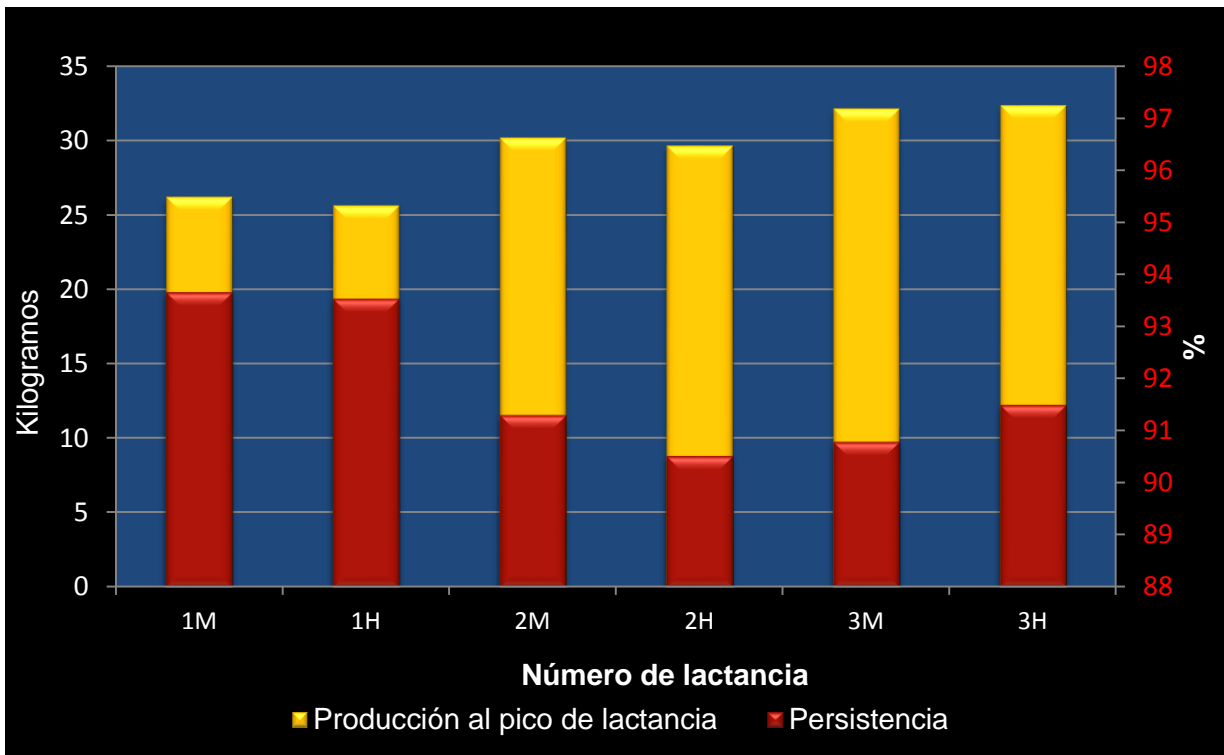
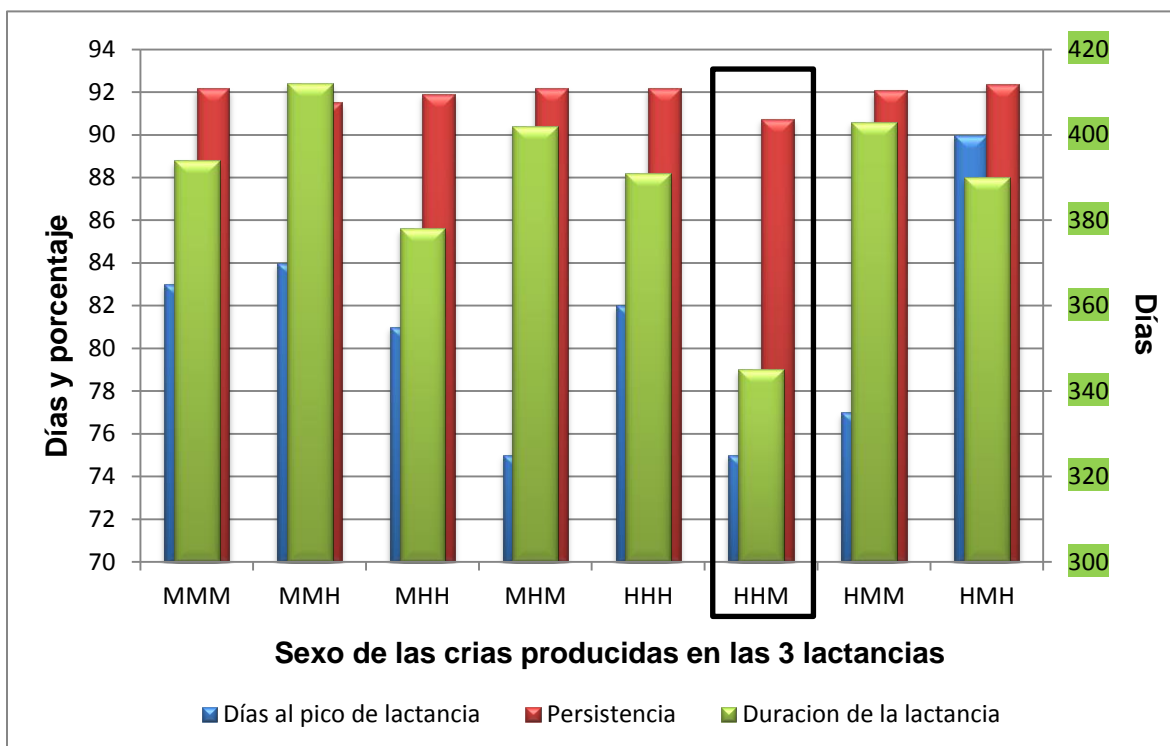


