



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y  
REPRODUCTIVOS DE LA CRUZA BOVINA MONTBÉLIARDE CON  
HOLSTEIN EN LA HACIENDA EL PRADO, CANTÓN RUMIÑAHUI,  
PROVINCIA DE PICHINCHA”**

**AUTOR: REVELO PAREDES, LUIS MIGUEL**

**DIRECTOR: ING: VELA TORMEN, DIEGO ALONSO**

**SANGOLQUÍ**

**2018**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS DE LA CRUZA BOVINA MONTBÉLIARDE CON HOLSTEIN EN LA HACIENDA EL PRADO, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA”* fue realizado por el señor *Revelo Paredes, Luis Miguel* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 12 de diciembre de 2018

Ing. Diego Vela Tormen

C. C. 170775453-J

**ESPE**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA****AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, *Revelo Paredes, Luis Miguel*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Evaluación De Parámetros Productivos Y Reproductivos De La Cruza Bovina Montbéliarde Con Holstein En La Hacienda El Prado, Cantón Rumiñahui, Provincia De Pichincha* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 12 de diciembre de 2018

Luis Revelo Paredes

C.C.: 171925190-0



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Revelo Paredes, Luis Miguel** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación De Parámetros Productivos Y Reproductivos De La Cruza Bovina Montbéliarde Con Holstein En La Hacienda El Prado, Cantón Rumiñahui, Provincia De Pichincha** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 12 de diciembre de 2018

Luis Revelo Paredes

C.C.: 171925190-0

## ***DEDICATORIA***

A Dios, y mis padres,  
por darme la vida,  
y cuidarme siempre

## ***AGRADECIMIENTO***

A Dios por darnos la vida y un mundo para investigar, guiando cosas más allá del entendimiento humano con amor.

A mis padres por todo su apoyo, amor y paciencia que me han permitido crecer en cada ámbito de la vida.

Al ingeniero Diego Vela por permitirme realizar esta investigación, todo su apoyo a lo largo de la carrera y por ser realmente un excelente profesor.

A todos los profesores del IASA que me han mostrado un gran apoyo y ejemplo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CARÁTULA

CERTIFICADO DEL DIRECTOR ..... i

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD ..... ii

AUTORIZACIÓN ..... iii

DEDICATORIA..... iv

AGRADECIMIENTO ..... iv

ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... v

INDICE DE TABLAS ..... ix

ÍNDICE DE FIGURAS ..... xi

RESUMEN..... xii

ABSTRACT ..... xiii

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCION

1.1 Antecedentes ..... 1

1.2 Planteamiento del problema ..... 2

1.3 Justificación ..... 3

1.4 Objetivos ..... 4

1.4.1 Objetivo general ..... 4

1.4.2 Objetivos específicos ..... 4

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Principales razas lecheras..... 5

2.1.1 Holstein Friesian ..... 5

2.2 Razas lecheras de selección europea ..... 7

2.2.1 Montbéliarde ..... 7

2.3	Mejoramiento genético en el ganado lechero .....	8
2.3.1	Objetivos .....	8
2.3.2	La selección en el ganado lechero .....	8
2.3.3	Patrones genéticos que afectan al ganado lechero .....	9
2.3.4	El problema de la consanguinidad.....	10
2.3.5	El vigor híbrido como ventaja del cruzamiento.....	11
2.3.6	Tipos de cruzamientos .....	12
2.3.6.1	Cruzamiento absorbente .....	12
2.3.6.2	Cruzamiento alternado .....	12
2.3.6.3	Cruzamientos consanguíneos.....	12
2.4	Parámetros Productivos de la producción lechera.....	12
2.4.1	Producción de leche por lactancia.....	12
2.4.2	Porcentaje de grasa en la leche .....	13
2.4.3	Porcentaje de proteína en la leche .....	13
2.4.4	Recuento de células somáticas .....	14
2.4.5	Días Secos.....	14
2.5	Parámetros Reproductivos de producción lechera .....	14
2.5.1	Tasa de preñez amplia .....	14
2.5.2	Días al primer servicio Post Parto .....	15
2.5.3	Edad al primer parto.....	15
2.5.4	Días abiertos .....	15
2.5.5	Servicios por concepción.....	15
2.5.6	Número total de partos .....	15
2.5.7	Porcentaje de abortos .....	16
2.5.8	Porcentaje de natimortos.....	16
2.5.9	Intervalo entre partos .....	16

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1	Ubicación del lugar de la investigación.....	18
3.1.1	Ubicación política .....	18
3.1.2	Ubicación geográfica.....	18
3.1.3	Ubicación ecológica .....	19
3.2	Características Generales de manejo del hato .....	20
3.2.1	Pasturas.....	20
3.2.2	Sanidad animal .....	20
3.2.3	Reproducción .....	21
3.2.4	Instalaciones .....	21
3.3	Fuentes de Información.....	21
3.3.1	Descripción de los animales en el estudio .....	22
3.3.2	Variables de estudio y análisis .....	23
3.3.2.1	Variables de producción.....	23
3.3.2.2	Variables de reproducción.....	23
3.4	Diseño experimental.....	24

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Análisis de variables de producción. ....	27
4.1.1	Análisis producción por lactancia ajustada. ....	27
4.2	Análisis de variables reproductivas .....	31
4.2.1	Análisis de la edad al primer parto .....	31
4.2.2	Análisis del intervalo entre partos.....	33
4.2.3	Análisis de días abiertos.....	36
4.2.4	Análisis de servicios por concepción. ....	38
4.3	Discusión .....	41

**CAPÍTULO V****CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones.....	43
5.2	Recomendaciones.....	43
5.3	Bibliografía .....	45

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Heredabilidad de caracteres importantes del ganado lechero.....</i>	10
<b>Tabla 2</b>	<i>Factor de ajuste de lactancias a 305 días. ....</i>	13
<b>Tabla 3</b>	<i>Porcentajes de heterosis y genes Montbéliarde.....</i>	22
<b>Tabla 4</b>	<i>Número de lactancias por grupo de análisis .....</i>	26
<b>Tabla 5</b>	<i>Estadísticas descriptivas de la variable producción de leche ajustada en kilogramos.....</i>	27
<b>Tabla 6</b>	<i>Promedios de producción por lactancia ajustada en kilos de leche.....</i>	29
<b>Tabla 7</b>	<i>ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la producción de leche ajustada de la primera lactancia .....</i>	29
<b>Tabla 8</b>	<i>ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la producción de leche ajustada de la segunda lactancia .....</i>	30
<b>Tabla 9</b>	<i>ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la producción de leche ajustada de la tercera lactancia en adelante.....</i>	30
<b>Tabla 10</b>	<i>Estadísticas descriptivas de la variable edad al primer parto en meses.....</i>	31
<b>Tabla 11</b>	<i>ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la edad al primer parto.....</i>	33
<b>Tabla 12</b>	<i>ANAVA de un solo factor de las filiales de cruza de la edad al primer parto. ....</i>	33
<b>Tabla 13</b>	<i>Estadísticas descriptivas de la variable intervalo entre partos en días. ....</i>	34

<b>Tabla 14</b>	<i>Promedios de intervalos entre partos por lactancias en días .....</i>	<b>35</b>
<b>Tabla 15</b>	<i>ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada del intervalo entre partos.....</i>	<b>35</b>
<b>Tabla 16</b>	<i>Estadísticas descriptivas de la variable días abiertos .....</i>	<b>36</b>
<b>Tabla 17</b>	<i>Promedios de días abiertos. ....</i>	<b>37</b>
<b>Tabla 18</b>	<i>ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de días abiertos.....</i>	<b>38</b>
<b>Tabla 19</b>	<i>Estadísticas descriptivas de la variable servicios por concepción. ....</i>	<b>39</b>
<b>Tabla 20</b>	<i>Promedios de servicios por concepción.....</i>	<b>39</b>
<b>Tabla 21</b>	<i>ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de servicios por concepción.....</i>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Componentes de las tres partes del ciclo reproductivo del bovino, considerando intervalo entre partos de 12 meses .....	17
<b>Figura 2</b> Fotografía satelital del lugar de la investigación .....	19
<b>Figura 3</b> Diagrama de caja de la variable producción de leche ajustada en kilogramos. ....	28
<b>Figura 4</b> Diagrama de caja de la variable edad al primer parto en meses. ....	32
<b>Figura 5</b> Diagrama de caja de la variable intervalo entre partos en días. ....	34
<b>Figura 6.</b> Diagrama de caja de la variable días abiertos. ....	37
<b>Figura 7</b> Diagrama de caja de la variable servicios por concepción. ....	39

## RESUMEN

Las cruzas en el ganado bovino de leche han demostrado ser útiles para mejorar parámetros deseables de la producción, por lo cual se evaluó el efecto que tiene la craza Montbéliarde x Holstein en producción de leche, edad al primer parto, días abiertos y servicios por concepción, en la hacienda El Prado, cantón Rumiñahui, provincia de Pichicha. Se evaluaron 277 lactancias según los registros disponibles desde 2013 hasta 2017 correspondientes a vacas Holstein, y vacas cruzadas Montbéliarde x Holstein (F1, F2 y F3). Los datos fueron evaluados de un modelo mixto con la raza materna como variable de efecto fijo y la raza paterna como variable de efecto variable. Para describir el comportamiento de las variables de respuesta se evaluó el efecto de cada filial de la craza anidado a la raza materna. Se encontraron diferencias significativas entre la raza Holstein y la craza Montbéliarde x Holstein en la producción ajustada a 305 días en la primera ( $p < 0.047$ ) y segunda ( $p < 0.011$ ) lactancias, en las que la raza Holstein fue superior con promedios de 4,068.33 y 4,069.43 kilogramos de leche por lactancia, sin embargo, desde la tercera lactancia en adelante no se pudieron hallar diferencias significativas en la producción de leche. En la edad al primer parto se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.000$ ) siendo superior la craza, aunque no se encontró diferencias significativas entre las filiales ( $p > 0.089$ ). En las otras variables no se encontraron diferencias significativas.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **CRUZA MONTBÉLIARDE CON HOLSTEIN**
- **PARÁMETROS PRODUCTIVOS**
- **PARÁMETROS REPRODUCTIVOS**

## ABSTRACT

Crossbreeding in dairy cattle have shown to be useful in order to improve desirable parameters in dairy cattle. For this reason, the effect of Montbéliarde x Holstein crossbreed was evaluated on milk yield, first calving age, days open, and services per pregnancy, on Hacienda El Prado, Rumiñahui canton, Pichincha province. 277 lactations were evaluated according to the available data, since 2013 up to 2107, which was taken from Holstein cows and Montbéliarde x Holstein crossbred cows (F1,F2,F3). Data was analyzed with a mix model using the dam's breed as fixed effect variable and the sire's breed as random effect variable. In order to describe the outcome of the dependent variables the effect of the hybrid generation was nested to the breed. Significant differences were found between the Holstein breed and the crossbred Montbéliarde x Holstein on 305 day fixed yield on the first ( $p < 0.047$ ) y and second ( $p < 0.011$ ) lactations. On these lactations Holstein breed was better with averages of 4,068.33 and 4,069.43 kilograms of milk per lactation. However, since the third lactation and the following the effect is no longer significant on milk yield. First calving age, also showed significant differences ( $p < 0.000$ ). The crossbreed was better, even though hybrid generations no significant difference was found ( $p > 0.089$ ). The other variables do not reveal significant differences neither.