Figura A- 5: Medias para días al pico y duración de la lactancia y persistencia, para grupos de lactancias según sexo fetal.



Cuadro A- 7: Análisis de Varianza para producción promedio por vaca por día

Coeficiente de variación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>PROMEDIO/VACA/DIA</b>	570	0.09	0.09	18.41	
Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
<b>Modelo</b>	1033.93	5	206.79	11.77	<0.0001
<b>LACTANCIA</b>	913.84	2	456.92	26.01	<0.0001
<b>SEXOCRIA</b>	44.93	1	44.93	2.56	0.1103
<b>LACTANCIA*SEXOCRIA</b>	46.05	2	23.03	1.31	0.2705
<b>Error</b>	9908.42	564	17.57		
<b>Total</b>	10942.35	569			

Cuadro A- 8: Prueba de Tukey para variable producción promedio por vaca por día, según lactancia, sexo de la cría y su interacción.

LACTANCIA	Medias	N	E.E.	Valores		
<b>3.00</b>	24.24	190	0.30	A		
<b>2.00</b>	22.93	190	0.31	B		
<b>1.00</b>	21.14	190	0.30	C		
Alfa = 0.05 DMS = 1.00937 Error: 17.5681 gl: 564						
SEXOCRIA	Medias	N	E.E.	Valores		
<b>M</b>	23.05	290	0.25	A		
<b>H</b>	22.49	280	0.25	A		
Alfa = 0.05 DMS = 0.68912 Error: 17.5681 gl: 564						
LACTANCIA	SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>3.00</b>	H	24.35	93	0.43	A	
<b>3.00</b>	M	24.12	97	0.43	A	B
<b>2.00</b>	M	23.35	105	0.41	A	B C
<b>2.00</b>	H	22.51	85	0.45	B	C
<b>1.00</b>	M	21.68	88	0.45	C	D
<b>1.00</b>	H	20.61	102	0.42		D
Alfa = 0.05 DMS = 1.74138 Error: 17.5681 gl: 564						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuadro A- 9: Análisis de Varianza para días al pico de lactancia

Coeficiente de variación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>DIAS AL PICO</b>	570	0.06	0.05	<b>57.66*</b>	
Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
<b>Modelo</b>	81835.68	5	16367.14	7.48	<0.0001
<b>LACTANCIA</b>	75679.26	2	37839.63	17.29	<0.0001
<b>SEXOCRIA</b>	111.03	1	111.03	0.05	0.8218
<b>LACTANCIA*SEXOCRIA</b>	7517.84	2	3758.92	1.72	0.1804
<b>Error</b>	1233988.48	564	2187.92		
<b>Total</b>	1315824.16	569			

\*CV muy alto, se hace necesario transformar los datos.

Cuadro A- 10: Prueba de Tukey para variable días al pico de lactancia, según lactancia, sexo de la cría y su interacción.

LACTANCIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>1.00</b>	97.42	190	3.40	A	
<b>2.00</b>	72.96	190	3.41	B	
<b>3.00</b>	72.86	190	3.39	B	
Alfa = 0.05 DMS = 11.26431 Error: 2187.9228 gl: 564					
SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>M</b>	81.52	290	2.75	A	
<b>H</b>	80.64	280	2.80	A	
Alfa = 0.05 DMS = 7.69041 Error: 2187.9228 gl: 564					
LACTANCIA	SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores
<b>1.00</b>	M	99.61	88	4.99	A
<b>1.00</b>	H	95.23	102	4.63	A B
<b>3.00</b>	H	77.48	93	4.85	B C
<b>2.00</b>	M	76.71	105	4.56	B C
<b>2.00</b>	H	69.20	85	5.07	C
<b>3.00</b>	M	68.24	97	4.75	C
Alfa = 0.05 DMS = 19.43336 Error: 2187.9228 gl: 564					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuadro A- 11: Análisis de Varianza para días al pico de lactancia transformados

Coeficiente de variación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>DIAS AL PICO</b>	570	0.06	0.06	<b>26.13</b>	
Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
<b>Modelo</b>	197.37	5	39.47	7.64	<0.0001
<b>LACTANCIA</b>	175.03	2	87.52	16.94	<0.0001
<b>SEXOCRIA</b>	0.03	1	0.03	0.01	0.9399
<b>LACTANCIA*SEXOCRIA</b>	25.66	2	12.83	2.48	0.0844
<b>Error</b>	2914.50	564	5.17		
<b>Total</b>	3111.87	569			

Cuadro A- 12: Prueba de Tukey para variable días al pico de lactancia transformados, según lactancia, sexo de la cría y su interacción.

LACTANCIA	Medias	N	E.E.	Valores		
<b>1.00</b>	9.48	190	0.17	A		
<b>2.00</b>	8.32	190	0.17	B		
<b>3.00</b>	8.29	190	0.16	B		
Alfa = 0.05 DMS = 0.54743 Error: 5.1675 gl: 564						
SEXOCRIA	Medias	N	E.E.	Valores		
<b>M</b>	8.70	290	0.13	A		
<b>H</b>	8.69	280	0.14	A		
Alfa = 0.05 DMS = 0.37375 Error: 5.1675 gl: 564						
LACTANCIA	SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>1.00</b>	M	9.58	88	0.24	A	
<b>1.00</b>	H	9.38	102	0.23	A	B
<b>3.00</b>	H	8.58	93	0.24	B	C
<b>2.00</b>	M	8.53	105	0.22	B	C
<b>2.00</b>	H	8.11	85	0.25	C	
<b>3.00</b>	M	8.00	97	0.23	C	
Alfa = 0.05 DMS = 0.94444 Error: 5.1675 gl: 564						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuadro A- 13: Análisis de Varianza para producción al pico de lactancia

Coeficiente de variación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>PRODUCCION AL PICO</b>	570	0.23	0.22	16.68	
Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
<b>Modelo</b>	3974.83	5	794.97	33.06	<0.0001
<b>LACTANCIA</b>	3898.87	2	1949.43	81.08	<0.0001
<b>SEXOCRIA</b>	12.59	1	12.59	0.52	0.4695
<b>LACTANCIA*SEXOCRIA</b>	18.60	2	9.30	0.39	0.6793
<b>Error</b>	13560.20	564	24.04		
<b>Total</b>	17535.03	569			



Cuadro A- 14: Prueba de Tukey para producción al pico de lactancia, según lactancia, sexo de la cría y su interacción.