### KEY WORDS:

- **MONTBÉLIARDE X HOLSTEIN CROSSBREED**
- **MILK YIELD PARAMETERS**
- **REPRODUCTIVE PARAMETER**

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCION

#### 1.1 Antecedentes

Actualmente muchos hatos lecheros enfrentan graves problemas en la sostenibilidad del rebaño, debido a la selección genética basada en la producción de leche. Investigaciones en varios países han mostrado que el perfil lechero extremo restringe la salud, fertilidad, supervivencia e incluso la misma producción. Las vacas antes llamadas de perfil óptimo para producción de leche, son muy propensas a enfermedades, y presentan problemas reproductivos (Cassell, 2004).

Adicionalmente, la presión de selección en pos de alcanzar la máxima producción posible ha resultado en un aumento en la consanguinidad a nivel mundial, lo que conlleva problemas productivos, reproductivos y sanitarios. La investigación genómica ratifica el impacto negativo de la consanguinidad y saca a la luz el hecho de que los efectos de esta condición sobre la fertilidad y dificultad al parto son mucho más negativos de lo que antes se estimaba (Dechow, 2014).

Cabe destacar también que las limitaciones existentes para mejoramiento por selección de otros parámetros, con animales de la misma raza, son numerosas. A sabiendas que la fertilidad y la longevidad son características de baja heredabilidad (Dechow, 2012). Seleccionar toros únicamente por estas características es poco sensato. La razón es que al hacerlo se asume demasiado riesgo (Dechow, 2016).

## 1.2 Planteamiento del problema

La producción de leche cruda sostenible en el tiempo es el principal objetivo de un hato lechero. Con el fin de lograr este objetivo durante largo tiempo se han hecho grandes esfuerzos en la mejora genética del carácter producción de leche. En este contexto la raza Holstein Friesian ha sido seleccionada para los programas de mejoramiento por sus notables características en producción.

Sin embargo, el mejoramiento de la producción ha conllevado la disminución de la fertilidad, longevidad, salud y facilidad de parto, entre otros (Dechow , 2014). En la actualidad las vacas de raza Holstein Friesian de alta genética producen gran cantidad de leche a expensas de su condición corporal, integridad funcional e incluso de su salud, en gran parte debido a la consanguinidad existente. Esto da como resultado vacas que llegan a picos de producción elevados, pero que difícilmente se vuelven a preñar (Cassell, 2004).

Por todas estas razones podemos afirmar que la selección por perfil lechero, no es la mejor alternativa para las condiciones de producción en pastoreo. Es más, las consecuencias del mejoramiento aislado del perfil lechero conllevan: baja en la producción del hato a largo plazo, falta de vaquillas de reposición en el hato y baja rentabilidad de la actividad.

Es así que el cruzamiento complementario surge como una alternativa efectiva y eficiente en el corto y largo plazo para lograr una producción sostenible en los hatos lecheros, especialmente en condiciones de producción pastoreo.

### 1.3 Justificación

Para asegurar la sostenibilidad de un hato lechero se deben buscar vacas que permitan: a) Un adecuado nivel de producción de leche, b) un nivel de fertilidad que permita obtener una cría al año por vaca y c) un sistema mamario y extremidades que permitan a la vaca mantenerse en el rebaño durante varias lactancias (Uribe, 2012).

Una forma de obtener resultados satisfactorios en la búsqueda de vacas ideales para nuestro medio es el uso de cruzamientos. Los cruzamientos permiten obtener ventajas debidas a la hibridación, condición en la que se maximiza la heterosis. De tal manera que los individuos producto de la cruce entre razas tienen características mejores que el promedio de las razas parentales. La complementariedad entre razas ha permitido solucionar algunos problemas sanitarios, productivos y reproductivos. Adicionalmente, elimina los riesgos de la consanguinidad.

Las razas Normando, Montbéliarde, y Rojo Sueco producen más leche que la raza Jersey. Los franceses al igual que los escandinavos no seleccionaron vacas por perfil lechero, de manera que estas razas son más carnosas que las de Estados Unidos. Tienen una conformación extraordinaria en pastas y pezuñas, fertilidad superior, menos tasas de mortalidad y mayor supervivencia en los partos en comparación con las vacas Holstein (Hazel, Heins, Seykora, & Hansen, 2014).

Las cruces Montbéliarde x Holstein han demostrado ser bastante efectivas a la hora de mejorar parámetros reproductivos y reducir problemas de salud pos parto (Mendonça, y otros, 2014).

Por estas razones la evaluación de la efectividad de esta cruce en el comportamiento de los parámetros productivos y reproductivos, en las condiciones ambientales de la región interandina, permitirá optimizar la selección para lograr una producción sostenible. Para ello, es necesario conocer el nivel de heterosis que optimiza los parámetros mencionados en conjunto.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar parámetros productivos y reproductivos de las cruces Montbéliarde con Holstein en la hacienda el Prado en la provincia de Pichincha.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Actualizar los registros de la producción de leche de la hacienda el Prado.
- Evaluar parámetros productivos y reproductivos del cruzamiento Montbéliarde x Holstein en todas las lactancias posibles que tienen cada uno de los animales en estudio.
- Evaluar la producción de leche por filiales y por partos de vacas de la cruce Montbéliarde x Holstein
- Evaluar los parámetros reproductivos de por filiales y por partos de vacas de la cruce Montbéliarde x Holstein.
- Implementar una base de datos electrónica para mejorar el registro de producción de leche individual en el hato.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **2.1 Principales razas lecheras**

El ganado bovino lechero es el grupo de animales único, pues no existe ningún grupo de animales con fines productivos que haya sido seleccionado de manera tan sistemática y durante tanto tiempo. Las razas lecheras, han sido mejoradas con el fin de aumentar la producción de leche, especialmente en América del Norte (Buchanan, 2011). Sin embargo, en países del Norte de Europa la selección ha considerado otras características además de la producción de leche, que influyen de una u otra manera en esta última.

Actualmente las listas de razas lecheras identifican alrededor de 1000 razas a nivel mundial. Muchas de estas razas son variantes locales o nacionales de las razas de más amplia distribución. Sin embargo, la raza lechera que han tenido una selección más intensa para incrementar la producción de leche en las últimas décadas es la siguiente:

##### **2.1.1 Holstein Friesian**

Sin lugar a dudas esta es la raza más importante de ganado lechero. Este grupo de animales es altamente especializado en la conversión de alimento en proteína de consumo humano en un grado sin precedentes. Su origen está en las provincias de Holanda del Norte y Friesland, en Países Bajos (Buchanan, 2011).

Entre sus características fenotípicas destacan su color blanco con negro, que puede variar entre el dominio completo de las dos tonalidades, aunque existe la presencia de un alelo recesivo que da el color rojo. El peso de esta raza varía entre los 600 a 800 kg. Las vaconas al recibir el primer servicio tienen un peso de 364 kg, el cual podría alcanzarse a los 13 meses de edad. El peso de los terneros al nacimiento esta alrededor de los 41 kg. La popularidad de esta raza recae en su alto potencial de producción de leche que varía entre 25 a 35 litros/día. Aunque tiene porcentajes más bajos de grasa y proteína que otras razas, por su alta producción a la vez supera al resto en estos valores en cuanto producción total por componente. En 2015 la Asociación Holstein reportó una producción promedio de leche de 11,345 litros con 3.68% de grasa y 2.84% de proteína (Asociación Holstein EEUU, 2015).

En el Ecuador la producción de leche por lactancia está en el margen de las 4,500 litros con lo cual equivale a un aproximado de 15 litros/día, bajo sistema de pastoreo con suplementación (Clavijo, y otros, 2016).

Esta raza ha sido la que más beneficios ha tenido de las mejoras tecnológicas como lo fue la inseminación artificial, la transferencia de embriones y últimamente la genómica. Por lo anterior el progreso genético de esta raza ha sido un hito mundial en el mejoramiento animal y uno de los éxitos más notables en la historia de la zootecnia (Buchanan, 2011).

## **2.2 Razas lecheras de selección europea**

El sistema de selección de ganado lechero en Francia y los países escandinavos no tuvo el mismo enfoque que el que tuvo lugar en Norteamérica. Por lo tanto, estas razas lecheras no tienen los mismos estándares fenotípicos que las mejores razas lecheras, a la vez que sobresalen en cuanto a caracteres de fertilidad, longevidad y supervivencia (Hazel , Heins, & Hansen , 2017). Entre las razas más destacadas en este grupo tenemos:

### **2.2.1 Montbéliarde**

La Montbéliarde es una raza que nace en el siglo XVIII cuando ganaderos suizos trajeron sus ganados y se instalaron en la región de Montbéliarde, Francia, lugar donde tuvo una selección metódica que origino la raza.

Estas vacas son medianas y robustas caracterizadas por su color blanco con manchas rojas, llegan a pesar entre 600 y 750 kg. Esta raza tiene buena aptitud lechera y también se usa en explotaciones de doble propósito. Entre sus principales atributos están: facilidad reproductiva, resistencia a mastitis, larga vida útil, facilidad de parto, adaptabilidad a diferentes ambientes, alta tasa de crecimiento. En cuanto a la producción de leche en 2016 el registro por lactancia ajustada a 305 días fue de 8,520 litros con un porcentaje de grasa del 3.91% y con un porcentaje de proteína del 3.31% (Asosicación Montbéliarde , 2016).

## **2.3 Mejoramiento genético en el ganado lechero**

### **2.3.1 Objetivos**

La mejora genética es la fuente de cambio permanente en el ganado lechero. El último fin del mejoramiento genético es crear una generación de individuos que sea superior a la población actual. Sin embargo, esa superioridad depende de los objetivos del productor en función de sus necesidades; generalmente se toman como factores como: funcionalidad de los animales, reducción de costos de producción, mayor producción, percepción de los consumidores y calidad de los productos. Estos factores son los que contribuyen a la sostenibilidad y ganancia económica de la producción animal en el largo plazo (Wignans & Gengler, 2011).

### **2.3.2 La selección en el ganado lechero**

Históricamente la selección en el ganado lechero ha tenido la tendencia a la selección por apareamiento selectivo positivo. Este tipo de apareamiento busca aparear lo mejor con lo mejor, y tiene como finalidad disminuir la tasa de cambio genético, en el caso el ganado lechero las mejores vacas se han apareado con los hijos de otras mejores vacas (Bourdon, 1999).

El cambio genético es proporcional a la precisión en la selección, la intensidad de selección y la variación genética. Con el desarrollo de las biotecnologías, y los nuevos métodos de evaluación genética la precisión en la selección ha crecido dramáticamente dando como resultado que un alto porcentaje del aumento de la producción de leche anual se deba al cambio genético (McDaniel, 2011).

### **2.3.3 Patrones genéticos que afectan al ganado lechero**

El modelo de herencia mendeliano, que introduce el concepto de genes dominantes y recesivos, explica algunas condiciones fenotípicas en el ganado lechero como lo son el color de pelaje o condiciones indeseables como la malformación vertebral compleja (McDaniel, 2011).

Sin embargo, la mayoría de características fenotípicas de importancia productiva y económica son controlados por muchos genes. Para el estudio de estas últimas características se usa el modelo de herencia aditiva tomando en cuenta el valor de cría de los animales, el cual Bourdon en 1999 lo definió como: “la sumatoria de los efectos medios de todos los genes que posee un individuo, que codifica para un carácter determinado”. Así un animal con mayor valor de cría puede aumentar la precisión del cambio genético, porque es más probable que transmita una mejora aditiva a su progenie, es decir, aumenta con más certeza el valor fenotípico de interés (Bourdon, 1999).

Otro punto importante acerca de la herencia aditiva es que la variación genética difiere dependiendo de la característica, y se expresa como la heredabilidad del carácter. En el ganado lechero las características de producción tienen heredabilidad media y alta, mientras que las características de fertilidad y salud tienen heredabilidad baja como lo muestra la tabla 1 (Cassell, 2001).

**Tabla 1***Heredabilidad de caracteres importantes del ganado lechero*

<b>Característica</b>	<b>Heredabilidad</b>
<b>Intervalo entre partos</b>	0 - 0.05
<b>Partos múltiples</b>	0.01-0.03
<b>Distocia</b>	0.01-0.05
<b>Tipo</b>	0.2-0.3
<b>Producción de leche</b>	0.2-0.4
<b>Producción de grasa</b>	0.2-0.3
<b>Porcentaje de grasa</b>	0.3-0.6
<b>Porcentaje de proteína</b>	0.4-0.7
<b>Persistencia</b>	0.15-0.3
<b>Resistencia a mastitis</b>	0.1-0.3

Fuente: (Cassell, 2001)

### **2.3.4 El problema de la consanguinidad**

No es de extrañarse que una mejora genética precisa y acelerada reduzca la variación genética, en el caso del ganado de leche, especialmente en las razas principales, esto es muy notorio. Los mejores animales están emparentados entre si y existe un alto grado de endogamia y por consiguiente de consanguinidad en esta clase de ganado. La alta consanguinidad hace que más frecuentemente se manifiesten genes recesivos en forma homocigótica, esto da como resultado la aparición de caracteres indeseables y en ciertos casos mortales. Además, la progenie de animales altamente emparentados nace más débil, tiende a tener altas tasas de mortalidad, problemas de salud y problemas reproductivos (McDaniel, 2011).

### **2.3.5 El vigor híbrido como ventaja del cruzamiento**

Según (Bourdon, 1999), la heterosis permite enmascarar los efectos de los alelos recesivos. Además, la mejora en el desempeño de un parámetro de herencia poligénica está en función de la diferencia de desempeño de ese parámetro entre los progenitores así:

Si la diferencia en el desempeño de un parámetro dado entre los progenitores es poca, entonces la cría presentara un rendimiento superior a ambos progenitores.

Si la diferencia en el desempeño entre los progenitores, en cuanto a un parámetro dado, es mucha, entonces la cría presentara un rendimiento promedio superior al promedio de ambos progenitores, pero inferior al del progenitor de mayor desempeño.

El cruzamiento consiste en apareamiento entre un toro de una raza con una vaca de otra raza. Debido a que los loci tendrán un alelo de cada progenitor, serán heterocigóticos. Por lo tanto, los efectos son contrarios al cruce endogámico, es decir aumenta la heterosis o vigor híbrido. Particularmente los animales híbridos fruto de la cruce tienen mayor supervivencia en terneros y mayor eficiencia reproductiva. En cuanto a los caracteres producción de leche, proteína y grasa, los híbridos superan al promedio de sus progenitores, aunque rara vez están sobre el progenitor de mayor producción (McDaniel, 2011). Debido al aumento en la consanguinidad en las razas especializadas muchos productores están optando por cruzamientos complementarios

para mejorar la fortaleza, eficiencia y rentabilidad del ganado lechero, sin perder el mérito lechero (Hazel, Heins, Seykora, & Hansen, 2014).

### **2.3.6 Tipos de cruzamientos**

#### **2.3.6.1 Cruzamiento absorbente**

Este tipo de cruzamiento consiste en cruzar las filiales sucesivas con a la raza de uno de los progenitores de tal manera que el resultado es animales puros fenotípicamente de la raza con la que se hizo la retrocruza. En este caso se va perdiendo la heterosis en cada generación (Bourdon, 1999).

#### **2.3.6.2 Cruzamiento alternado**

Consiste en cruza alternadamente dos o tres razas de tal manera que se mantenga relativamente constante el nivel de heterosis (Bourdon, 1999).

#### **2.3.6.3 Cruzamientos consanguíneos**

Este tipo de cruzamiento consiste en aparear animales altamente emparentados de tal manera que se pueda favorecer la homocigosis y seleccionar los mejores caracteres en un menor periodo de tiempo (Bourdon, 1999).

## **2.4 Parámetros Productivos de la producción lechera**

### **2.4.1 Producción de leche por lactancia**

Es la cantidad de leche que una vaca produce en una lactancia ajustada a 305 días, generalmente se expresa en libras o kilogramos. El ajuste a 305 días se realiza

mediante el uso de un factor de corrección, el cual está en función de la raza, edad y días de producción de la vaca.

**Tabla 2**

*Factor de ajuste de lactancias a 305 días.*

Días	Factor	Días	Factor	Días	Factor
30	8.32	130	2.01	230	1.23
40	6.24	140	1.88	240	1.19
50	4.94	150	1.77	250	1.15
60	4.16	160	1.67	260	1.12
70	3.58	170	1.58	270	1.08
80	3.15	180	1.51	280	1.06
90	2.82	190	1.44	290	1.03
100	2.55	200	1.38	300	1.01
110	2.34	210	1.32	305	1
120	2.16	220	1.27		

Fuente: (Moran, 2005)

El factor se usa en el caso de que la vaca tuvo una lactancia menor a 305 días. En el caso de que la lactancia exceda los 305 días, solo se toman los registros hasta los 305 días de la lactancia.

#### **2.4.2 Porcentaje de grasa en la leche**

En el ganado vacuno el porcentaje de grasa varía entre 3,5 a 6 %. La variación en ese rango se debe a factores como alimentación y raza. A mayor cantidad de fibra en la dieta, mayor es el porcentaje de grasa. Además, la industria láctea puede preferir un tipo de leche en función de su porcentaje de grasa y proteína, pues esta es utilizada en la elaboración de ciertos productos lácteos (Moran, 2005).

#### **2.4.3 Porcentaje de proteína en la leche**

El rango de proteína en la leche varía entre 3 y 4%. Al igual que en el caso del porcentaje de grasa, la proteína en la leche depende de la raza y la alimentación. En el caso de la proteína un valor normal indica que la dieta esta balanceada en cuanto a ingesta proteica y energía (Moran, 2005).

#### **2.4.4 Recuento de células somáticas**

Este es un indicador de la calidad de la leche, además sirve también como un indicador de la salud de la vaca. Los leucocitos constituyen la mayor proporción del conteo de células somáticas. Los leucocitos aumentan en cantidad como respuesta a la presencia de bacterias patógenas como *Staphylococcus aureus*, la cual es la causante de la mastitis (Wiggans & Gengler, 2011).

Se toma como niveles de referencia menos de 100,000 células/mL para animales sanos y más de 250,000 células/mL para animales enfermos (Wiggans & Gengler, 2011).

#### **2.4.5 Días Secos**

Es el intervalo en días desde el secamiento de la vaca hasta que pare, se espera que este valor no supere los 70 días (DeVries, 2017).

### **2.5 Parámetros Reproductivos de producción lechera**

#### **2.5.1 Tasa de preñez amplia**

Es la proporción entre el número de servicios exitosos y el número total de servicios, por lactancia. Esta proporción incluye vacas que fueron servidas pero que no

se preñaron El rango promedio de esta variable puede estar entre el 30 y 50% (Hazel , Heins, & Hansen , 2017).

### **2.5.2 Días al primer servicio Post Parto**

Este refiere al número de días desde el parto hasta el primer servicio pos parto. Se considera un valor aceptable 60 días (Cavestany, 1993).

### **2.5.3 Edad al primer parto**

El primer parto marca el inicio de la vida productiva de la vaca. Además, este parámetro está relacionado con el intervalo generacional. En las razas *Bos taourus* los valores están alrededor de los 37 meses (Musakasa-Mugerwa, 1989).

### **2.5.4 Días abiertos**

Este parámetro es definido como el número de días desde el primer parto hasta la siguiente concepción. Este parámetro no debería superar los 90 días (Hazel , Heins, & Hansen , 2017).

### **2.5.5 Servicios por concepción**

Se refiere al número de servicios requeridos para preñar una vaca, este valor no debería superar los 2 servicios (Cavestany, 1993).

### **2.5.6 Número total de partos**

Se refiere a la vida útil de la vaca, en esta cuenta se registran todos los partos que una vaca ha tenido en su vida

### **2.5.7 Porcentaje de abortos**

Es la razón entre número de concepciones no concluidas y el número de partos totales en un periodo dado.

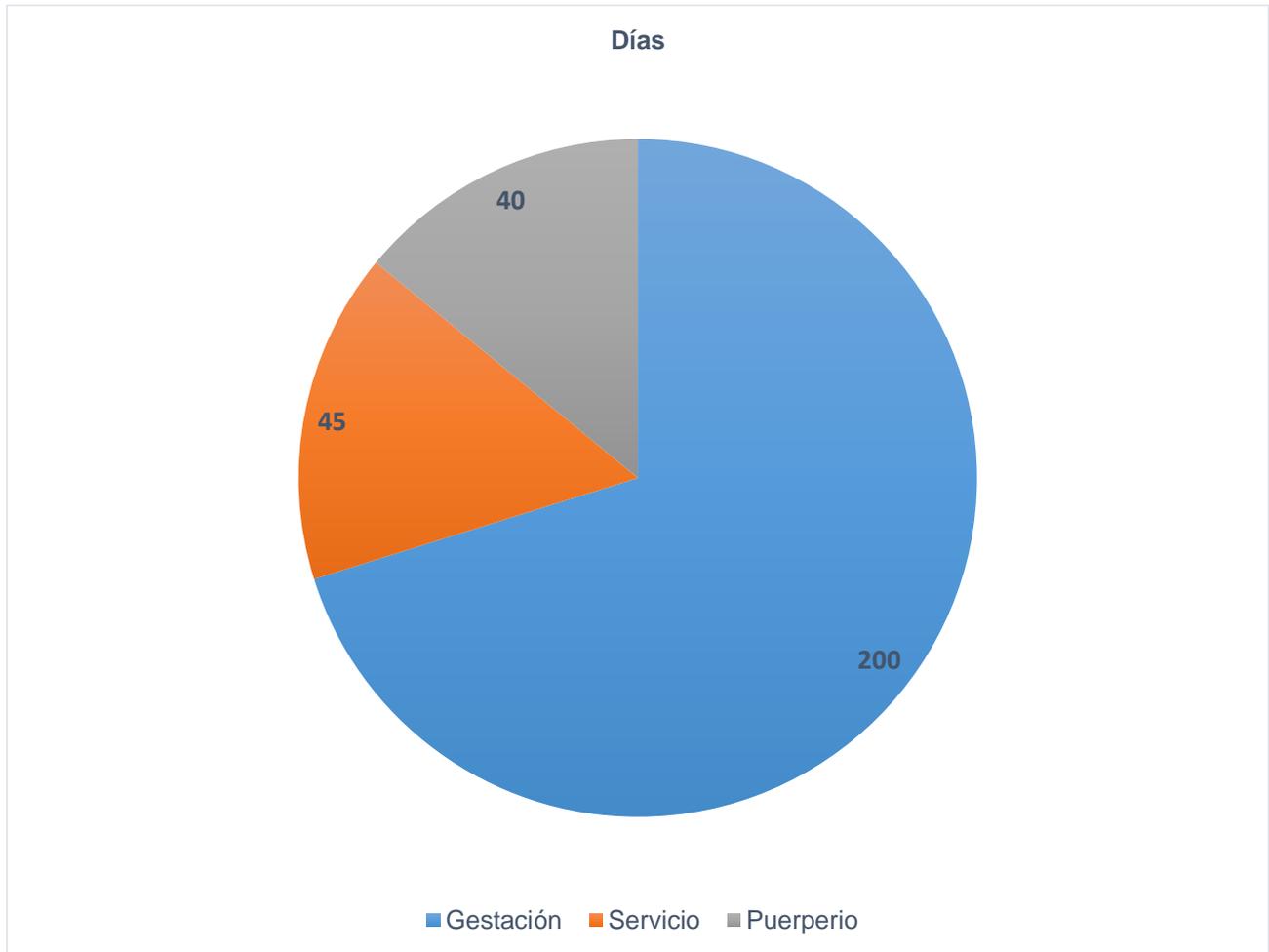
### **2.5.8 Porcentaje de natimortos**

Es la razón entre el número de nacidos muertos y el número de partos totales en periodo dado.

### **2.5.9 Intervalo entre partos**

Se refiere al tiempo transcurrido desde que la vaca pare hasta que vuelve a parir. Este parámetro no debería ser mayor a los 12,5 meses (Cavestany, 1993).

El intervalo entre partos consta de tres etapas como se muestra en a la figura 1. La primera etapa corresponde al periodo de espera voluntario conocido como puerperio, que tiene como fin la recuperación del aparato genital de la vaca, también pueden influir las condiciones de manejo para decidir cuándo servir a las vacas. La segunda etapa es el periodo de servicios, también está en función del manejo pues depende si se usa un sistema de servicios continuos o estacionales. Finalmente tenemos la gestación como última etapa, esta es la única parte constante del ciclo que no se puede alterar (Cavestany, 1993).



**Figura 1** Componentes de las tres partes del ciclo reproductivo del bovino, considerando intervalo entre partos de 12 meses  
Fuente: (Cavestany, 1993)

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Ubicación del lugar de la investigación**

El presente estudio se realizó en la hacienda el Prado de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

#### **3.1.1 Ubicación política**

Provincia: Pichincha

Cantón: Rumiñahui

Parroquia: San Fernando

#### **3.1.2 Ubicación geográfica**

Longitud: 78°24'44"

Latitud: 0° 23' 20"

Altitud: 2748 m.s.n.m.



**Figura 2** Fotografía satelital del lugar de la investigación

Fuente: (Google Maps, 2018)

### 3.1.3 Ubicación ecológica

Precipitación media anual: 1285 mm/año

Temperatura media anual: 13.89°C

Humedad relativa: 69.03%

Piso altitudinal: Montano bajo

Región altitudinal: Templada

Zona de vida:	Bosque Húmedo
Clasificación Bioclimática:	Húmedo-Temperado
Provincia de humedad	Húmedo
Fuente: (Estación Meteorológica IASA I, 2017)	

### **3.2 Características Generales de manejo del hato**

La hacienda El Prado pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas, tiene una extensión aproximada de 500 hectáreas, de las cuales 100 hectáreas corresponden a pastizales, el agua para el uso de la hacienda proviene del río Pita. El manejo del hato se lo realiza bajo pastoreo, adicionalmente se suplementa con sales minerales y con concentrado a razón de 100 g y 2 kg/vaca día de las vacas del rejo respectivamente. En promedio se ordeñan 80 vacas, en dos ordeños.

#### **3.2.1 Pasturas**

El sistema empleado es pastoreo rotativo las especies de pastos ray grass, trébol blanco, trébol rojo y kikuyo, la cual es la gramínea predominante.

#### **3.2.2 Sanidad animal**

En la hacienda se realizan chequeos veterinarios y ginecológicos cada 15 días manualmente o con ultrasonido. Adicionalmente se llevan en orden y al día todas las vacunaciones desparasitaciones y otros controles sanitarios, que incluyen pruebas de mastitis en leche.

Ocasionalmente se presentan condiciones reproductivas adversas como abortos, metritis. Actualmente la hacienda el Prado es un hato libre de Brucelosis y de IBR.

### **3.2.3 Reproducción**

Para todos los primeros servicios en la hacienda se utiliza inseminación artificial, bajo protocolo de sincronización de celos, y a celo natural. Además, se efectúan regularmente controles en las vacas gestantes. En cuanto al descarte de vacas, la razón principal para hacerlo son vacas con problemas reproductivos, bajos producciones, edad y condiciones sanitarias varias.

### **3.2.4 Instalaciones**

La hacienda cuenta con potreros cercados y caminos de acceso a los mismos en todo el predio, además existe una sala de ordeño tipo de espina de pescado y adyacente a la misma se tienen varios corrales de espera, bodegas y oficinas.

## **3.3 Fuentes de Información**

Para obtener los datos productivos y reproductivos se recopilaron de la información de los registros de producción, registro de montas, y registros de chequeos ginecológicos contenidos en el libro de la ganadería de la hacienda el Prado.

La información recopilada fue tabulada y organizada con la ayuda del software de base de datos Microsoft Access 2016, de tal manera que se pudo obtener los datos de las variables para el análisis.

### 3.3.1 Descripción de los animales en el estudio

Las vacas del hato lechero de la Hacienda el Prado con registros productivos y reproductivos desde el año 2008 fueron el objeto del estudio. En la hacienda se ha mantenido el sistema de cruzamiento absorbente Montbéliarde x Holstein desde el año 2002. Para el año de inicio, se tenía solo vacas de raza Holstein en el hato, sin embargo, desde la fecha indicada se realizaron algunos cruzamientos con la raza Montbéliarde con cruces sucesivas con toros de esta raza por inseminación artificial. Por los resultados logrados con la F1 para el año 2010 se implementó un cruce absorbente utilizando la raza Montbéliarde para el cruce de todas las hembras. Actualmente el hato de la hacienda el Prado consta de una muy reducida proporción de vacas Holstein, y en su mayoría se tiene en inventario animales mezclados de las filiales F1, F2, F3 y F4 de la cruce Montbéliarde x Holstein; de tal manera que los ejemplares mezclados exhiben las características genéticas mostradas en la tabla 2.

**Tabla 3**  
*Porcentajes de heterosis y genes Montbéliarde*

<b>Generación</b>	<b>Porcentaje de Heterosis máxima</b>	<b>Porcentaje de genes Montbéliarde</b>
F1	100%	50%
F2	50%	75%
F3	25%	88%
F4	13%	94%

Fuente: (Bourdon, 1999)

Las vacas en el estudio tienen un rango de edad entre 3 y 12 años, por lo que existen vacas de varios partos. La razón por la que se introdujo la raza Montbéliarde fue reducir los problemas de fertilidad y sanitarios.

Las cruces realizadas fueron con semen de toros complementarios de la raza Montbéliarde en función del perfil y genealogía de las vacas. El proveedor de semen es la empresa Coopex de Francia, distribuido en Ecuador por Agrigenetic.

### **3.3.2 Variables de estudio y análisis**

#### **3.3.2.1 Variables de producción**

- Producción de leche por lactancia en litros ajustada a 305 días.

#### **3.3.2.2 Variables de reproducción**

Las variables reproductivas seleccionadas fueron las siguientes:

- Edad al primer parto:

Cálculo: Diferencia entre edad del primer parto y edad de nacimiento.

- Intervalo entre partos:

Cálculo: Diferencia de fechas entre el último parto y el siguiente.

- Número de servicios por concepción

Cálculo: Conteo del número de servicios para lograr la preñez.

- Días abiertos

Cálculo: Diferencia de fechas entre el parto y la siguiente concepción.

Se llevaron a cabo ediciones en cada variable para eliminar datos fuera del modelo establecido. Además, el número de vacas por lactancia y filial puede ser variable en función de los datos disponibles.

### 3.4 Diseño experimental

Los datos fueron analizados bajo el modelo matemático de un diseño experimental completamente al azar, con un diseño de tratamientos con estructura anidada como se describe a continuación:

Cada registro se asignó a un grupo de raza pura Holstein o cruza, El análisis de las variables incluye el efecto fijo raza de la vaca (Holstein o cruza). La generación de filial, que es el efecto de la raza paterna (Pura anidado a Holstein, F1 anidado en cruza, F2 anidado en cruza o F3 anidado en cruza) fue tratado como variable aleatoria. El modelo mixto del paquete estadístico SPSS se utilizó para obtener conducir el análisis de la varianza para las variables en estudio.

Por la poca disponibilidad de datos el análisis de la varianza fue hecho con grupos balanceados de entre 3 a 7 registros dependiendo de los datos disponibles por grupo. No se utilizaron análisis desbalanceados, a pesar de poder hacerlo, debido a que estos infringían los supuestos de normalidad y homocedasticidad.

El modelo estadístico que describe el comportamiento esperado de la respuesta en este diseño está dado por:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{k(ij)}$$

Donde:

$\mu$  es la media global

$\alpha_i$  es el efecto del i-esima raza (cruza o pura)

$\beta_{j(i)}$  es efecto del j-esima filial, que está anidada en el nivel i de la raza

$\varepsilon_{k(ij)}$  es el error aleatorio

Cuando se encontraron diferencias significativas entre raza o filial se realizó un análisis de la varianza de un solo factor y como prueba de significancia se utilizó la prueba *post hoc de Tukey* con significancia del 0.05, mismo nivel que se utilizó para determinar la aceptación o rechazo de las hipótesis del análisis de la varianza.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total fueron analizadas 277 lactancias, correspondientes a 146 vacas. Los datos obtenidos variaron en cuanto a la cantidad de registros por cada grupo de análisis debido a su cantidad encontrada en los registros de la Hacienda el Prado. Estos datos fueron agrupados en función del número de lactancias y filiales de cruzamiento como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**  
*Número de lactancias por grupo de análisis*

Grupo	Lact. 1	Lact. 2	Lact. 3	Lact. 4	Lact. 5	Lact. 6	Lact. 7	Lact. 8	Lact. 9	Lact. 10	Total
Holstein	3	7	17	23	18	4	2	0	1	1	76
F1	64	54	27	12	1	0	0	1	0	0	159
F2	18	4	2	2	3	2	1	0	0	0	32
F3	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	10
<b>Total</b>	89	68	48	38	22	6	3	1	1	1	277

La cuenta con datos más numerosos fue la de la primera filial de la cruce Montbéliarde x Holstein (F1) la cual corresponde a más del 50% de los registros encontrados. La razón de este resultado es que el sistema de cruces en la Hacienda el Prado fue implementado a partir del año 2010 por lo cual la mayoría de registros entre 2013 y 2017 corresponden a vacas cruzadas, mientras que las vacas Holstein puras comienzan a disminuir proporcionalmente en el periodo de análisis. Además de ello las vacas del grupo Holstein al tener mayor tiempo en el hato presentan datos de más lactancias.

#### 4.1. Análisis de variables de producción.

##### 4.1.1 Análisis producción por lactancia ajustada.

De las 277 lactancias registradas entre el año 2013 y 2017 en la Hacienda el Prado, 92 correspondían a lactancias de menos de 305 días por lo cual tuvieron que ser ajustadas a 305 días multiplicando el número de días en lactancia por el factor de corrección correspondiente para hacerlas comparables con las otras lactancias (Moran, 2005).

Los datos fueron condensados en función al número de registros obtenidos, de esta manera se realizaron los análisis correspondientes por lactancia, agrupando las lactancias a partir de la tercera, debido al número limitado de datos disponibles en esas categorías, como se muestra en la tabla 5.

En función de estos datos podemos notar que las cruzas en todas sus filiales analizadas tienden a mostrar un crecimiento en la producción por lactancia como se puede ver en la figura 3.

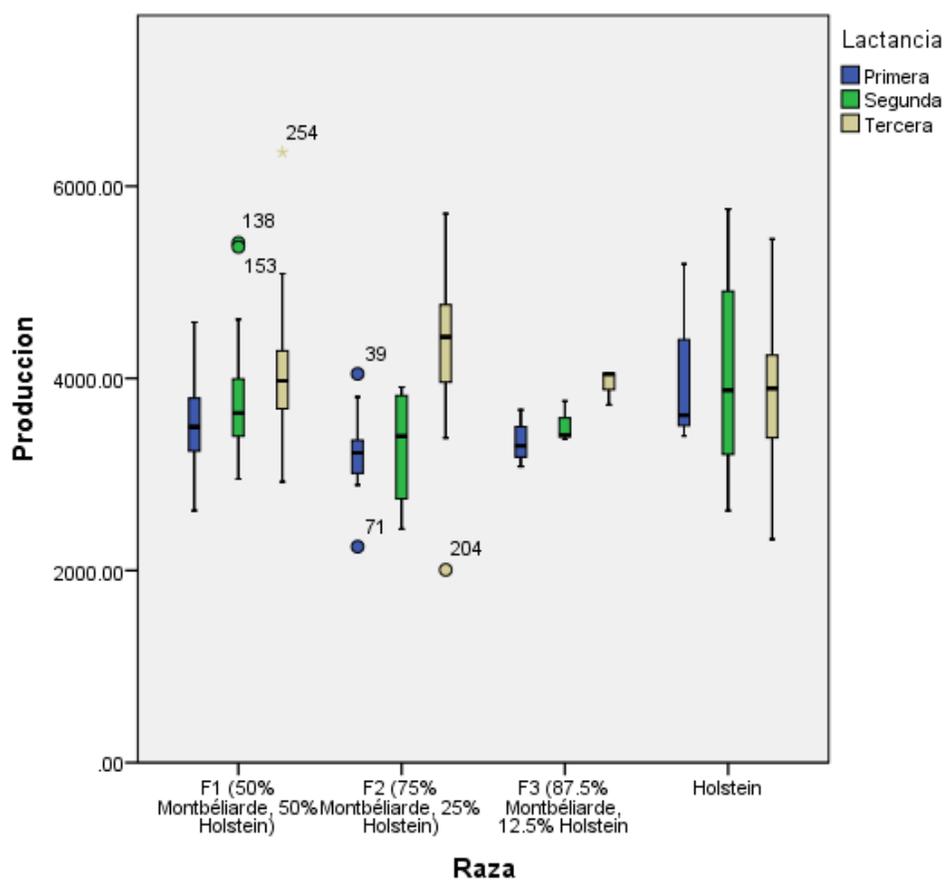
**Tabla 5**

*Estadísticas descriptivas de la variable producción de leche ajustada en kilogramos*

Lactancia	Raza	n	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Primera	F1	64	3,518.83	430.54	53.82
Primera	F2	18	3,228.06	383.45	90.38
Primera	F3	4	3,337.50	245	122.5
Primera	Holstein	3	4,068.33	976.52	563.79
Segunda	F1	54	3,744.15	515.09	70.1
Segunda	F2	4	3,283.75	675.22	337.61

*CONTINÚA*

<b>Segunda</b>	<b>F3</b>	<b>3</b>	<b>3,515.00</b>	<b>216.81</b>	<b>125.18</b>
Segunda	Holstein	7	4,069.43	1155.53	436.75
Tercera en adelante	F1	41	4,007.95	606.47	94.72
Tercera en adelante	F2	10	4,229.20	991.95	313.68
Tercera en adelante	F3	3	3,942.00	188.92	109.07
Tercera en adelante	Holstein	66	3,840.30	608.2	74.86



**Figura 3** Diagrama de caja de la variable producción de leche ajustada en kilogramos

Dentro del análisis descriptivo de datos podemos destacar las medias de los datos resumidos en la tabla 6. Aunque no corresponden a los datos del análisis de la varianza, numéricamente podemos que el promedio más alto en primera lactancia es de

4,068.33 kg de leche, y 4,069.43 kg de leche en la segunda lactancia, ambos registros corresponden a la raza Holstein. Mientras que en el grupo de tercera lactancia el promedio más alto es de la F2 con 4,229.20 kg de leche, esto se muestra en la tabla 5

**Tabla 6**

*Promedios de producción por lactancia ajustada en kilos de leche*

	Lactancia 1	Lactancia 2	Lactancia 3 en adelante
F1	3,518.83	3,744.15	4,007.95
F2	3,228.06	3,283.75	4,229.20
F3	3,337.50	3,515.00	3,942.00
Holstein	4,068.33	4,069.43	3,840.30

El análisis experimental, por otro lado, nos permite observar que existen diferencias significativas a un nivel de significancia de 0.05 entre la raza pura Holstein y las cruza con la raza Montbéliarde, tanto en la primera ( $p = 0.047$ ) como en la segunda lactancia ( $p = 0.011$ ). Además, podemos notar que dentro de las filiales no se presentan diferencias significativas entre las filiales ni en la primera ( $p = 0.554$ ), ni en la segunda lactancias ( $p = 0.94$ ). Esto es notorio en las tablas 6 y 7.

**Tabla 7**

*ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la producción de leche ajustada de la primera lactancia*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Raza	1946025.000	1	1946025.000	5.528	.047
Filial(Raza)	447760.667	2	223880.333	.636	.554
Error	2816216.000	8	352027.000		
Total	141560210.000	12			
Total corregido	5210001.667	11			

**Tabla 8**

*ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la producción de leche ajustada de la segunda lactancia*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Raza	2189906.694	1	2189906.694	10.770	.011
Filial(Raza)	24953.556	2	12476.778	.061	.941
Error	1626638.667	8	203329.833		
Total	179141351.000	12			
Total corregido	3841498.917	11			

**Tabla 9**

*ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la producción de leche ajustada de la tercera lactancia en adelante*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Raza	493740.444	1	493740.444	1.683	.231
Filial(Raza)	2122680.889	2	1061340.44	3.619	.076
Error	2346415.333	8	293301.917		
Total	204067370.000	12			
Total corregido	4962836.667	11			

Sin embargo, el análisis de la varianza de la tercera lactancia en adelante nos permite verificar que el efecto se hace no significativo ( $p = 0.231$ ), es decir, no existe diferencia en la producción ajustada entre la cruce con Montbéliarde y la raza Holstein pura. Aunque no existen efectos significativos entre las filiales ( $p = 0.076$ ) Esto ratifica los datos resumidos en la figura 3.

## 4.2. Análisis de variables reproductivas

### 4.2.1 Análisis de la edad al primer parto

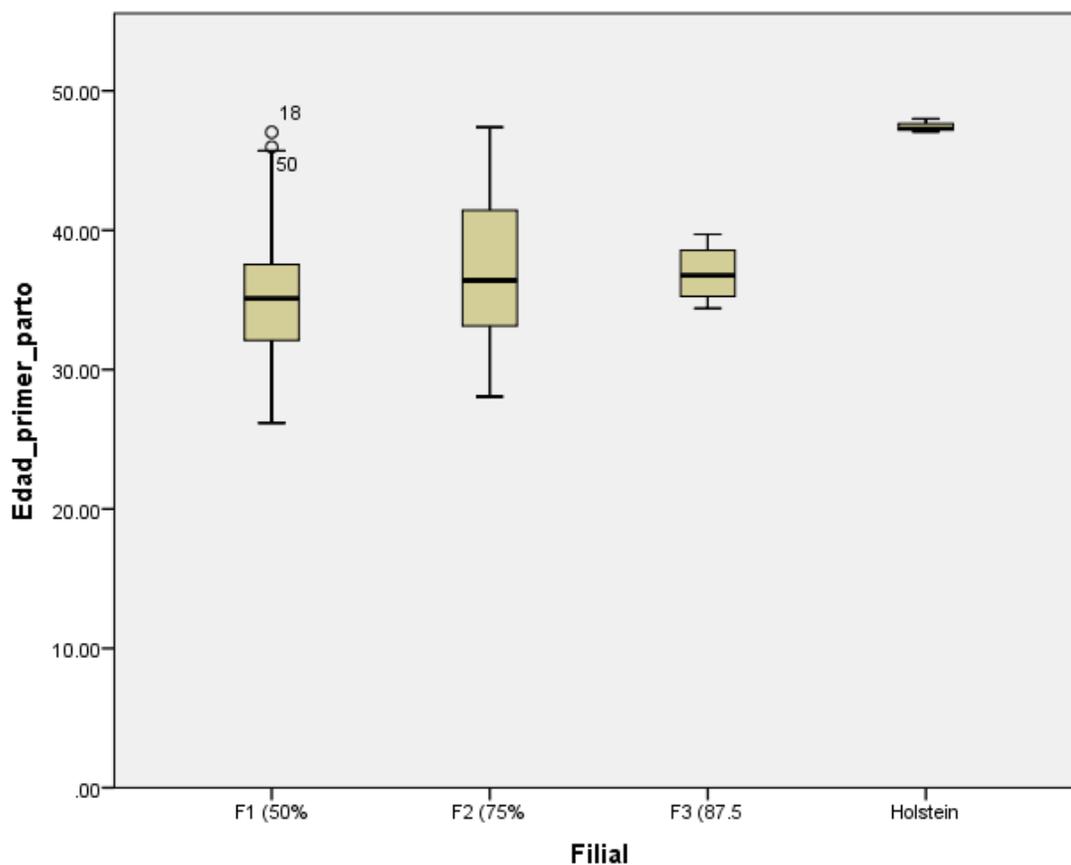
Esta variable fue registrada con datos de la primera lactancia, sin embargo, debido al sistema de manejo reproductivo de la Hacienda el Prado, no se pudieron encontrar muchos datos de raza Holstein pues la mayoría de ejemplares de la raza ya habían pasado la primera lactancia en el intervalo en estudio.

**Tabla 10**

*Estadísticas descriptivas de la variable edad al primer parto en meses*

Raza	n	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
F1	64	35.15	4.38	0.55
F2	18	36.9	5.03	1.19
F3	4	36.91	2.24	1.12
Holstein	3	47.46	0.49	0.28

A través del análisis descriptivo podemos observar que el mejor promedio lo logra la F1 con 35.15 meses, mientras el promedio más alto, en este caso peor, lo obtuvo la Holstein con 47.46 meses.



**Figura 4** Diagrama de caja de la variable edad al primer parto en meses.

El efecto de la crucea Montbéliarde x Holstein es muy notorio en esta variable como lo describe la figura 4, y esto es corroborado por el análisis de la varianza donde encontramos diferencias muy significativas al 0.05 entre la crucea y la raza pura ( $p = 0.000$ ) y esto es ratificado por la prueba de Tukey de significancia de 0.05, que muestra que realmente la crucea permite reducir la edad al primer parto, que en la Hacienda el Prado era de 47.46 meses con la raza Holstein. Las filiales mejoran este parámetro, pero no existe diferencia significativa entre ellas ( $p > 0.089$ ).

**Tabla 11***ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de la edad al primer parto*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Raza	287.868	1	287.868	100.790	.000
Filial(Raza)	27.574	2	13.787	4.827	.042
Error	22.849	8	2.856		
Total	18564.300	12			
Total corregido	338.291	11			

**Tabla 12***ANAVA de un solo factor de las filiales de crusa de la edad al primer parto.*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Filial	27.6	2	13.8	3.71	0.0894
Error	22.33	6	3.72		
Total	49.93	8			

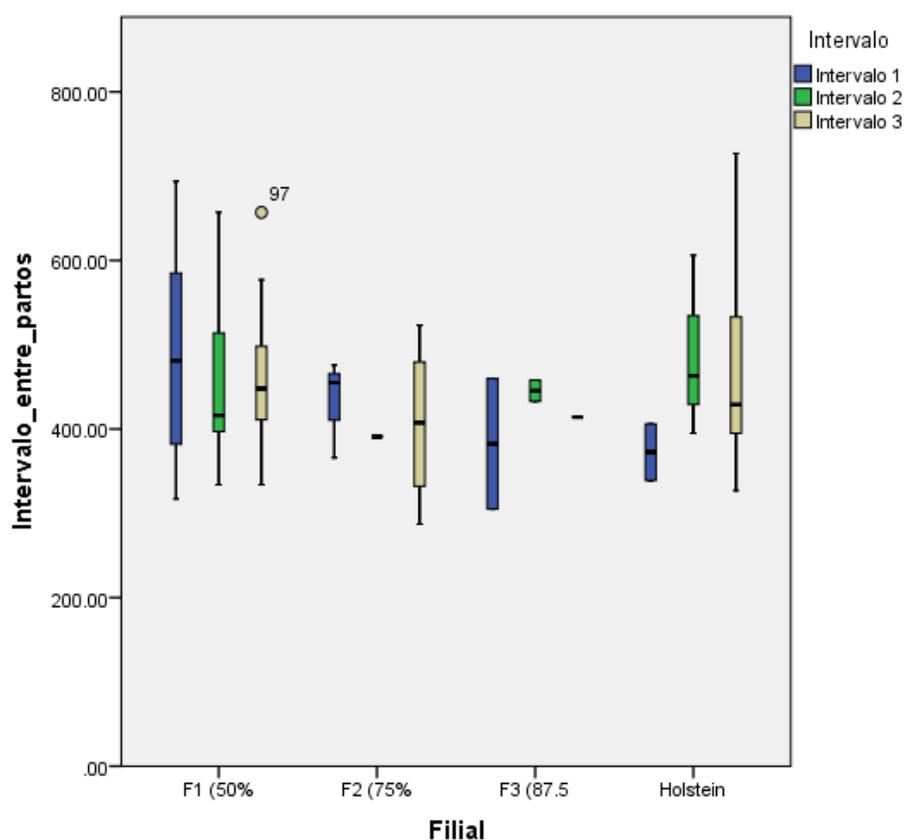
#### 4.2.2 Análisis del intervalo entre partos

El intervalo entre partos se analizó en 213 lactancias, que presentaban datos de más de una lactancia, entre ellos los intervalos obtenidos fueron 131 datos de intervalo. Para visualizar las diferencias entre los intervalos en cada lactancia se elaboraron tres grupos de intervalos, el primero fue el intervalo entre la primera y segunda lactancias o intervalo 1, el intervalo entre la segunda y la tercera lactancia o intervalo 2 y el intervalo 3 que incluye intervalos a partir de la tercera a cuarta lactancias. Sin embargo, el análisis de efectos de la crusa y las filiales se realizó de manera global, esto se debe a que no existen suficientes datos en la primera lactancia para la raza Holstein y en las otras lactancias para las últimas filiales de la crusa.

**Tabla 13**

*Estadísticas descriptivas de la variable intervalo entre partos en días.*

Intervalo	Raza	n	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Intervalo 1	F1	33	476.73	108.02	18.8
Intervalo 1	F2	3	432.33	58.4	33.72
Intervalo 1	F3	2	382.5	109.6	77.5
Intervalo 1	Holstein	2	372.5	47.38	33.5
Intervalo 2	F1	25	452.44	81.65	16.33
Intervalo 2	F2	1	391	0	0
Intervalo 2	F3	2	445.5	17.68	12.5
Intervalo 2	Holstein	3	488	107.7	62.18
Intervalo 3	F1	21	461.81	77.93	17.01
Intervalo 3	F2	8	406	86.54	30.6
Intervalo 3	F3	1	414	0	0
Intervalo 3	Holstein	30	463.2	99.7	18.2



**Figura 5.** Diagrama de caja de la variable intervalo entre partos en días.

Dentro del análisis descriptivo de datos podemos destacar las medias de los datos resumidos en la tabla 13. Aunque no corresponden a los datos del análisis de la varianza, numéricamente podemos que el promedio más bajo en el primer intervalo es de 372.5 días correspondiente a Holstein, en el segundo intervalo es 391 días correspondiente a F2 y en el tercer intervalo es 406 días correspondiente a F2.

El efecto de la cruce Montbéliarde x Holstein para la variable intervalo entre partos es no significativo ( $p = 0.885$ ), y tampoco presenta efecto entre las filiales ( $p = 0.619$ ), como se puede verificar en la tabla 15, y se hace notorio en la figura 5.

**Tabla 14**

*Promedios de intervalos entre partos por lactancias en días*

	Intervalo 1	Intervalo 2	Intervalo 3 en adelante
F1	476.73	452.44	461.81
F2	432.33	391	406
F3	382.5	445.5	414
Holstein	372.5	488	463.2

**Tabla 15**

*ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada del intervalo entre partos.*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Raza	117.600	1	117.600	.022	.885
Filial(Raza)	5340.400	2	2670.200	.494	.619
Error	86434.800	16	5402.175		
Total	3660328.000	20			
Total corregido	91892.800	19			

### 4.2.3 Análisis de días abiertos

Esta variable de intervalo en el tiempo tuvo la misma forma de evaluación que el intervalo entre partos. De la misma marea, se establecieron los grupos intervalo1, intervalo2 e intervalo3, para la presentación de las estadísticas descriptivas, mientras que fue evaluado de manera global, es decir sin separación en grupos de intervalos para correr el análisis de la varianza, por las mismas razones citadas para la variable de intervalo entre partos. Al igual que en la variable intervalo entre partos, no podemos encontrar una tendencia en el diagrama de caja de los datos como se puede apreciar en la figura 6.

**Tabla 16**

*Estadísticas descriptivas de la variable días abiertos*

Intervalo	Raza	n	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Intervalo 1	F1	33	190.88	108.03	18.81
Intervalo 1	F2	3	137.67	80.34	46.38
Intervalo 1	F3	2	100	106.07	75
Intervalo 1	Holstein	2	85.5	38.89	27.5
Intervalo 2	F1	25	166.08	82.34	16.47
Intervalo 2	F2	1	113	0	0
Intervalo 2	F3	2	164.5	20.51	14.5
Intervalo 2	Holstein	3	208.33	109.29	63.1
Intervalo 3	F1	21	173.29	78.62	17.16
Intervalo 3	F2	8	129.75	74.41	26.31
Intervalo 3	F3	1	134	0	0
Intervalo 3	Holstein	30	175.53	98.77	18.03

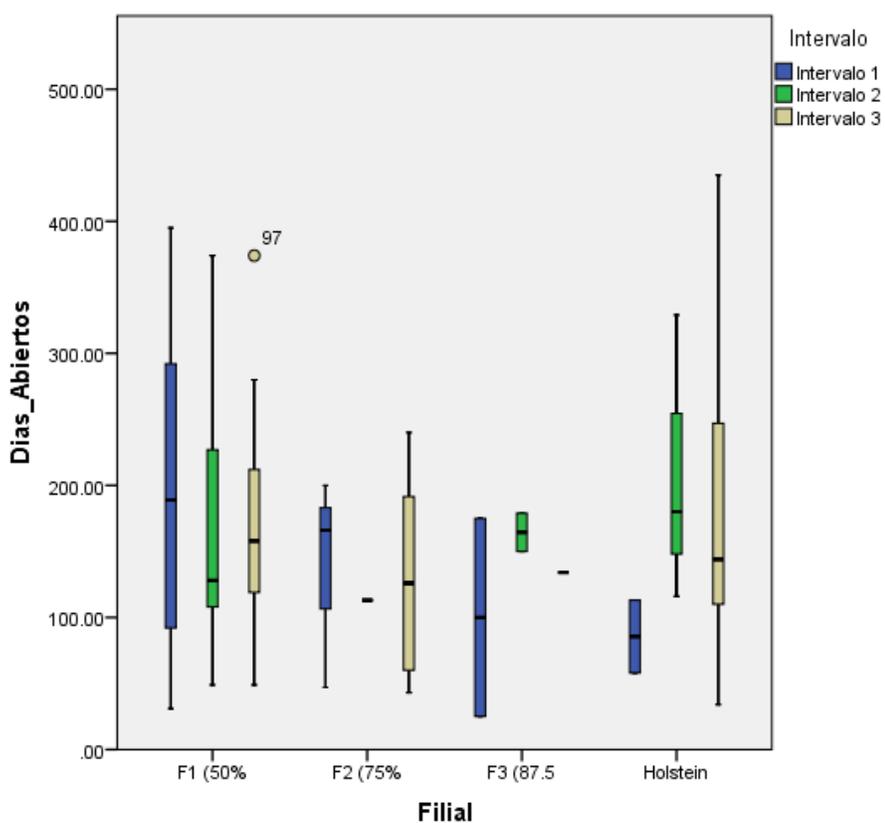
Dentro del análisis descriptivo de datos podemos destacar las medias de los datos resumidos en la tabla 15. Aunque no corresponden a los datos del análisis de la varianza, numéricamente podemos que el promedio más bajo en el primer intervalo es

de 85.5 días correspondiente a Holstein, en el segundo intervalo es 113 días correspondiente a F2 y en el tercer intervalo es 129.75 días correspondiente a F2.

**Tabla 17**

*Promedios de días abiertos.*

	Intervalo 1	Intervalo 2	Intervalo 3 en adelante
<b>F1</b>	190.88	166.08	173.29
<b>F2</b>	137.67	113	129.75
<b>F3</b>	100	164.5	134
<b>Holstein</b>	85.5	208.33	175.53



**Figura 6** Diagrama de caja de la variable días abiertos.

El efecto de la cruce Montbéliarde x Holstein esta variable es no significativo ( $p = 0.302$ ), y tampoco presenta efecto entre las filiales ( $p = 0.285$ ), como se puede verificar en la tabla 18, y se hace notorio en la figura 6.

**Tabla 18**

*ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de días abiertos.*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Raza	7684.017	1	7684.017	1.139	.302
Filial(Raza)	18308.133	2	9154.067	1.357	.285
Error	107926.400	16	6745.400		
Total	766531.000	20			
Total corregido	133918.550	19			

#### 4.2.4 Análisis de servicios por concepción.

Esta variable fue evaluada de la misma manera en los 277 registros de lactancias encontrados, y al igual que en la variable de producción de leche ajustada, los datos fueron agrupados en datos para la primera lactancia, segunda lactancia y el resto de lactancias; esta última agrupación fue hecha debido a la falta de datos en las filiales en lactancias sobre la tercera.

Los datos descriptivos nos muestran mucha semejanza entre los valores de las filiales, además de que en cada grupo existen valores extremos que se muestran fuera de la distribución. En cuanto a la evaluación del efecto de la cruce a través del análisis de la varianza, este tuvo que ser conducido usando los datos de todas las lactancias en un solo grupo por cada filial para cumplir con los requisitos del mismo.

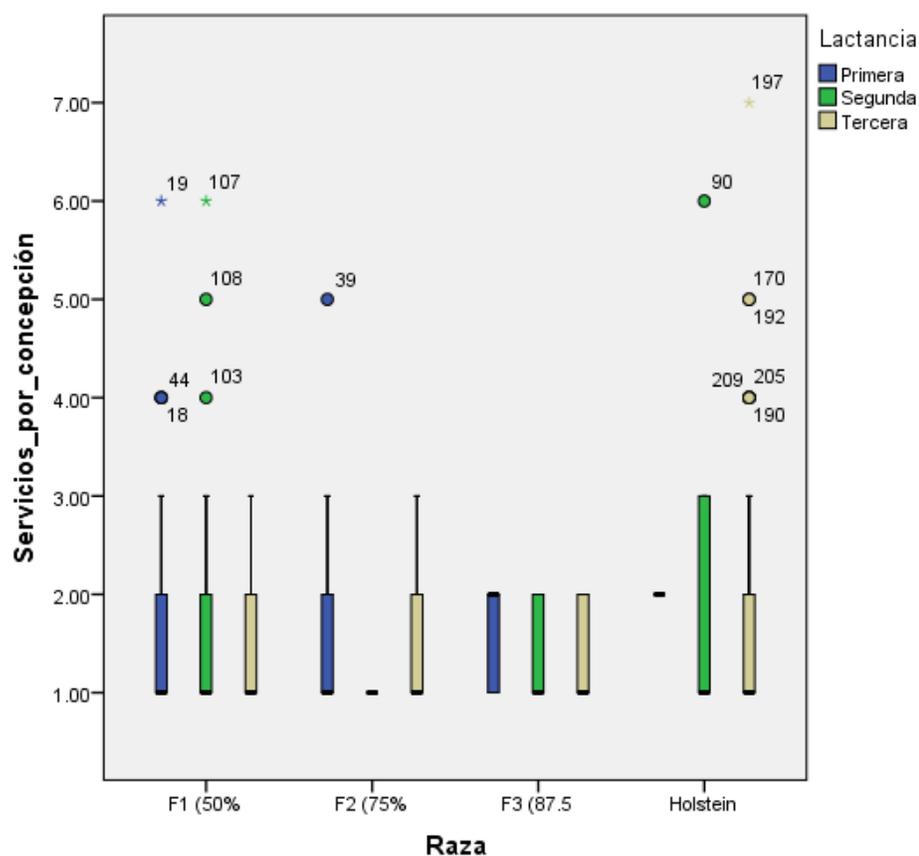
**Tabla 19***Estadísticas descriptivas de la variable servicios por concepción.*

Lactancia	Raza	n	Media	Desviación Estándar	Error Estándar
Primera	F1	64	1.58	1	0.13
Primera	F2	18	1.5	1.04	0.25
Primera	F3	4	1.5	0.58	0.29
Primera	Holstein	3	2	0	0
Segunda	F1	54	1.7	1.04	0.14
Segunda	F2	4	1	0	0
Segunda	F3	3	1.33	0.58	0.33
Segunda	Holstein	7	2.14	1.86	0.7
Tercera en adelante	F1	41	1.49	0.78	0.12
Tercera en adelante	F2	10	1.4	0.7	0.22
Tercera en adelante	F3	3	1.33	0.58	0.33
Tercera en adelante	Holstein	66	1.88	1.26	0.15

Dentro del análisis descriptivo de datos podemos destacar las medias de los datos resumidos en la tabla 10. Aunque no corresponden a los datos del análisis de la varianza, numéricamente podemos que el promedio más bajo en la primera lactancia es de 1.5 servicios correspondiente a F2 y F3, en la segunda lactancia es 1 servicio correspondiente a F2 y en el tercer intervalo es 1.33 servicios correspondiente a F3.

**Tabla 20***Promedios de servicios por concepción*

	Lactancia 1	Lactancia 2	Lactancia 3 en adelante
<b>F1</b>	1.58	1.7	1.49
<b>F2</b>	1.5	1	1.4
<b>F3</b>	1.5	1.33	1.33
<b>Holstein</b>	2	2.14	1.88



**Figura 7** Diagrama de caja de la variable servicios por concepción.

**Tabla 21** ANAVA de efectos mixtos en estructura anidada de servicios por concepción

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Raza	.833	1	.833	1.765	.192
Filial(Raza)	.067	2	.033	.071	.932
Error	17.000	36	.472		
Total	102.000	40			
Total corregido	17.900	39			

El efecto de la cruce Montbéliarde x Holstein para la variable servicios por concepción no es significativo ( $p = 0.192$ ), y tampoco presenta efecto entre las filiales ( $p = 0.932$ ), como se puede verificar en la tabla 21, y se hace notorio en la figura 7.

### 4.3 Discusión

Las vacas puras Holstein en nuestro experimento produjeron mayor cantidad de leche que las cruces Holstein x Montbéliarde, coincidiendo con los experimentos realizado por (Piccand, y otros, 2014) en los que encontró que las cruces Montbéliarde x Holstein tuvieron menor producción de leche.

Se evaluó la edad al primer parto y se encontró que las vacas cruces con Holstein x Montbéliarde llegan al primer parto en menor tiempo que las Holstein puras. Coincidiendo con los resultados de (Piccand, y otros, 2014) en los que encontró que las cruces Montbéliarde x Holstein mejoraron en reproducción. De igual manera resume (Dechow, 2012), los beneficios de los cruzamientos de la raza Holstein con otras razas “ No hay duda que las cruces han tenidos buen rendimiento reproductivo en su primera generación”.

Esto ratifica lo que encontraron (Hazel , Heins, & Hansen , 2017) quienes hallaron diferencias significativas en la evaluación de la cruce Montbéliarde x Holstein en Minnesota, Estados Unidos. Este resultado también concuerda con los datos encontrados por (Hazel, Heins, Seykora, & Hansen, 2014) quienes también encontraron este mismo efecto. Estas dos investigaciones citadas señalan que el efecto de la cruce con Montbéliarde puede deberse a que esta raza y sobre todo la selección que se ha

hecho de la misma en Francia obedece a el mantenimiento de una buena condición corporal.

Esto se debe seguramente a que la fertilidad de la raza Holstein ha declinado La consanguinidad es un factor que ha contribuido a la baja fertilidad y reducción en la vida del hato (Hazel, Heins, Seykora, & Hansen, 2014). La consanguinidad es una cuestión de mucha importancia en la actual población Holstein mundial, La tasa del aumento del nivel de consanguinidad se ha acelerado con el paso del tiempo, dificultando el que los criadores puedan evitar sus potenciales efectos negativos Es conveniente importar material genético de diferentes procedencias para mantener la diversidad genética de la población (Dechow, 2014).

Los días abiertos en el hato Holstein son de 173 días, en las cruzas es de 169. No encontrándose diferencia significativa, esta alta cantidad de días abiertos que sobrepasa los 150 días se debe posiblemente a factores de manejo como: estos mal diagnosticados, momento inapropiado de la inseminación, etc (Mendonça, y otros, 2014).

El intervalo entre partos en hato Holstein es de 460 días y en las cruzas fue de 455, no encontrándose defenecías significativa. Siendo el intervalo ideal de 375 días según (Cavestany, 1993). Estos intervalos encontrados tan altos obedecen a factores de manejo reproductivo, muy difíciles de controlar en condiciones de pastoreo.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Al evaluar la craza Montbéliarde x Holstein en función de la variable producción de leche ajustada se encontró que la raza Holstein pura es superior en cuanto a tal parámetro en la primera y segunda lactancias. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre las filiales.

En la tercera lactancia la craza Montbéliarde x Holstein pierde el efecto significativo en la producción de leche por lactancia, debido a que las cruzas mejoran en la producción de leche en esta lactancia.

En cuanto a los parámetros reproductivos se puede encontrar que la edad al primer parto es el único que tiene efecto significativo a favor de la craza.

Las variables intervalo entre partos, días abiertos por concepción y servicios por concepción no tienen efectos significativos entre la craza y la raza pura ni entre las filiales.

#### **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda evaluar estos parámetros productivos y reproductivos durante más tiempo para vislumbrar los efectos que pudieron ser escondidos en esta investigación por la falta de registros en el intervalo dado.

Mejorar la nutrición para obtener mejores parámetros en producción y reproducción acercarse al valor óptimo para este tipo de sistema ganadero.

Continuar con el uso de la base de datos implementada para el registro productivo de leche y facilitar la toma de decisiones en el plan de mejoramiento genético y selección de animales.

Evaluar los beneficios de las cruzas Montbéliarde x Holstein en cuanto a costos por tratamientos sanitarios, precios de venta de vacas de descarte y crianza de machos para carne.

Continuar con el sistema de cruzas con Montbéliarde para realizar otra evaluación a futuro con más certeza

### 5.3 Bibliografía

Asociación Brown Swiss . (2016). *Reporte anual de estadísticas de actividades de la asociación y producción de la raza* . Owenton: Asociación Brown Swiss .

Asociación Holstein EEUU. (2015). *Asociación Holstein*. Obtenido de Asociación Holstein : [http://www.holsteinusa.com/holstein\\_breed/breedhistory.html](http://www.holsteinusa.com/holstein_breed/breedhistory.html)

Asociación Montbéliarde . (2016). *Asociación Montbéliarde, Francia* . Obtenido de Asociación Montbéliarde, Francia : <https://www.montbeliarde.org/la-montbeliarde-segunda-raza-lechera-de-francia.html>

Bourdon, R. (1999). *Entendiendo el mejoramiento animal*. Harlow: Pearson.

Buchanan, D. (2011). Animales que producen lacteos. En J. Fuquay, P. Fox, & P. McSweeney, *Enciclopedia de Ciencia Lechera* (págs. 559-568). Londres: Elsevier.

Cassell, B. (22 de Septiembre de 2001). *Usando la heredabilidad para la mejora genética*. Obtenido de El sitio del Ganado: <http://www.thecattlesite.com/articles/699/using-heritability-for-genetic-improvement/>

Cassell, B. (Abril de 2004). Podemos cambiar las características poco heredables. *Hoard's Dairyman*, 199-201.

Cavestany, D. (1993). *Eficiencia reproductiva en vacas lecheras*. Montevideo: INIA, Uruguay .

Clavijo, E., Rodríguez, L., Yáñez, I., Godoy , G., Gárzon, J., Galarza, D., & Marini, P. (Agosto de 2016). Evaluación productiva y reproductiva de Holstens y Pardo suizo x Holsteins en Ecuador. *Diario Asiatico de Ciencias Agricolas y Alimenticias*, 219-223.

Dechow , C. (Marzo de 2014). ¿Pueden ayudar las exposiciones a la selección genética? *Hoard's Dairyman*, 148-149.

Dechow, C. (Octubre de 2012). Yendo más allá de la primera generación híbrida. *Hoard's Dairyman*, 582-583.

Dechow, C. (Mayo de 2014). La investigación genómica confirma el impacto negativo de la consanguinidad. *Hoard's Dairyman*, 278-279.

Dechow, C. (Octubre de 2016). Las nuevas características de la selección tendrán menor confiabilidad. *Hoard's Dairyman*, 600-601.

DeVries, A. (23 de Junio de 2017). *La duración del período seco, ¿afecta la producción de leche?* Obtenido de Contexto ganadero: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-duracion-del-periodo-seco-afecta-la-produccion-de-leche>

Geno Global Ltd. (02 de Febrero de 2018). *Caraterísticas del Rojo Norouego* . Obtenido de Caraterísticas del Rojo Norouego :

<https://www.norwegianred.com/Start/Norwegian-Red/about-norwegian-red/Norwegian-Red-characteristics/>

Hazel , A. R., Heins, B. J., & Hansen , L. B. (2017). Fertilidad, supervivencia y conformación de cruce de vacas Montbéliarde x Holstein y Rojo Viquingo x Holstein comparado con Holstein puras durante la primera lactancia en 8 rebaños lecheros. *Diario de Ciencia Lechera*, 100(11), 1-12.

Hazel, A. R., Heins, B. J., Seykora, A. J., & Hansen, L. B. (2014). Producción, fertilidad y condición corporal de cruce Montbéliarde comparada con Holstein pura durante las primeras 5 lactancias. *Diario de Ciencia Lechera*, 97, 1-14.

McDaniel, B. (2011). Selección: Conceptos. En J. Fuquay, P. Fox, & P. McSweeney, *Enciclopedia de Ciencia Lechera* (Vol. 2, págs. 646-648). Londres: Elsevier.

Mendonça, L., Abade, C., da Silva, E., Litherland, N., Hansen, , L., Hansen, W., & Chebel, N. (2014). Comparación del estado metabólico en la salud en el parto y posparto en vacas cruzadas servidas por toros Holstein y Montbéliarde . *Diario de Ciencia Lechera*, 805-818.

Moran, J. (2005). *Producción lechera tropical* . Collingwood: Csiro.

Musakasa-Mugerwa, E. (1989). *Una revisión del desempeño productivo de la hembra Bos indicus (zebu)* . Obtenido de FAO:  
<http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5442E/x5442e00.htm#Contents>

- Piccand, V., Cutullic, E., Meier, S., Schori, F., Kunz, P., Roche, R., & Thomet, S. (2014). Producción y reproducción de cruces Flesvick Suizo y Holstein en un sistema en pastoreo rotacional . *Diario de Ciencia LEchera*.
- Porter , V., Alderson, L., Hall, S., & Sponenberg, P. (2016). *Enciclopedia Mundial de Razas y Mejoramiento Pecuario* . Londres: CABI.
- Uribe, H. (2012). Objetivos de la Mejora Genetica en Bovinos de Leche. *Informativo INIA Chile* .
- Wignans, G., & Gengler, N. (2011). Selección: Evaluación y Métodos. En J. Fuquay, P. Fox, & P. McSweeney, *Enciclopedia de Ciencia Lechera* (Vol. 2, págs. 649-655). Londres: Elsevier.