LACTANCIA	Medias	N	E.E.	Valores		
<b>3.00</b>	32.30	190	0.36	A		
<b>2.00</b>	29.96	190	0.36	B		
<b>1.00</b>	25.95	190	0.36	C		
Alfa = 0.05 DMS = 1.18082 Error: 24.0429 gl: 564						
SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores		
<b>M</b>	29.55	290	0.29	A		
<b>H</b>	29.25	280	0.29	A		
Alfa = 0.05 DMS = 0.80617 Error: 24.0429 gl: 564						
LACTANCIA	SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>3.00</b>	H	32.40	93	0.51	A	
<b>3.00</b>	M	32.19	97	0.50	A	B
<b>2.00</b>	M	30.23	105	0.48	B	C
<b>2.00</b>	H	29.69	85	0.53	C	
<b>1.00</b>	M	26.24	88	0.52	D	
<b>1.00</b>	H	25.67	102	0.49	D	
Alfa = 0.05 DMS = 2.03716 Error: 24.0429 gl: 564						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuadro A- 15: Análisis de Varianza para duración de la lactancia

Coeficiente de variación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>DUR/LACT</b>	570	0.03	0.03	28.99	
Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
<b>Modelo</b>	255043.37	5	51008.67	4.00	0.0014
<b>LACTANCIA</b>	134208.43	2	67104.21	5.26	0.0055
<b>SEXOCRIA</b>	45275.56	1	45275.56	3.55	0.0601
<b>LACTANCIA*SEXOCRIA</b>	73933.61	2	36966.81	2.90	0.0560
<b>Error</b>	7196815.85	564	12760.31		
<b>Total</b>	7451859.22	569			

Cuadro A- 16: Prueba de Tukey para duración de la lactancia según lactancia, sexo de la cría y su interacción.

LACTANCIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>3.00</b>	410.79	190	8.20	A	
<b>2.00</b>	382.66	190	8.24	B	
<b>1.00</b>	375.07	190	8.22	B	
Alfa = 0.05 DMS = 27.20316 Error: 12760.3118 gl: 564					
SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>M</b>	398.44	290	6.65	A	
<b>H</b>	380.57	280	6.77	A	
Alfa = 0.05 DMS = 18.57223 Error: 12760.3118 gl: 564					
LACTANCIA	SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores
<b>3.00</b>	H	417.98	93	11.71	A
<b>3.00</b>	M	403.60	97	11.47	A B
<b>2.00</b>	M	399.96	105	11.02	A B
<b>1.00</b>	M	391.77	88	12.04	A B
<b>2.00</b>	H	365.36	85	12.25	B
<b>1.00</b>	H	358.36	102	11.18	B
Alfa = 0.05 DMS = 46.93130 Error: 12760.3118 gl: 564					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuadro A- 17: Análisis de Varianza para producción a 305 días

Coeficiente de variación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>PRODUCCION 305</b>	570	0.09	0.09	18.42	
Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
<b>Modelo</b>	96094028.35	5	19218805.67	11.76	<0.0001
<b>LACTANCIA</b>	86047327.55	2	43023663.78	26.33	<0.0001
<b>SEXOCRIA</b>	3523091.89	1	3523091.89	2.16	0.1425
<b>LACTANCIA*SEXOCRIA</b>	3918933.32	2	1959466.66	1.20	0.3022
<b>Error</b>	921438562.73	564	1633756.32		
<b>Total</b>	1017532591.09	569			

Cuadro A- 18: Prueba de Tukey para producción a 305 días según lactancia, sexo de la cría y su interacción.

LACTANCIA	Medias	n	E.E.	Valores		
<b>3.00</b>	7383.30	190	92.75	A		
<b>2.00</b>	6996.36	190	93.25	B		
<b>1.00</b>	6435.32	190	92.98	C		
Alfa = 0.05 DMS = 307.80970 Error: 1633756.3169 gl: 564						
SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores		
<b>M</b>	7017.17	290	75.25	A		
<b>H</b>	6859.48	280	76.60	A		
Alfa = 0.05 DMS = 210.14889 Error: 1633756.3169 gl: 564						
LACTANCIA	SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores	
<b>3.00</b>	H	7420.60	93	132.54	A	
<b>3.00</b>	M	7345.99	97	129.78	A	B
<b>2.00</b>	M	7118.34	105	124.74	A	B
<b>2.00</b>	H	6874.38	85	138.64	B	C
<b>1.00</b>	M	6587.17	88	136.25	C	D
<b>1.00</b>	H	6283.47	102	126.56	C	D
Alfa = 0.05 DMS = 531.03803 Error: 1633756.3169 gl: 564						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuadro A- 19: Análisis de Varianza para persistencia

Coeficiente de variación					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>PERSISTENCIA</b>	570	0.12	0.11	3.72	
Análisis de varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GI	CM	F	P-valor
<b>Modelo</b>	874.37	5	174.87	14.95	<0.0001
<b>LACTANCIA</b>	831.63	2	415.81	35.55	<0.0001
<b>SEXOCRIA</b>	0.56	1	0.56	0.05	0.8276
<b>LACTANCIA*SEXOCRIA</b>	52.90	2	26.45	2.26	0.1052
<b>Error</b>	6596.82	564	11.70		
<b>Total</b>	7471.19	569			

Cuadro A- 20: Prueba de Tukey para persistencia según lactancia, sexo de la cría y su interacción.

LACTANCIA	Medias	n	E.E.	Valores	
1.00	93.59	190	0.25	A	
3.00	91.15	190	0.25	B	
2.00	90.91	190	0.25	B	
Alfa = 0.05 DMS = 0.82360 Error: 11.6965 gl: 564					
SEXOCRIA	Medias	n	E.E.	Valores	
M	91.91	290	0.20	A	
H	91.85	280	0.20	A	
Alfa = 0.05 DMS = 0.56229 Error: 11.6965 gl: 564					
LACTANCIA	SEXOCRIA	Medias	N	E.E.	Valores
1.00	M	93.65	88	0.36	A
1.00	H	93.53	102	0.34	A
3.00	H	91.50	93	0.35	B
2.00	M	91.30	105	0.33	B
3.00	M	90.79	97	0.35	B
2.00	H	90.52	85	0.37	B
Alfa = 0.05 DMS = 1.42089 Error: 11.6965 gl: 564					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuadro A- 21: Análisis de la varianza multivariado para diferentes combinaciones de crías gestadas en las 3 lactancias.

F.V.	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	P-valor
GRUPO	0.05	3.68	7	562	0.0007

Cuadro A- 22: Prueba Hotelling para diferentes combinaciones de crías gestadas en las 3 lactancias.

GRUPO	PPVD	DAP	PAPL	DLV	PT	P	n	Valores
MMM	23.45	83	29.77	394	7149.05	92.18	66	A B
HMM	22.22	77	28.74	403	6769.14	92.07	87	A B
HHH	22.28	82	28.98	391	6810.70	92.20	60	A B
MHH	23.14	81	29.54	378	7045.14	91.92	57	A B
HMM	22.21	75	29.43	345	6778.35	90.74	75	A
MMH	23.04	84	29.89	412	7012.65	91.52	78	B
HMH	22.58	90	29.07	390	6878.35	92.37	84	B
MHM	23.54	75	30.04	402	7155.57	92.20	63	B
Alfa = 0.01 Error: Matriz de covarianzas común gl: 562								

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )