



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

ESTUDIO DE LAS CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN – REPRODUCCIÓN Y TIPO DE LOS TOROS HOLSTEIN EN ECUADOR.

DIEGO FABIÁN MALDONADO ARIAS

**Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo,
presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH,
como requisito parcial para la obtención del grado de:**

**MAGISTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL MENCIÓN REPRODUCCIÓN
BOVINA**

RIOBAMBA - ECUADOR

Julio 2019



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El trabajo de titulación modalidad proyectos de investigación y desarrollo, titulado “**Estudio de las Correlaciones entre Producción – Reproducción y Tipo de los Toros Holstein en Ecuador.**”, de responsabilidad del Sr. **Diego Fabián Maldonado Arias**, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Guido Fabián Arévalo Azanza; Mg.

PRESIDENTE

FIRMA

Ing. Hermenegildo Díaz Berrones; Mg.

DIRECTOR

FIRMA

Dr. Nelson Antonio Duchi Duchi; Ph.D.

MIEMBRO

FIRMA

Ing. Edgar Washington Hernández Cevallos.MC.

MIEMBRO

FIRMA

Riobamba, Julio 2019

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, **Diego Fabián Maldonado Arias**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Diego Fabián Maldonado Arias

C.I. 060292761-8

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Diego Fabián Maldonado Arias, declaro que el presente Trabajo de Titulación modalidad proyectos de investigación y desarrollo, es de mi autoría y que los resultados del mismo proyecto son auténticos y originales los textos constan en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, Julio 2019.

DIEGO FABIÁN MALDONADO ARIAS

C.I. 060292761-8

DEDICATORIA

A Dios.

Porque cada día me ha fortalecido y sustentado, colocando personas en mi camino que me han ayudado y apoyado para finalizar con éxito ésta etapa profesional.

A mí adorada esposa

Quien está presente en todos los momentos de mi vida de manera incondicional, por hacer cada día especial, por motivarme siempre, gracias por ser parte fundamental de todo éste logro, le amo.

A mi hijo

Quien es la razón y pilar esencial que me empuja a ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Posgrado y Educación Continua, por formarme como profesional, me siento orgulloso de ser parte de tan prestigiosa *Alma mater*.

Al Ing. Hermenegildo Díaz B, por todos los conocimientos compartidos, por su aporte académico, científico, profesional y sobre todo por la disposición a ayudarme en todos los momentos sin importar el tiempo, gracias por todo.

Al Dr. Nelson Duchi, Ph.D e Ing. Edgar Hernández, gracias por aceptar ser parte del trabajo de investigación, por guiarme y por aportar con sus valiosos conocimientos.

Al Ing. Fabián Almeida por su calidad y don de gente, quien me hizo parte de la presente investigación para dar solución a un problema productivo que se presenta en nuestro país.

CONTENIDO

iv

RESUMEN.....	
SUMARY	v

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Situación Problemática	3
1.3. Formulación del Problema	4
1.4. Justificación de la Investigación	5
1.5. Objetivos	7
1.6. Hipótesis	7
1.7. Hipótesis Alternativa.....	8

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA.....	9
2.1. Raza Holstein.....	9
2.2. Ajuste a 305 días.....	9
2.3. Ajuste a equivalente adulto.....	10
2.4. Mérito genético.....	11
2.5. Genotipo y fenotipo.....	11
2.6. Heredabilidad.....	12
2.7. Repetibilidad.....	14
2.8. Correlaciones genéticas.....	14
2.9. Más Probable habilidad de producir (MPHP).....	17
2.10. Valor Genético	18
2.11. Parámetros Fenotípicos	19
2.12. Evaluación lineal del ganado lechero.....	20
2.13. Parámetros fenotípicos (características de conformación).....	25
2.14. Modelos de evaluación genética	26
2.15. Selección de Reproductores	26

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.1. Identificación de las variables.....	28
3.2. Variable Independiente.....	28
3.3. Parámetros reproductivos.....	28
3.4. Variable Dependiente.....	28

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas.....	33
4.2. Correlación para las características productivas y características de tipo lineal.....	36
4.3. Correlación de Pearson, para las características lineales y reproductivas.....	41
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	51

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
Cuadro 2-1	Heredabilidad y repetibilidad de la raza Holstein.	13
Cuadro 2-2	Correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas.	16
Cuadro 3-1	Cronogramas de actividades	32
Cuadro 4-1	Coefficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas.	34
Cuadro 4-2	Coefficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal.	40
Cuadro 4-3	Coefficientes de correlación de Pearson, para las características lineales y reproductivas	45
Cuadro 4-4	Cálculo de la heredabilidad SCR	49

RESUMEN

El objetivo fue estudiar las correlaciones entre habilidad de transmisión predicha (PTA) de los toros de la Asociación Holstein del Ecuador con evaluación genética disponible en el país: Producción –Reproducción. En la provincia de Chimborazo se estudió las correlaciones entre habilidad de transmisión predicha de los toros de la Asociación Holstein del Ecuador con evaluación genética disponible en el país: Producción-Tipo-Reproducción.; mediante el uso de base de datos de toros Hosltein disponibles en EEUU, que son comercializados en el Ecuador; población (50 toros), se seleccionó 25 toros, los datos se analizaron por el método de Pearson utilizando SPSS versión Statistic 19. Entre parámetros productivos y reproductivos, el 56% de las características no se correlacionan, es decir son independientes. Con respecto a la correlación entre parámetros productivos y de tipo, se indica que el 82,61% de las características son independientes. Para la correlación entre parámetros reproductivos y de tipo el 67,82% de las características son independientes; los que progresan de manera directa son: Tasa de concepción del toro (SRC) con Habilidad de transmisión predicha de tipo (PTAT); SCR con Índice de composición de cuerpo (BDI); SCR con Altura ubre posterior (RH). Referente a la correlación entre parámetros productivos y reproductivos, se puede indicar que el 56% de las características no se correlacionan, es decir son independientes. Las que progresan de manera directa representan al 28%(se correlacionan; y el 16% de las características progresan de manera inversa. Es importante que el Ministerio de Agricultura, Ganadería (MAG), tome en consideración que los resultados de las investigaciones realizadas (transferencia de tecnología), se apliquen y sean difundidas a nivel de pequeños, medianos y grandes productores de ganado de leche en nuestro país.

Palabras clave: TECNOLOGIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS, GANADERIA, HOSLSTEIN, CORRELACIONES GENÉTICAS, PARÁMETROS PRODUCTIVOS, PARÁMETROS REPRODUCTIVOS, PARÁMETROS TIPO.

SUMMARY

The objective was to study the correlations between predicted transmission ability (PTA) of the Holstein Association of Ecuador bulls with genetic evaluation available in the country: Production and Reproduction. In the Chimborazo province, the correlations between predicted transmission ability of the Holstein Association of Ecuador bulls with genetic evaluation available in the country were studied: Production-Type-Reproduction; through the use of database of Holstein bulls available in the USA, which are commercialized in Ecuador; population (50 bulls), 25 bulls were selected, the data were analyzed by the Pearson method using SPSS version Statistic 19. Between productive and reproductive parameters, 56% of the characteristics do not correlate, so that they are independent. Concerning the correlation between productive parameters and type, it is indicated that 82.61% of the characteristics are independent. For the correlation between reproductive and standard parameters, 67.82% of the characteristics are independent; those progress directly is Rate of a conception of the bull (SRC) with Predicted transmission type Skill (PTAT); SCR with body composition index (BDI); SCR with rear udder height (RH). Regarding the correlation between productive and reproductive parameters, it can be indicated that 56% of the characteristics do not correlate, that is, they are independent. Those that progress directly represent 28% (they are correlated and 16% of the characteristics progress inversely.) It is important that the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG), take into account that the results of the investigations carried out (transfer of technology), apply and be disseminated at the level of small, medium and large producers of dairy cattle in our country.

Keywords: TECHNOLOGY AND AGRICULTURAL SCIENCES, LIVESTOCK, HOLSTEIN, GENETIC CORRELATIONS, PRODUCTIVE PARAMETERS, REPRODUCTIVE PARAMETERS, TYPE PARAMETER

CAPÍTULO I

Estudio de las correlaciones entre producción - reproducción y tipo de los toros Holstein en Ecuador

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de ganado de leche en Ecuador durante mucho tiempo, ha utilizado razas bovinas en su mayoría Hostein, Jersey, Brown Swiss, y los cruces entre varias razas con resultados satisfactorios (Ortega et al., 2007; Urdaneta, 2009). Es así como, desde hace varios años los ganaderos a pequeña y gran escala han trabajado con un genotipo racial que ajuste a sus necesidades productivas logrando adaptarse a las condiciones agroecológicas. La raza Holstein pertenece a la especie *Bos Taurus* es considerado pilar fundamental de la producción pecuaria en todas o casi todas las áreas del planeta gracias a sus peculiaridades en el tubo digestivo que le permiten transformar las materias vegetales en proteínas de alto valor biológico además de otras producciones importantes (Cruz, 2006).

Los parámetros de tipo, reproductivos y productivos juegan un papel de vital importancia en las Unidades de Producción Animal (UPAS) de ganado de leche, ya que su finalidad es orientar al ganadero a mantener la rentabilidad de la unidad pecuaria; además, ayudan a valorar el éxito de los programas de manejo reproductivo que se lleve a cabo en las UPAS.

Investigaciones realizadas sobre niveles de producción y potencial reproductivo en diferentes razas en varios grupos de animales, tomando en consideración promedios nacionales, se pudo observar que los animales mestizos Holstein presentaron mejor comportamiento productivo; éstos resultados crean las condiciones para establecer programas de evaluación y selección de hembras con los mejores niveles productivos, así como la posibilidad de evaluación del comportamiento de los diferentes grupos raciales de una determinada zona (Rodríguez-Voigt y Verde, 2002).

Hace varios años las ganaderías han querido solucionar los problemas de las características morfológicas, anatómicas, que ellos creen aumentan la eficiencia y la rentabilidad de la empresa

lechera, desde los inicios de la ganadería, los productores asocian que los animales con determinada conformación serían más productivos y por ende fueron adquiriendo mayor valor comercial.

La relación de las características morfológicas deseables en el ganado especializado para la producción de leche, las diferentes asociaciones de ganaderos han establecido algunos prototipos de vacas y toros llamas habitualmente “True Type” o “tipo ideal en conformación” los cuales aunque varían en alguna medida de un país a otro, según las condiciones productivas existentes en cada uno de ellos, progresivamente se han ido asemejando más entre sí, en la medida, que propenden a un ganado más especializado en producción de leche.

Algunas características de baja heredabilidad son la fertilidad de las hembras y resistencia a las enfermedades, con heredabilidad del 0.03 (Haard y Lindhé, 2005).

Las características reproductivas en hembras bovinas productoras de leche tienen gran importancia, ya que afectan en gran medida la rentabilidad de los hatos lecheros especializados, estas características tienen en común que sus heredabilidades son muy bajas y como consecuencia su progreso genético es muy lento (Sbardella y Gaya, 2010 y Camargo, 2012). Las pérdidas económicas por problemas reproductivos son atribuidas principalmente a intervalo entre partos prolongados, incremento en los costos de inseminación, pocos terneros por vaca por año, incremento de descarte de animales, elevados costos de reemplazo y menor vida productiva de las vacas (Wall et al., 2003 y Camargo, 2012).

A pesar de los problemas mencionados, el desempeño reproductivo de los animales no fue incluido por muchos años en programas de mejoramiento genético a nivel mundial y una de las causas fue que la selección se orientó hacia la producción lechera, en donde en los índices de selección además de las características productivas, se incluyeron características reproductivas y de salud (Miglior et al., 2005). Sin embargo, en los últimos años, algunos países han incluido características de fertilidad en sus índices de selección y consideran que su incorporación en esquemas de mejoramiento genético en ganado de leche tiene gran importancia (Kadarmideen et al., 2003 y Walsh et al., 2011).

En el 2003 el MAGAP impulsó un programa de conservación de “Recursos Zoo genéticos”, con el apoyo de la FAO e IICA para desarrollar la conservación y mejoramiento genético de las especies bovinas criollas o adaptadas en el Ecuador desde el tiempo de colonización; de igual manera el programa mantiene como procedimiento, la caracterización morfozoométrica para identificar el tipo común de estos bovinos, sobre la base del planteamiento con el fin de formar

núcleos de conservación y su posterior mejoramiento, para lo cual se proponen a la inseminación artificial, el trasplante de embriones y cruzamientos como las tácticas a implementar, sin una delimitación precisa, futura de sus evaluaciones y estándares a seguir.

Con estos antecedentes el propósito de esta investigación es, calcular la relación entre el fenotipo individual, obtenido en base a la aplicación del sistema de calificación de las características fenotípicas, morfológicas, del tipo productor lechero, “clasificación lineal” sobre el volumen de producción láctea y eficiencia reproductiva alcanzadas en vacas Holstein Ecuatorianas.

La importancia de este estudio es, establecer cuál de los caracteres fenotípicos tienen relación con la reproducción y han contribuido con el volumen de “Producción Lechera” alcanzada, para lograr un animal de “Tipo Funcional Lechero”, en la raza Holstein.

La relación de estas variables permitirá orientar criterios para obtener animales “Funcionales” de tipo lechero, diseñar claros progresos genéticos de funcionalidad, en rasgos estrechamente relacionados a la producción lechera, seleccionando los sementales que contribuyan de mejor forma al progreso del hato.

1.1 Planteamiento del Problema

Un elevado porcentaje de la ganadería lechera en el Ecuador, es manejado bajo sistemas tradicionales, lo que trae consecuencias perjudiciales tanto en aspecto productivo y reproductivo del hato, y por ende estos problemas afectan directamente a la rentabilidad de la empresa lechera, la realización de una auditoría anual de los parámetros productivos y reproductivos, permite conocer el estado real de la explotación, además podemos detectar los posibles errores en el manejo o la alimentación, y a partir de estos datos se puede tomar las decisiones adecuadas y establecer las estrategias que permitan mejorar los índices productivos y reproductivos tratando de alcanzar los ideales de cada raza en este caso de la raza Holstein (Schaeffer, L. R. 2004).

1.2 Situación Problemática

El propósito es desarrollar un programa de mejora con animales Holstein, adaptado a pequeñas unidades de producción situadas en las zonas altas del Ecuador que puedan producir según la zona, basados en los parámetros productivos, reproductivos y de tipo (Benavides, 2003). Los primeros análisis fenotípicos generales y los comprobados en campo, indican varios niveles de producción y un potencial reproductivo que no son explotados al 100% por no tomar en cuenta las correlaciones genéticas, producto de los diferentes cruzamientos, donde particularmente los

animales mestizos de Holstein presentaron un mejor comportamiento (Mendoza, 2005), (Galvis. R Munera, 2005). Los resultados crean las condiciones para establecer programas de evaluación y selección de hembras y machos con los mejores niveles productivos, así como la posibilidad de evaluación del comportamiento de los diferentes grupos raciales de una determinada zona (Hernandez V. M., 2013).

1.3 Formulación del Problema

Tradicionalmente, en países de zonas templadas la producción de leche ha dependido casi en forma exclusiva del uso de razas puras altamente especializadas tales como Holstein, Jersey y Brown Swiss, etc.

En países de zonas tropicales como el nuestro la producción de leche está sujeta al manejo, si este es más especializado tendrá en razas puras su sustento en el desarrollo productivo y ganaderías de menos tecnificación o de altitudes superiores a los 3000msnm la alternativa de los cruces es muy utilizada, otro aspecto que refuerza la existencia del concepto de raza, es precisamente el distinto comportamiento en cuanto a la transmisión de los caracteres, bien si se considera en el interior de la raza (selección) o entre razas (cruzamiento), aportando claros ejemplos a partir de razas originarias del mismo tronco.

Cuando se lleva a cabo un plan de mejora genética por selección sobre una determinada raza es obligado conocer las características de dicha raza y necesariamente su grado de pureza. Si no conocemos realmente el material con el que estamos trabajando podemos llegar a encontrarnos con curiosos y sorprendentes resultados.

Efectivamente en el desarrollo de un esquema de mejora por *selección* en raza pura, los criterios genéticos fundamentales que lo presiden son la heredabilidad y la repetibilidad del carácter o caracteres a mejorar. Por el contrario en un plan de mejora por cruzamiento (entre razas) la transmisión de los caracteres a la descendencia ofrece mecanismos bien diferentes. Así fenómenos de aditividad (determinismo genético aditivo) y de heterosis, provocan una mayor capacidad de transmisión en cualquier carácter.

Generalmente se aduce que bajo circunstancias de manejo intensivo los cruces no son capaces de superar el rendimiento de las razas puras. Sin embargo, en países de tradición lechera tales como Nueva Zelanda, más del 20% del hato lechero está constituido por cruces, principalmente Holstein×Jersey (AhlbornBreier y Hohenboken 1991, López-Villalobos et al. 2000a).

Realizar cruzamientos bovinos con fines de producción lechera permite mejorar la eficiencia de los parámetros productivos y reproductivos. El objetivo primario de la mejora genética del ganado lechero es aumentar la eficiencia en la producción de leche; muchos productores consideran el cruzamiento como una alternativa para alcanzar este objetivo y debido al fácil acceso a material genético de todas partes del mundo, junto con la estandarización de las evaluaciones genéticas, y la fuerte competencia entre razas (Holstein, Jersey, y Brown Swiss), han hecho el cruzamiento cada vez más viable.

El cruzamiento además es una alternativa para mejorar la composición de la leche, la salud, la fertilidad y la supervivencia, puesto que las diferencias entre razas son mayores que las diferencias dentro de la misma raza y se pueden lograr mayores beneficios por vigor híbrido, el cruzamiento puede considerarse como el proceso opuesto a la consanguinidad, puesto que mientras ésta tiende a producir una disminución del vigor de la viabilidad y la fecundidad, aquél, por el contrario, aumenta estas características en la progenie. Se puede reunir en los mestizos las características más importantes de las razas progenitoras, y conservarlas por varias generaciones eliminando aquellos individuos que no las presenten, mediante una rigurosa selección.

Los cruzamientos proveen el uso de la heterosis y la explotación de la complementariedad mediante la optimización de la contribución genética aditiva de las diferentes razas. La heterosis es definida como la ventaja de un animal cruzado sobre el promedio de sus progenitores puros, o como la ventaja de un animal heterocigoto en comparación con los homocigotos (Bohada citado por Echeverry, et al. 2006). Es importante tener en cuenta que el vigor híbrido obtenido por el cruzamiento, va disminuyendo a medida que los animales envejecen, expresándose especialmente en la primera y segunda lactancia de los individuos. El mayor o menor nivel de heterosis, para todas las características, va a depender de las diferencias genéticas de los animales que se cruzan, las que guardan una relación directa con el vigor híbrido.

1.4 Justificación de la Investigación

Hace varios años las ganaderías han querido solucionar los problemas de las características morfológicas, anatómicas, que ellos creen aumentan la eficiencia y la rentabilidad de la empresa lechera, desde los inicios de la ganadería, los productores asocian que los animales con determinada conformación serían más productivos y por ende fueron adquiriendo mayor valor comercial.

Estos conceptos se van fijando más fuertemente durante los siglos XVIII y XIX con el establecimiento de los registros genealógicos, la creación de asociaciones de criadores de ganado

registrado y, posteriormente, de registros productivos (Schaeffer, L. R. 2004), conjuntamente con la evolución de las organizaciones ganaderas se modifica el concepto acerca de las características morfológicas que deben poseer los animales para satisfacer de mejor manera los objetivos productivos. Esto es observable en diferentes especies y desde luego en el ganado bovino de leche.

La relación de las características morfológicas deseables en el ganado especializado para la producción de leche, las diferentes asociaciones de ganaderos han establecido algunos prototipos de vacas y toros llamas habitualmente “True Type” o “tipo ideal en conformación” los cuales aunque varían en alguna medida de un país a otro, según las condiciones productivas existentes en cada uno de ellos, progresivamente se han ido asemejando más entre sí, en la medida, que propenden a un ganado más especializado en producción de leche.

La pregunta que ha dado motivo a muchas discusiones entre ganaderos, científicos y personas relacionadas con la inseminación artificial, es si este, “tipo Ideal”, reúne las características que debe poseer una vaca para que ella realmente satisfaga adecuadamente los objetivos de mayor producción, funcionalidad, longevidad, y como consecuencia de lo anterior se más eficiente y rentable.

En el Ecuador, las metodologías de evaluar el estado o potencial genético de los bovinos se han limitado a procesos operativos como la Inseminación Artificial (IA) y la Transferencia de Embriones (TE), como técnicas de reproducción, esperando que el resultado de la nueva generación supere a sus antecesores, más aun, no se ha evaluado como estas técnicas han mejorado la potencialidad o funcionalidad del ganado sometido desde los inicios del IA en 1952 en el Ecuador, (A.H.F.E, 1992).

En el 2003 el MAGAP impulso un programa de conservación de “Recursos Zoo genéticos”, con el apoyo de la FAO e IICA para desarrollar la conservación y mejoramiento genético de las especies bovinas criollas o adaptadas en el Ecuador desde el tiempo de colonización; de igual manera el programa mantiene como procedimiento, la caracterización morfozoométrica para identificar el tipo común de estos bovinos, sobre la base del planteamiento con el fin de formar núcleos de conservación y su posterior mejoramiento, para lo cual se proponen a la inseminación artificial, el trasplante de embriones y cruzamientos como las tácticas a implementar, sin una delineación precisa, futura de sus evaluaciones y estándares a seguir.

Con estos antecedentes el propósito de esta investigación es, calcular la relación entre el fenotipo individual, obtenido en base a la aplicación del sistema de calificación de las características

fenotípicas, morfológicas, del tipo productor lechero, “clasificación lineal” sobre el volumen de producción láctea y eficiencia reproductiva alcanzadas en vacas Holstein Ecuatorianas.

La importancia de este estudio es, establecer cuál de los caracteres fenotípicos tienen relación con la reproducción y han contribuido con el volumen de “Producción Lechera” alcanzada, para lograr un animal de “Tipo Funcional Lechero”, en la raza Holstein.

La relación de estas variables permitirá orientar criterios para obtener animales “Funcionales” de tipo lechero, diseñar claros progresos genéticos de funcionalidad, en rasgos estrechamente relacionados a la producción lechera, seleccionando los sementales que contribuyan de mejor forma al progreso del hato.

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 General

Estudiar las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros de la Asociación Holstein del Ecuador con evaluación genética disponible en el país: Producción – Reproducción.

1.5.2 Específicos

- Determinar la correlación entre parámetros productivos y reproductivos
- Evaluar la correlación entre parámetros productivos y de tipo
- Determinar la correlación entre parámetros reproductivos y tipo de los toros de la Asociación Holstein del Ecuador.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis Nula (H₀)

En los toros de la Asociación Holstein del Ecuador con evaluación genética disponible en el país no existen correlaciones genéticas entre parámetros productivos-reproductivos, dado que las condiciones de producción de Ecuador son diferentes a las de otros países.

1.6.2 Hipótesis Alternativa (Hi)

En los toros de la Asociación Holstein del Ecuador con evaluación genética disponible en el país existen correlaciones genéticas entre parámetros productivos-reproductivos, dado que las condiciones de producción de Ecuador son diferentes a las de otros países.

CAPÍTULO II

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Raza Holstein

(Hernandez V. M., 2013) Manifiesta que el ganado Holstein-Friesian tiene su origen en Holanda, en los países Europeos se le encuentran como un animal de doble propósito. En los E.U.A se desarrolló un tipo con más alta producción de leche, que luego fue distribuido en América Latina, el color característico de la raza es blanco manchado de negro. En ocasiones, se observa ejemplares con mancha rojas. La proporción de los dos colores es variable, aunque siempre debe ser blanco el abdomen, la borla de la cola y parte de las extremidades. El peso promedio de las hembras adultas es de 600 a 650 kg. Los machos siempre tienen peso superior, llegando a sobrepasar los 1200 kg.

Este tipo de ganado es uno de los más grandes y sus características son bastante definidas. Las hembras presenta la típica forma triangular, que caracteriza a las razas lecheras. En la mayoría de los animales de esta raza son dóciles y fáciles de manejar. Las vacas Holstein son las mejores productoras de leche, pero el contenido de grasa butírica de la leche no es muy alto. Por su alta producción, los animales puros de raza Holstein no soportan bien los climas tropicales. Por tal razón, se realiza la cruce de estas razas con el ganado cebú. El resultado es un animal resistente con una mayor producción de leche.

(Contextogadero, 2015), menciona que las vacas Holstein pueden alcanzar pesos de 600 kilos, lo que las mantiene con fuerza para producir leche con un contenido graso de 3.70 y proteico de 3.15. **Es considerada una de las razas lecheras más famosas, en el mundo entero por la alta producción que alcanza cada animal.**

2.2 Ajuste a 305 días

(Trujillo, 1994) , menciona que en 1985, la American Dairy Science Association de Estados Unidos, recomienda que los registros de lactación fueran estandarizados a un periodo fijo de 305 días, permitiendo una mejor estimación del coeficiente de heredabilidad y repetibilidad. De esta manera desarrollaron factores para proyectar las lactancias incompletas o sobrepasadas a la base común de 305 días, los cuales se han estimado en base a procedimientos que consideran el

promedio del hato y la producción de la vaca en el último día de muestreo. Durante muchos años se consideró como ideal una lactación de 10 meses con partos a intervalos de 12 meses.

Ochoa, P (2008), dice que durante el periodo de lactación, la producción de leche va aumentando a partir del parto, hasta que alcance su máxima producción, lo que podrá ocurrir dentro de la tercera a sexta semana; posteriormente sufre un descenso gradual en la producción. El grado en el que se mantiene la producción conforme esta avanza se llama persistencia. Algunas veces el ganado lechero es seleccionado frecuentemente en el transcurso de la lactancia, con la ayuda de los factores de ajuste que relaciona la producción total con respecto a la producción parcial acumulada, permite estimar la producción a 305 días. Estos factores de corrección varían de acuerdo a la raza, edad y lugar donde fue calculado.

(Benavides, 2003), sostiene que la producción de leche de una vaca es el resultado de la relación del ambiente y de la herencia. Para que las evaluaciones genéticas sean precisas es importante que el registro de producción de leche indique con el mayor cuidado posible el potencial genético de los animales. Para esto, algunos factores ambientales que influyen directamente en la producción de leche, pueden ser controlados utilizando el ajuste previo para remover el efecto ejercido en el desempeño de los animales.

(Benavides, 2003), indica que los principales efectos ambientales controlados con factores de ajuste para producción de leche por lactancia envuelven otras características de desempeño de la vaca (duración del periodo seco anterior al parto, duración del periodo parto-concepción, días en lactancia, entre otros). A su vez existen efectos causados por el manejo o nivel de producción de las haciendas (número de ordeñas diarias, el sistema de alimentación, el sistema de ordeña entre otros) y los efectos causados por el ciclo de vida del animal, como por ejemplo la edad y el número de partos de la vaca. El ajuste para estos efectos causa una disminución de la varianza ambiental, lo que permite comparar individuos que están sometidos a diferentes condiciones ambientales de manera confiable.

2.3. Ajuste a equivalente Adulto

(Mendoza, 2005), Señala que luego de ajustar los registros para días de lactancia se debe ajustar para edad adulta o equivalente adulto, la edad adulta estándar es de 60 meses, en nuestro medio puede ser más de 60 meses, esta edad también depende de la raza. El procedimiento para ajustar a edad adulta es muy parecido al procedimiento para días de lactancia, podemos ajustar mediante el uso de valores tabulares, como también calculando calores propios de regresión buscando a través de la mejor curva de ajuste.

(Mendoza, 2005), Que para ajustar a edad adulta, es necesario que la producción de leche incremente hasta la edad adulta es decir hasta los 60 meses, luego tienda a decrecer, esta particularidad hace que la producción de leche de acuerdo a la edad sea doble exponencial, una curva ascendente hasta la edad madura y una decreciente posterior a esa edad. Esta es la razón porque los valores tabulares de ajuste inferiores y mayores a 60 meses de edad son mayores a 1.

(Trujillo, 1994), señala que en el caso de los ajustes para la edad adulta, estos remueven el sesgo al comparar la producción de los animales a diferentes edades, ya que varios investigadores mencionan que la producción de leche aumenta con la edad y número de partos hasta la madurez, declinando después 9 ligeramente y la edad en la cual se alcanza la producción máxima puede variar con el manejo particular del hato. Un solo registro de producción no predice lo que puede producir una vaca en el futuro, ya que esta predicción no se podría hacer con mucha precisión, puesto que le ocurren muchas cosas a la vaca antes de que llegue a su madurez, y las condiciones ambientales que afecten sus registros futuros pueden ser muy distintas.

2.4 Mérito Genético

(Galvis. R Munera, 2005), menciona que técnicamente el mérito genético es la suma de los efectos promedio de todos los genes que posee un individuo. Esta definición se basa en que los progenitores pasan a sus hijos los genes y no los fenotipos.

(Galvis. R Munera, 2005), el mérito genético es también considerado un valor matemático y puede expresarse en unidades absolutas en vez de desviaciones, interpretándose su valor fenotípico. Los métodos para calcular el mérito genético varían dependiendo de los registros que dan la información (pedigrí, pruebas de progenie, por semejantes).

(Galvis. R Munera, 2005), manifiesta que el mérito genético de un individuo depende de la población en que se tome, ya que ésta es la población de la cual se establece la base genética. Un individuo con alto mérito genético para una característica deseada mejora en una población con valor genético promedio, pero si se aparea en otra población con una media de valor genético superior no podrá mejorar la característica. Y la base genética es el punto de referencia utilizado para expresar el mérito genético de un animal para un rasgo.

2.5 Genotipo y fenotipo

(Apolo, 2012), El genotipo de un individuo es considerado como la secuencia de genes que determinan su código genético único, es decir su 10 constitución genética completa. Por su parte, el fenotipo son las características observables o medibles de un individuo como por ejemplo (color, peso, etc.). El fenotipo resulta de la expresión del genotipo, así como de la influencia de factores ambientales y de la posible interacción genotipo - ambiente.

(Martinez, 2003), en sentido biológico, los individuos heredan únicamente las estructuras moleculares del que se desarrollaron. Mencionándose de igual forma que los individuos heredan sus genes, no los resultados finales de su desarrollo histórico individual, y para evitar esta confusión entre los genes (que se heredan) y los resultados visibles del desarrollo (que no necesariamente se heredan, o no se heredan totalmente), los investigadores de la genética hacen una distinción fundamental entre el genotipo y el fenotipo de un organismo. Aclarando entonces que dos organismos comparten el mismo genotipo si tienen el mismo conjunto de genes aunque pueden tener fenotipos muy distintos, particularmente si los ambientes en que crecieron esos dos individuos influyeron de manera diferente la expresión de sus genes.

(Martinez, 2003) , indican además que en términos estrictos, el genotipo describe el conjunto completo de los genes heredados por un individuo y el fenotipo describe todos los aspectos de su morfología, fisiología, conducta y relaciones ecológicas. En este sentido, es muy difícil que en la naturaleza dos individuos tengan fenotipos idénticos, porque siempre existe alguna diferencia (por pequeña que sea) en su morfología o en su fisiología. Los fenotipos idénticos son sólo posibles cuando los individuos se han reproducido asexualmente (por ejemplo, por clonación) y crecen en ambientes idénticos. Más aún, dos organismos cualesquiera difieren al menos un poco en su genotipo, exceptuando aquellos que proceden de otro organismo por reproducción asexual.

2.6 Heredabilidad

(Batista, 2011) , es la porción de superioridad (o inferioridad) fenotípica esperable observar en los hijos de los padres, para una determinada característica. Si una característica tiene alta heredabilidad (h^2), entonces los padres con buena producción tendrían hijos también con buena producción, y viceversa.

(Batista, 2011), menciona de igual forma que la h^2 es una medida de la fortaleza (consistencia, confiabilidad) de la relación entre fenotipos y valores de cría para una determinada característica en una población.

(Benavides, 2003), aporta que la h^2 es la parte genética del animal que puede ser heredada. Para su estimación es necesario conocer registros de parientes en un mismo carácter. En el cuadro 1, se muestra la h^2 de las diversas características de las cuales, según el Departamento de Genética y Bioestadística de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia- UNAM de la ciudad de México.

Cuadro 2-1 Heredabilidad y repetibilidad de la raza Holstein.

Holstein	h^2 (EE)	r(EE)
PL	0,24(0,082)	0,27(0,082)
PP	0,29(0,081)	0,31(0,082)
PG	0,35(0,087)	0,41(0,087)
SCS	0,08(0,072)	0,31(0,075)
IEP	0,09(0,037)	0,10(0,037)
DA	0,08(0,037)	0,10(0,037)
NSC	0,04(0,025)	0,07(0,026)
TC	0,03(0,026)	0,08(0,027)

PL= producción de leche; PP= porcentaje de proteína; PG= porcentaje de grasa; SCS= puntaje de Células somáticas; IEP= intervalo entre partos; DA= días abiertos; NSC= número de servicios por concepción; TC= tasa de concepción; h^2 =heredabilidad; r= repetibilidad; EE= error estándar

Fuente: Zambrano (2014).

(Castro, 2012), expresa que la h^2 es la medida de la magnitud relativa con que fluyen los factores genéticos y ambientales en la variación de un carácter. Este índice puede tener valores de cero a uno. Explicándose entonces que sí el índice de herencia para un cierto carácter es 0 (cero), quiere decir que las diferencias entre animales son determinadas por factores ambientales solamente, sí, al contrario, h^2 es 1 (uno), todas las diferencias entre animales son determinados por los genes y se heredan de generación en generación. Entonces los caracteres con un alto índice de herencia se transmitirán en mayor grado que caracteres con bajo índice y en el primer caso el ambiente influye menos que el segundo, sí el índice de herencia de un carácter es alto, éste responderá bien a un programa de mejoramiento genético.

2.7 Repetibilidad

(Calle, 2007) Menciona que el índice de repetibilidad se simboliza con r , muchas de las características de interés económico en las especies domesticas se manifiestan varias veces en la vida de un animal, para éstas características se define como la correlación entre medidas repetidas sobre un mismo individuo, o sea en dos momentos diferentes de su vida. Cualquier característica es el resultado de la acción de los genes y del ambiente.

(Calle, 2007), en cuanto a la principal utilidad de la r está en predecir la producción probable de “ x ” animal en un futuro a partir de una medición. El hecho de conocer dicha característica permite tomar decisiones respecto a determinado animal de la población a partir de una medición como mínimo. La producción de leche en la primera lactancia, podemos establecer a partir de la misma el futuro productivo de dicho animal. La r para éste carácter es de 0,53; éste valor nos garantiza el comportamiento futuro del animal, en base a éstos datos el productor tomará decisiones respecto a animales, es decir dejarlos o no en el hato. Tal como se puede apreciar en el cuadro 2, la r basada en estudios del Departamento de Genética y Bioestadística de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM de la ciudad de México.

2.8 Correlaciones genéticas

(Ochoa, 2008), Algunas características están relacionadas con otras, ya sean positiva o negativamente, en términos estadísticos. Esta correlación puede ser de origen genético o ambiental. La correlación genética es la que nos interesa por su influencia en los programas de selección. Dentro de las principales correlaciones para ganado de leche tenemos:

2.8.1. Relación entre producción de leche y longevidad de la vaca.

(Ochoa, 2008), Señala que el factor más importante que influye sobre la permanencia de una vaca, en el hato es el nivel de producción de la leche. Las vacas altamente productoras permanecen más tiempo que las vacas de baja producción. La producción en la primera lactancia tiene una alta correlación genética 0,75 con la longevidad.

(Hernandez, 2011), la longevidad en el ganado lechero es una medida de su capacidad para sobrevivir en el rebaño ya sea al desecho voluntario (debido a baja producción de leche) como al involuntario (debido a problemas reproductivos o de salud).

(Hernandez, 2011), menciona que para estudiar la longevidad del ganado lechero deben utilizar diferentes variables, siendo las más utilizadas la duración de la vida productiva en el hato (medida como la diferencia entre la fecha de primer parto y la fecha de desecho o del último registro de producción) o la vida productiva funcional cuando se corrige por la producción lechera, el número total de lactancias, la producción de leche acumulada en todas las lactancias o la producción de leche acumulada a la tercera lactancia y las habilidades de permanencia hasta cierto número de meses de edad (36, 48, 60, 72, 84 meses) o cierto número de meses después del primer parto (12, 24, 36 meses).

(Ochoa, 2008), en sus estudios realizados en mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche, observó una alta correlación genética entre caracteres productivos y reproductivos, por lo que se puede explicarse por dos razones, primero, si la vaca tiene una alta producción debe ser una vaca con buena conformación, lo que favorece a la permanencia de la vaca en el hato y segundo, las vacas de baja producción son eliminadas a edad temprana por lo que no tienen oportunidad de demostrar su longevidad.

2.8.2. Relación entre producción de leche y clasificación lineal

Indican que la estimación de correlaciones genéticas es importante para la realización de un programa de mejoramiento en los animales, por ello la clasificación lineal es el procedimiento por el cual se valora visualmente cada una de las características de un individuo, donde cada característica se describe en un rango de 1 a 9, y se clasifican en grupos asociados con el cuerpo, anca, patas y pezuñas, y ubre.

(Corrales, 2012), menciona que diferentes estudios han mostrado la existencia de correlaciones genotípicas medias entre la producción de leche con estatura (0,42); profundidad del cuerpo (0,36); angularidad (0,48); ancho de isquiones (0,46); altura de la ubre posterior (0,48); e inserción anterior de la ubre 15 (0,32). Internacionalmente se ha propuesto la utilización de índices de selección, los cuales incluyen la producción de leche y características de tipo (CT) que se relacionan con la producción, reproducción y salud de la vaca, con el objetivo de lograr un progreso genético que conduzca a un mejoramiento de la productividad y la funcionalidad de las vacas lecheras en los hatos.

(Corrales, 2012), la correlación de las características de las patas y pezuñas con producción de leche se encontró en un rango de (-0,13) con calidad de hueso y 0,35 con vista posterior de los miembros. Establecen que las características profundidad de la ubre, ligamento suspensorio medio, inserción anterior, ancho de la inserción y colocación de pezones posteriores fueron las

que presentaron mayor correlación genética con producción de leche. Las correlaciones negativas indican que vacas con alta producción tienen una ubre más débil debido a que presenta mayor profundidad, una inserción anterior débil y pezones posteriores hacia afuera. Teniendo en cuenta que en la clasificación lineal una calificación de 9 para profundidad de la ubre corresponde a una ubre superficial y la calificación de 1 corresponde a una ubre profunda.

La correlación genética negativa entre profundidad de la ubre y producción de leche, indica que vacas con ubres muy profundas pueden tener mayor producción pero presentar mayores problemas sanitarios en la ubre y por ende un mayor riesgo de descarte. La correlación positiva entre las características ancho de la inserción y ligamento suspensorio medio se presenta porque ubres anchas de la inserción se relacionan con mayor capacidad de almacenamiento de la leche.

(Corrales, 2012), Las correlaciones genéticas encontradas para producción de leche y las características de tipo indican que las conformaciones del animal tienen de media a baja relación genética con producción de leche, a excepción de la característica profundidad de la ubre que tuvo una alta correlación negativa que indica que las vacas de alta producción tienden a tener unas ubres más profundas por efecto del peso de la leche. Por lo tanto indica que es posible seleccionar individuos para características de tipo sin afectar la producción de leche y de esta manera tener vacas funcionales con una larga vida productiva y 16 pocos problemas sanitarios, tal como se indica en el cuadro 3, las correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas.

Cuadro 2-2 Correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas

CARACTERÍSTICA	CORERLACIÓN GENÉTICA
Longevidad (meses)	0.75 ¹
PDN durante la vida productiva	0.80 ¹
Peso Corporal	0.15 ¹
Estatura	0.42 ³
Carácter Lechero	0.38 ¹
Caracteres corporales descriptivos*	
Profundidad del cuerpo	0.36 ³
Angularidad	0.36 ³
Altura de la ubre posterior	0.48 ³
Inserción anterior de la ubre	0.32 ³
Soporte de ubre	-0.04 ²
Pezones	-0.02 ²
Patas y pezuñas (calidad de hueso)	-0.13 ³
Vista posterior de los miembros	0.35 ¹

Los caracteres corporales descriptivos medidos como porcentaje de lo deseable (optimo)

Fuente:

¹ Ochoa, P. (2008)

² Corrales, A et al (2012)

³ Telo, L. (2002)

2.9 Más Probable habilidad de producir (MPHP)

(Mendoza, 2005), indica que es una medida para pronosticar el posible comportamiento productivo de una vaca en el próximo parto; la fórmula que a continuación se menciona cumple en el caso que la vaca tenga un solo registro, donde el valor de la r nos da el grado de seguridad de que realmente esa superioridad o inferioridad de una determinada hembra se manifieste en una próxima generación.

$$\text{MPHP} = X \text{ hato} + r(X \text{ vaca} - X \text{ hato})$$

Dónde: R = Repetibilidad

(Mendoza, 2005), además menciona que cuando la vaca tiene más de un registro de producción, la confiabilidad de la predicción se incrementa debido a la mayor información que dan los registros repetidos de ese animal y se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{MPHP} = X \text{ hato} + R(X \text{ vaca} - X \text{ hato})$$

$$R = nr / 1 + (n - 1) r$$

Dónde:

R = Grado de confiabilidad.

n = Número de registros.

r = Repetibilidad.

(Mendoza, 2005), la utilidad de los valores MPHP son:

- Al utilizar el promedio de muchas observaciones repetidas como base para la selección, se evita al máximo errores por efectos de las condiciones medio ambientales temporales.
- Los valores de MPHP se utilizan para desechar hembras de un hato en donde exista considerable variación. Quintero, D. y Vargas, F. (2014), expresan que la MPHP, es una fórmula de predicción genética que utiliza una sola fuente de información y que permite calcular la habilidad de producción más probable (MPPA) de cada individuo en el estudio, siendo esto un índice de selección que indica que tan bueno es un individuo con relación al grupo contemporáneo.

Jagusiak, (2006), expresan que la MPHP, es una fórmula de predicción genética que utiliza una sola fuente de información y que permite calcular la habilidad de producción más probable (MPPA) de cada individuo en el estudio, siendo esto un índice de selección que indica que tan bueno es un individuo con relación al grupo contemporáneo.

2.10 Valor Genético

(Telo, 2002), Indica que el valor genético (breeding value) se considera al valor de un individuo en un programa de selección como la suma de los efectos de cada uno de los alelos que afectan al carácter de interés en un animal. Conceptualmente, el valor genético es el doble del desvío de un gran número de descendientes (teóricamente ∞) del individuo, relativo a la media de la población.

(Telo, 2002), El valor genético de un animal se expresa como una diferencia relativa a la media de la población y depende de las frecuencias génicas y por lo tanto de la población donde la comparación es realizada. Naturalmente, el individuo posee un valor genético para cada carácter que deseamos considerar, independientemente que el carácter sea o no medido en el animal. Siendo que el valor genético real de un animal nunca llega a ser conocido, pero es estimado con mayor o menor precisión de acuerdo a la información disponible.

(Mendoza, 2005), indica que el cálculo de valores genéticos en los animales se basa en las siguientes suposiciones: Los valores fenotípicos empleados en la evaluación, son una muestra al azar de la población. El medio ambiente actúa en forma aleatoria sobre la población en la que se evalúan las comparaciones. La primera fase dentro del mejoramiento genético es identificar el valor genético de cada animal para el carácter o caracteres que se desean mejora, para determinar dicho valor es necesario tener una o varias fuentes de información, como son registros del individuo, de sus progenitores, de sus parientes colaterales, o de su descendencia, en el caso de animales jóvenes, la genealogía es la fuente más importante, por lo que en toda explotación es necesario llevar a cabo registros adecuados de producción. Se define como valor genético al valor de un individuo juzgado por el valor medio de su progenie, señalando que esto debe de considerar a la población en que se han realizado los apareamientos.

(Mendoza, 2005), indica que es de mucha importancia saber el valor genético de las vacas para así poder seguir utilizando a esa hembra en producción. Y señala la siguiente fórmula:

$$VGH = nh^2 / 1 + (n - 1)r^* (X \text{ vaca} - X \text{ hato})$$

Dónde:

n = Número de registros.

h^2 = Valor de la heredabilidad para la característica en cuestión.

r = Repetibilidad.

X vaca= Media de cada vaca para la característica en cuestión.

X hato= Media del hato para la característica en cuestión.

(Telo, 2002), manifiesta que el valor genético real de un animal nunca llega a ser conocido, en el mejor de los casos se podrá disponer de una muy buena aproximación del valor real cuando se tiene información de muchos descendientes del animal.

2.11 Parámetros Fenotípicos (características de Conformación)

(Moro, 1998), Establecen que desde principios del siglo, los criadores de ganado comenzaron a poner énfasis en el mejoramiento genético del rendimiento de leche, por lo que hasta hace algunos años la evaluación de los sementales se efectúa exclusivamente tomando en cuenta este aspecto de sus hijas para criterios de selección, apoyados por sistemas bien organizados de registro de información, como la producción de equipos de cómputo y la generación de la teoría de mejoramiento animal.

(Moro, 1998), Mencionan que la calificación de las características de conformación favorece la identificación de sementales con posibilidades de producir hijas con aspectos de conformación con una vida productiva más larga. Inicialmente, la calificación de conformación consistía en descripciones físicas aplicadas únicamente a las vacas registradas. El sistema era subjetivo porque se basaba en la calificación de las vacas considerando la cercanía o lejanía a un tipo ideal.

(Moro, 1998), Indican que los rasgos de las escalas lineales han variado desde 1 a 9 puntos hasta rangos de 50 a 100 puntos para calificar desde 11 hasta 27 rasgos diferentes. En este sentido, se han realizado investigaciones con el objeto de determinar cuáles son las características que tienen valores de h^2 suficientemente altos para ser consideradas dentro de los programas de mejoramiento y que además tengan altas correlaciones entre sí, lo cual permitiría eliminar algunas de ellas de la calificación.

(Serrano, 2009), evaluar nuestro ganado nos permite realizar un buen proceso de selección con el fin de reproducir en nuestro hato sólo aquellos animales que presentan las mejores características.

La clasificación lineal nos permite evaluar cada característica de forma independiente dándole un puntaje a cada *ítem* evaluado dependiendo de las desviaciones encontradas con respecto a lo que consideramos el *standard* de cada raza.

(Serrano, 2009), Canwest DHI HerdImprovement publicó en 2004 una estadística donde nos muestran las razones por las cuales el ganado de leche es descartado en Canadá. El 31% de los animales fueron descartados por presentar problemas reproductivos; el 18% por presentar problemas de mastitis; el 13% por presentar bajas producciones; el 10% por presentar problemas de patas y pezuñas y el 9% por presentar problemas de ubres desprendidas. Los demás animales

fueron descartados por diversas causas entre las que se encuentran enfermedades, accidentes, vejez y temperamento entre otras. Como vemos, al menos el 50% de los animales lecheros fueron descartados por problemas anatómicos que se pueden evaluar fácilmente antes de iniciar cualquier programa reproductivo.

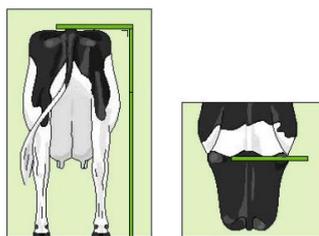
2.12 Evaluación lineal del ganado lechero

La Asociación de Razas Puras de Ganado Lechero, es una organización integrada por representantes de cada una de las razas lecheras. Esta asociación ha diseñado una tarjeta de calificación o puntaje de 100 puntos, consta de 5 grupos: *sistema mamario* recibe el 40% del puntaje total. *Patatas y pezuñas*, también muy importantes para la duración de la vaca en el rodeo, reciben el 20% del puntaje final. *Tren anterior y capacidad*, que tienen relación con la respuesta física de la vaca a las exigencias a las que la sometemos, reciben el 15% del puntaje. *Las fuerzas lecheras*, que tienen una correlación positiva importante con la aptitud productiva de la vaca, reciben el 20%. *La grupa* se lleva el 5% del puntaje y tiene relación con la facilidad de parto, la fertilidad. Dentro de estos 5 grupos están repartidas 21 características. Tanto los grupos como las características están homologadas para todas estas razas aceptadas por la PDCA.

En Holstein Association USA se puede encontrar toda la información de toros y vacas de los estados unidos analiza características estandarizadas lineales de tipo.

a. Estatura

La Federación Holstein Friesian Internacional, indica las siguientes medidas como: la altura a la cadera: 1. baja (1,12 m); 5. Intermedia (1,25 m) y 9. Alta (1,37 m).

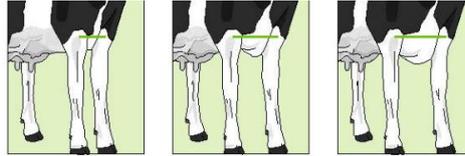


Fuente:<http://whff.info>, 2019

b. Fortaleza

Es la medida entre las dos patas delanteras en su parte más alta. 1 – 3 Estrecho, 4 – 6 Intermedio, 7.- 9 Ancho.

Escala de referencia: 13 cm. – 29 cm; 2 cm. por punto



Fuente:<http://whff.info>, 2019

c. Profundidad corporal

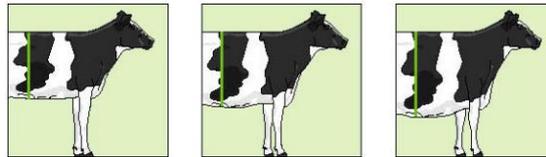
Es la distancia entre el dorso o línea dorsal de la vaca y la parte más baja del barril, en la última costilla. Es independiente de la estatura.

1 – 3 Poco profundo

4 – 6 Intermedio

7 – 9 Profundo

Escala de referencia: Óptico en relación con el equilibrio del animal.



Fuente:<http://whff.info>, 2019

d. Angulosidad o temperamento lechero

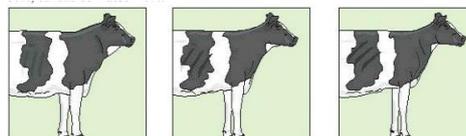
Ángulo y separación de las costillas, combinado con la calidad del hueso, evitando bastedades.

No es un verdadero carácter lineal. 1-3 Falta de angulosidad

4-6 Ángulo intermedio con separación de costillas y calidad de hueso intermedia

7-9 Muy angulosa

Escala de referencia: Evaluación de los tres componentes: Ángulo y apertura de costillas 80%, calidad del hueso 20%.



Fuente:<http://whff.info>, 2019

e. Ángulo de la grupa

Se mide como el ángulo de la estructura de la grupa desde los isquiones hasta lo iliones

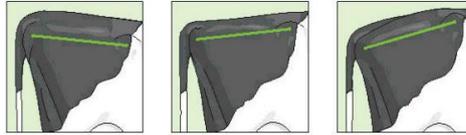
Isquiones demasiado altos (+4 cm)

Nivelados (+0 cm)

Ligera caída (-2 cm)

Intermedio (-4 cm)

Isquiones demasiado bajos (-12 cm)



Fuente:<http://whff.info>, 2019

f. Ancho de la grupa

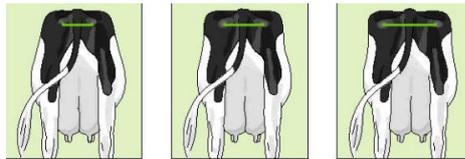
Distancia entre la punta de los isquiones.

1-3 Muy estrecha

4-6 Intermedia

7-9 Ancha

Escala de referencia: 10 cm - 26 cm.; 2 cm por punto.



Fuente:<http://whff.info>, 2019

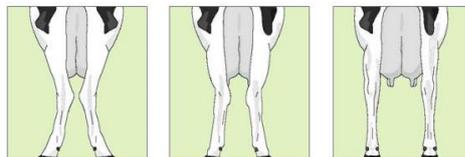
g. Vista posterior de las patas

Dirección que adoptan los pies vistos desde atrás.

1 Muy juntas

5 Intermedia

8 Paralelas



Fuente:<http://whff.info>, 2019

h. Vista lateral de las patas

Ángulo formado en la parte delantera de los corvejones.

1-3 Rectas (160°)

4-6 Deseables (147°)

7-9 Curvadas (134°)



Fuente:<http://whff.info>, 2019

i. Ángulo de pezuña

El ángulo que forma el pie trasero con la horizontal, en la parte anterior del casco. Se mide en el pie derecho.

1-3 Angulo pequeño

4-6 Intermedio

7-9 Grande

Escala de referencia: 1= 15°; 5= 45°; 9=65°



Fuente:<http://whff.info>, 2019

j. Inserción anterior de la ubre

La fuerza con la que la ubre se agarra a la pared abdominal mediante ligamentos laterales.

1-3 Débil y suelta

4-6 Intermedia y aceptable

7-9 Fuerte y agarrada



Fuente:<http://whff.info>, 2019

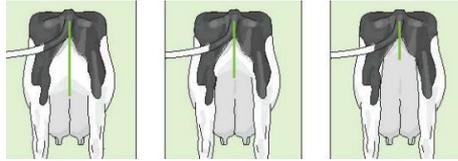
k. Altura Inserción Posterior

Distancia entre la vulva y el tejido secretor noble: relacionado con la estatura del animal.

1-3 Muy baja

4-6 Intermedia

7-9 Alta



Fuente:<http://whff.info>, 2019

l. Longitud de Pezones

Longitud de los pezones anteriores.

1-3 Cortos

4-6 Deseable

7-9 Largos



Fuente:<http://whff.info>, 2019

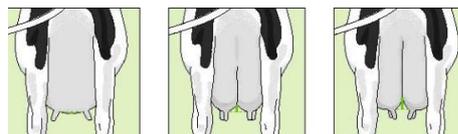
m. Ligamento suspensor medio

Profundidad del surco en la base de la ubre posterior.

1 Débil, sin divisiones definidas

4 Ligera definición (-1 cm)

7 Profunda definición (-4 cm)



Fuente:<http://whff.info>, 2019

n. Profundidad de ubre

Distancia entre los corvejones y la parte más baja del piso de la ubre.

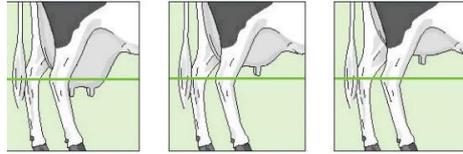
1 Por debajo del corvejón

2 Al nivel del corvejón

5 Intermedia

8 Poco profunda

Escala de referencia: nivel=2 (0 cm); 3 por punto



Fuente:<http://whff.info>, 2019

o. Colocación de los pezones posterior

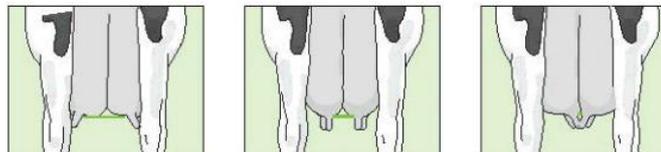
Se mide como la posición que ocupa el pezón respecto al centro del cuarterón

1-2 Fuera de los cuartos

4 Bien centrados

7-9 Dentro de los cuartos. Muy juntos

Escala de referencia: para obtener la distribución de la población se recomienda que el punto medio de cuarto sea el 4.



Fuente:<http://whff.info>, 2019

2.13 Registros productivos y gestión de datos

(Mendoza, 2005), menciona que los registros productivos deben ser estandarizados previamente a ser usados en comparaciones entre animales, sea en selección de vacas o pruebas de progenie de los toros, los ajustes se deben realizar para la longitud de la lactancia, número de ordeños y edad adulta dentro de los principales factores. Algunos procesos estadísticos se han utilizado para estandarizar los registros, todos ellos tienden a que los valores estimados sean los más cercanos a los verdaderos.

(Benavides, 2003), Expresan que la producción de leche de una vaca es el resultado de la relación del ambiente y de la herencia. Para que las evaluaciones genéticas sean precisas es importante que el registro de producción de leche indique con el mayor cuidado posible el potencial genético de los animales. Para esto, algunos factores ambientales que influyen directamente en la producción de leche, pueden ser controlados utilizando el ajuste previo para remover el efecto ejercido en el desempeño de los animales.

(Ferreira, 2010), manifiesta que el control de la producción lechera es importante de ser implementado por dos razones fundamentales: La primera es que le permite al propio ganadero tomar una serie de decisiones, tales como optimizar la alimentación de sus animales de acuerdo con su producción y eliminar hembras poco productivas. La segunda es que permite establecer

líneas de mejora en el predio basadas en la producción real de los animales. Por otro lado, dado que la producción de leche no es uniforme a lo largo de toda la lactancia y además, es distinta entre las lactancias, hace necesario aplicar un sistema que permita conocer la cantidad de leche que produce el animal en una 24 lactancia completa, considerando las variaciones que experimenta a lo largo de dicho período, de tal manera que se puedan comparar las producciones entre animales. Todo esto se consigue a través del establecimiento de los factores de corrección del control lechero.

2.14 Modelos de evaluación genética

(Moro, 1998), indica que dos de los principales modelos de evaluación genética del ganado lechero, que se han utilizado en los últimos años son: el modelo semental y el modelo animal. El primero de ellos se basa en el uso de los registros de las vacas para predecir la mitad del mérito genético de sus padres. Este modelo ignora la información que pueda proporcionar la madre de la vaca y cualquier otra relación de parentesco entre hembras, lo que puede ocasionar un sesgo en la evaluación por efecto de apareamientos no aleatorios.

En el modelo animal la precisión de las evaluaciones genéticas puede incrementarse debido a la inclusión de todos los registros disponibles que provean información acerca del mérito genético aditivo del individuo, en el que se obtiene la medición; esto es, la inclusión de toda la información de pedigrí disponible, lo que adicionalmente permite eliminar el sesgo debido a la selección. En este modelo de evaluación genética se toman en cuenta todas las posibles relaciones de parentesco, de modo que incluso se pueden hacer evaluaciones genéticas de animales sin registros, porque estas evaluaciones se realizan a partir de la información de sus parientes registrados.

(Moro, 1998), El modelo animal se ha convertido en la primera elección cuando se trata de hacer evaluaciones genéticas de ganado lechero; sin embargo, aunque su desarrollo teórico se inició desde hace varias décadas, esto no ocurrió en los primeros años de su aparición, debido principalmente al gasto computacional requerido, lo cual fue una de las razones por las que inicialmente se difundió de modo relativamente lento.

2.15 Selección de Reproductores

(Pallete, 2001), en la actualidad, al conocer los valores genéticos de los toros y vacas, debemos basar nuestra selección en sus habilidades transmisoras (50% del VG) para producción de leche, es decir utilizar como reproductores para la siguiente generación a los toros y vacas del más alto valor genético para producción de leche, expresado como Habilidad Transmisora.

(Pallete, 2001), menciona dos factores que apoyan a la selección:

- La Exactitud de la prueba. Cuanta más alta mejor, ya que evita sorpresas desagradables con el transcurso del tiempo.
- El precio del semen. A igualdad de Habilidad Transmisora-Leche y exactitud (%), se debe utilizar el de menor precio para bajar costos de producción.

(Vargas, 2013), señala que desde el punto de vista genético una de las decisiones más importantes en la finca lechera es la selección de los toros adecuados para cubrir las vacas del hato. Los toros representan el 50% de la genética del hato y constituyen la forma más rápida y eficiente de incrementar el potencial genético de un hato. Es sumamente importante para una finca lechera aprovechar el invaluable recurso que representan los toros probados de inseminación artificial (IA), en comparación con el uso de toros de monta natural. Aunque un toro de monta natural pueda tener un pedigrí sobresaliente, la garantía de su verdadero potencial genético solo se podrá conocer por el rendimiento de su progenie. Los toros probados de IA han sido sometidos a un intenso proceso de selección y vienen acompañados de abundante información que permite conocer, con mayor certeza, sus fortalezas y debilidades como semental.

(Vargas, 2013), resulta elemental para el productor lechero interpretar datos que presentan las evaluaciones genéticas. Generalmente, los primeros datos suministrados se relacionan con la identificación y genealogía del toro. Algunas veces, esta identificación se acompaña con los llamados códigos genéticos (TR, TV, TL y TD) que certifican que el animal no es portador de ciertos genes recesivos de efecto nocivo. Posterior, se reportan los valores genéticos para diferentes rasgos relacionados con producción (leche, proteína, grasa), fertilidad, células somáticas (SCS) y vida productiva. Estos valores genéticos se reportan, usualmente, como PTA (Habilidad de Transmisión Predicha, por sus siglas en inglés).

(Rodríguez, 2013), en evaluaciones de ganado existen 16 características de tipo, para reportar estos valores genéticos que están estandarizados, usualmente, recurrimos a la estadística. De esta manera tenemos STA (Standarized Transmitting Abilities) que nos permiten poner todo en el mismo cuadro y fácilmente comparar un toro con otro. Para hallar las STA se toman los valores de las hijas de los toros de la población en evaluación, se tiene ya el promedio para la característica específica (base genética) y en base al promedio se calculan las desviaciones de cada toro con respecto a este valor. Tenemos que el 99% de la población se encuentra dentro de un rango que va desde -3 hasta +3. Para cada característica.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.3 Identificación de las variables

3.3.1 *Variable Independiente*

3.3.1.1 *Parámetros reproductivos*

- * Taza de concepción del toro (SCR)
- * Taza de concepción de la vaca (CCR)
- *Taza de concepción de las Hijas (HCR)
- *Taza de preñez de las hijas (DPR)

3.3.2 *Variable Dependiente*

3.3.2.1 *Parámetros productivos (PTA):*

- * Habilidad predicha de transmisión de leche (PTAM)
- * Habilidad predicha de transmisión de proteína (PTAP)
- * Habilidad predicha de transmisión de grasa (PTAG)
- * Vida productiva (PL)
- * Habitabilidad (LIV)

3.3.2.2 *Parámetros de tipo (PTA) (STA)*

- * Habilidad predicha de transmisión de tipo (PTAT)
- * Composición de ubre (UDC)
- * Composición de patas y pezuñas (FLC)
- * Índice de composición de cuerpo (BDI)
- * Carácter lechero (CL)
- * Estatura (ST)
- * Temperamento lechero (DF)
- * Fortaleza (SR)
- * Profundidad de cuerpo (BD)
- * Angulo de anca (RA)
- * Ancho de anca (RW)
- * Patas vista lateral (RLSV)
- * Patas vista posterior (RLRW)
- * Angulo de pezuña (FA)
- * Puntuación de patas y pesuñas (FLS)

- * Ubre anterior (FU)
- * Altura ubre posterior (RH)
- * Anchura ubre posterior (RUW)
- * Soporte de ubre (UC)
- * Profundidad de ubre (UD)
- * Colocación de pezones anteriores (FTP)
- * Colocación de pezones posteriores (RTP)
- * Longitud de pezones anteriores (TL)

a) Tipo de investigación

En lo referente al tipo de investigación, el presente es un estudio estadístico descriptivo en el cual se obtuvo el promedio; y a su vez se aplicó el análisis de correlación por el método de Pearson utilizando SPSS versión Statistic 19.

b) Diseño de investigación

En el presente trabajo se realizó un estudio transversal, ya que se recolecta la información de un solo momento, en un tiempo determinado. Cuyo propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación dado.

No se utilizaron tratamientos, se analizó la información tomando en consideración a la categoría de la variable de cada toro del Red Book.

c) Métodos de Investigación

La metodología aplicada en el presente trabajo es el método descriptivo.

Además, el método de investigación de campo, consiste en recolectar información directamente de sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos; en una investigación de campo también se emplean datos secundarios, sobre todo provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico.

- **Método Inductivo.** - El método inductivo, es un procedimiento sistemático que permitió estudiar particularmente cada una de las características y cualidades del problema para luego comparar y determinar las generalidades del mismo

- **Analítico.** - El método analítico de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos

permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede explicar; hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías (Baena, 2003).

d) Enfoque de la investigación

El enfoque en el que se estudió fue de carácter cualitativo- cuantitativo.

El enfoque cuantitativo. - Usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

El enfoque cualitativo: Tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad no se trata de probar o medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible. (Hernández Sampier, 2011).

e) Alcance de la Investigación

En la presente investigación se determinó las correlaciones genéticas de la base de datos de toros Holstein de EEUU para el Ecuador, de esta manera mejorar los índices productivos reproductivos y de tipo, por ende ingresos económicos de las explotaciones.

Población de Estudio

La población de estudio fue toda la base de datos de toros Holstein disponibles en EEUU que son comercializados en el Ecuador.

Unidad de análisis

La unidad de análisis en el presente estudio fue cada toro con sus correspondientes características.

Selección de la muestra

De la población de toros Holstein registrados en EEUU, fueron seleccionados los animales comercializados en Ecuador.

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra en la presente investigación corresponde a 25 toros Holstein comercializados en Ecuador.

Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios fue:

- Los registros de la Asociación Holstein Ecuador (Ranking).
- Interpretación de los índices de los diferentes toros en el Red Book Holstein.
- Y las observaciones para determinar la presencia o ausencia de correlaciones genéticas entre los parámetros de tipo – productivos - reproductivos

f) Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios

Técnicas de recolección de datos

Los datos primarios son aquellos que el investigador obtiene directamente de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos, es decir a través de la observación que consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la capacitación de la realidad que queremos estudiar.

Además, se utilizó la entrevista que consiste en una interacción entre dos personas en la cual el investigador formula determinadas preguntas relativas al tema de la investigación (presencia de correlaciones genéticas), mientras que el investigado proporciona verbalmente o por escrito la información solicitada.

Los datos secundarios son aquellos datos publicados que se recolectaron con propósitos diferentes de las necesidades específicas de la investigación que se está desarrollando.

Instrumentos para procesar los datos recopilados

Para la recolección de datos se utilizó cuadros y gráficos estadísticos que describieron los resultados obtenidos, por análisis descriptivo, para comprobar la hipótesis de correlaciones genéticas para comparar los datos de los registros de los animales. El cronograma de actividades se detalla en el Cuadro 5.

Cuadro 3-1 Cronogramas de actividades

No	Actividades	Periodo de Evaluación (semanas)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Visita a la Asociación Holstein del Ecuador	X	x	x	x												
2	Visita de campo para comprobación de utilización de toros					x	x	x	x								
3	Análisis de la información de los toros seleccionados del Red Boock									x	x	X	X				
4	Ejecución de las correlaciones genéticas reproducción-reproducción, reproducción-tipo y producción-tipo													x	x	x	x

Realizado por: Diego Maldonado, 2019

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas.

Las características reproductivas en hembras bovinas productoras de leche tienen gran importancia, ya que afectan en gran medida la rentabilidad de los hatos lecheros especializados.

Estas características tienen en común que sus heredabilidades son muy bajas y como consecuencia su progreso genético es muy lento (Sbardella y Gaya, 2010 y Camargo, 2012). Las pérdidas económicas por problemas reproductivos son atribuidas principalmente a intervalo entre partos prolongados, incremento en los costos de inseminación, pocos terneros por vaca por año, incremento de descarte de animales, elevados costos de reemplazo y menor vida productiva de las vacas (Wall et al., 2003 y Camargo, 2012).

Las diferentes correlaciones de Pearson, realizadas entre todas las variables evaluadas, nos indican que las variables que van de 1.0 a 0.4 progresan en la misma dirección en forma significativa; de 0.4 a -0.4 progresan independientemente el uno del otro; de -0.4 a -1.0 progresan en dirección opuesta en forma significativa.

De acuerdo a los análisis realizados entre todas las variables reproductivas y productivas, se presentó correlaciones que se pueden observar en el Cuadro 4; La **PTAM**= Habilidad predicha de transmisión de leche en relación con el **DPR**= Taza de preñes de las hijas con un valor de -0.572 y el **CCR**= Taza de concepción de la vaca progresa en dirección opuesta en forma significativa con un valor de -0.497 es decir no presenta correlación genética, el **HCR**= Taza de concepción de las hijas con un -0.397 es independiente el uno del otro con **PTAM**; el **SCR**= Taza de concepción del toro con un valor de -0.459 y el **FI**= Índice de fertilidad con un valor de -0.519 progresa independientemente uno del otro, es decir no presenta correlación genética.

La **PTAP**= Habilidad predicha de transmisión de proteína en relación con el **DPR**= Taza de preñez de las hijas con un valor de 0.017; el **CCR**= Taza de concepción de la vaca con un valor de 0.107; el **HCR**= Taza de concepción de las hijas con un valor de -0.233; el **SCR**= Taza de

concepción del toro con un valor de -0.159 y el **FI**= Índice de fertilidad con un valor de -0.016 no presentan correlación genética con el **PTAP** son independiente el uno del otro. Cuadro 4.

La **PTAF**= Habilidad predicha en transmisión de grasa en relación con el **DPR**= Taza de preñes de las hijas con un valor de -0.061; el **CCR**= Taza de concepción de la vaca con un valor de 0.165; el **HCR**= Taza de concepción de las hijas con un valor de -0.119; el **SCR**= Taza de concepción del toro con un valor de -0.035 y el **FI**= Índice de fertilidad con un valor de -0.050 no presentan correlación genética con el **PTAF** son independiente el uno del otro. Cuadro 4.

La **PL**= Vida productiva en relación con el **DPR**= Taza de preñes de las hijas con un valor de 0.742; el **CCR**= Taza de concepción de la vaca con un valor de 0.805 y el **HCR**= Taza de concepción de las hijas con un valor de 0.448 progresan en la misma dirección es decir presentan la correlación genética con el **PL** ; el **SCR**= Taza de concepción del toro con un valor de -0.026 es independiente el uno del otro y el **FI**= Índice de fertilidad con un valor de 0.750 progresan en la misma dirección presentando correlación genética con el **PL**. Cuadro 4.

El **LIV**= Habitabilidad en relación con el **DPR**= Taza de preñes de las hijas con un valor de 0.549 y el **CCR**= Taza de concepción de la vaca con un valor de 0.598 progresan en la misma dirección es decir presentan la correlación genética con el **LIV**; el **HCR**= Taza de concepción de las hijas con un valor de 0.270 y el **SCR**= Taza de concepción del toro con un valor de -0.116 progresan de forma independientemente uno del otro y el **FI**= Índice de fertilidad con un valor de 0.631 progresa en la misma dirección presentando así la correlación genética con el **LIV**. Cuadro 4.

Cuadro 4-1. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas.

	DPR	CCR	HCR	SCR	FI
PTAM	-0,572	-0,497	-0,397	-0,459	-0,519
PTAP	0,017	0,107	-0,233	-0,159	-0,016
PTAF	-0,061	0,165	-0,119	-0,035	-0,050
PL	0,742	0,805	0,448	-0,026	0,750
LIV	0,549	0,598	0,270	-0,116	0,631

DPR=Taza de preñes de las hijas; CCR=Taza de concepción de la vaca; HCR=Taza de concepción de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro; FI= Índice de fertilidad PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa; PL=Vida productiva; LIV=Habitabilidad

La correlación genética negativa entre profundidad de la ubre y producción de leche, indica que vacas con ubres muy profundas pueden tener mayor producción, pero presentar mayores problemas sanitarios en la ubre y por ende un mayor riesgo de descarte. La correlación positiva entre las características ancho de la inserción y ligamento suspensorio medio se presenta porque ubres anchas de la inserción se relacionan con mayor capacidad de almacenamiento de la leche. (Corrales, 2012).

Las correlaciones genéticas más altas obtenidas para Holstein fueron: FI= índice de fertilidad x PL= producción de leche; FI= índice de fertilidad x PP= porcentaje de proteína; FI= índice de fertilidad x SCS= puntaje de células y DA=días abiertos x SCS= puntaje de células con valores de 0,77; 0,61; 0,77 y 0,73. Los intervalos reproductivos FI= índice de fertilidad y DA= días abiertos) presentaron en la mayoría de los casos asociaciones genéticas altas con todas las características productivas (PL= producción de leche; PP= porcentaje de proteína; PG= porcentaje de grasa; SCS= puntaje de células somáticas), mientras que las asociaciones genéticas entre NSC= número de servicios por concepción y TC= tasa de concepción y las características productivas mencionadas, presentaron asociaciones genéticas bajas y moderadas en las dos razas.

La repetibilidad es un indicador que mide el grado de asociación entre medidas sucesivas del mismo rasgo en el mismo animal. En R se combinan las varianzas debida a componentes genéticos aditivos y no aditivos, así como aquellas debido a variaciones ambientales de carácter permanente. En otras palabras, explican esa proporción las diferencias totales observadas entre los niveles productivos de los animales. En tales definiciones se asume a priori igual varianza entre todos los registros y que la correlación genética es igual a la unidad entre pares de registros. (Mrode, 2005), los resultados pueden ayudar en el trabajo diario del criador para reemplazar los animales.

Las correlaciones entre los promedios mensuales de cada tipo animal a lo largo de las 49 semanas de lactancia (tipo Holstein) y 6 (tipo Jersey). En general, el patrón fue el mismo para ambos tipos de animales, con correlaciones cercanas a la unidad entre semanas adyacentes; disminuyen en la medida que se incrementa la diferencia en tiempo entre dos medidas de TD. Este tipo de tendencia ya ha sido publicada en un gran número de artículos relacionados con el uso de los modelos de RA con información de TD y no se estima necesario más argumentos (Schaeffer, 2004). Según estos resultados es evidente que los mejores animales en una etapa temprana de lactancia pueden no ser los mejores al final de la misma. En otras palabras, existe interacción entre animales en diferentes puntos de la lactancia. (Schaeffer, 2004).

Algunos países han incluido características de fertilidad en sus índices de selección y consideran que su incorporación en esquemas de mejoramiento genético en ganado de leche tiene gran importancia (Kadarmideen *et al.*, 2003 y Walsh *et al.*, 2011). Determinar cuáles características reproductivas incluir en las evaluaciones genéticas es difícil porque son características complejas, afectadas por múltiples factores y de baja heredabilidad (Jamrozik *et al.*, 2005; Walsh *et al.*, 2011).

Como consecuencia, la selección directa para características reproductivas podría ser ineficiente, como consecuencia de la baja precisión de los valores genéticos, especialmente para vacas y toros jóvenes, ocasionando que las decisiones de selección para estas características frecuentemente involucren gran incertidumbre (Jamrozik *et al.*, 2005 y Sewalem *et al.*, 2010). Por el contrario, las características productivas y de calidad de la leche tiene heredabilidades medias y altas y su selección involucra precisiones mucho más elevadas.

Pero existe un antagonismo genético entre características productivas y reproductivas que perjudica la fertilidad de las vacas cuando éstas han sido seleccionadas por su alto mérito genético para producción lechera (Jamrozik *et al.*, 2005). Sewalem *et al.* (2010) recomiendan una evaluación conjunta entre características reproductivas y producción de leche usando modelos multicaracterísticos para incrementar la precisión de la selección. No obstante, esto es posible solo cuando existen altas asociaciones genéticas entre las características (Henderson y Quaas, 1976; Mrode y Thompson, 2005).

4.2. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal.

La **PTAM**= Habilidad predicha de transmisión de leche en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión tipo con un valor de -0.207; el **UDC**= Composición de ubre con un valor de -0.399; la **FLC**= Composición de patas y pezuñas con un valor de -0.042; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de 0.066; la **CL**= Carácter lechero con un valor de 0.235; el **ST**= Estatura con un valor de -0.047; el **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.041; el **SR**= Fortaleza con un valor de 0.299; el **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de 0.010; el **RA**= Angulo de anca con un valor de -0.096; el **RW**= Ancho de anca con un valor de -0.071; el **RLSV**=Patas vista lateral con un valor de 0.049; el **RLRW** =Pasta vista posterior con un valor de 0.078; la **FA**= Angulo de la pezuña con un valor de 0.063; el **FLS**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de 0.181; el **FU**= Ubre anterior con un valor de -0.122; el **RH**=Altura ubre posterior con un valor de -0.068; la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.057; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de 0.086; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de 0.170;

la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.043 y la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.32 son independientes el uno del otro con **PTAM**; y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.49 progresa de forma directa existiendo la correlación genética. Tal como se puede observar en el Cuadro 5.

La **PTAP**= Habilidad predicha de transmisión de proteínas en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión tipo con un valor de 0.153; el **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.067; la **FLC**= Composición de patas y pezuñas con un valor de -0.195 y la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de -0.181 son independientes el uno del otro con la **PTAP**; la **CL**= Carácter lechero con un valor de 0.471 progresa en la misma dirección existiendo así la correlación genética; el **ST**= Estatura con un valor de -0.223; el **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.183; el **SR**= Fortaleza con un valor de 0.307; el **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.164; el **RA**= Angulo de anca con un valor de -0.383 y el **RW**= Ancho de anca con un valor de 0.043 son independientes el uno del otro con la **PTAP**; el **RLSV**=Patas vista lateral con un valor de 0.52 progresa en la misma dirección existiendo así la correlación genética; el **RLRW** =Pasta vista posterior con un valor de -0.165; la **FA**= Angulo de la pezuña con un valor de -0.004; el **FLS**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de 0.006; el **FU**= Ubre anterior con un valor de 0.052; el **RH**=Altura ubre posterior con un valor de 0.050; la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.0107; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de -0.275; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.319; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.093; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.047; la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.039 son independientes el uno del otro con la **PTAP**. Cuadro 5.

La **PTAF**= Habilidad predicha de transmisión de proteínas en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión tipo con un valor de 0.171; el **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.067; la **FLC**= Composición de patas y pezuñas con un valor de -0.161 y la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de -0.133 son independientes el uno del otro con la **PTAF**; la **CL**= Carácter lechero con un valor de 0.511 progresa de forma directa existiendo la correlación genética; el **ST**= Estatura con un valor de -0.171; el **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.133; el **SR**= Fortaleza con un valor de 0.332 y el **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.133 son independientes el uno del otro con la **PTAF**; el **RA**= Angulo de anca con un valor de -0.428 progresa en dirección opuesta es decir no hay correlación genética; el **RW**= Ancho de anca con un valor de 0.110; el **RLSV**=Patas vista lateral con un valor de 0.022; el **RLRW** =Pasta vista posterior con un valor de -0.108; la **FA**= Angulo de la pezuña con un valor de -0.059; el **FLS**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.050; el **FU**= Ubre anterior con un valor de 0.170; el **RH**=Altura ubre posterior con un valor de 0.047; la **RUW**= Anchura ubre posterior con

un valor de -0.086; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de -0.160; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.123; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de 0.162; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de 0.153 y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.125 son independientes el uno del otro con la **PTAF**. Cuadro 5.

La **PL**= Vida productiva en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión tipo con un valor de 0.189; el **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.059 y la **FLC**= Composición de patas y pezuñas con un valor de -0.356 son independientes el uno del otro con **PL**; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de -0.445 progresa en la misma dirección existiendo así la correlación genética; la **CL**= Carácter lechero con un valor de -0.220 y el **ST**= Estatura con un valor de -0.350 son independientes el uno del otro con **PL**; el **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.431 progresa en dirección opuesta; el **SR**= Fortaleza con un valor de -0.378 es independiente con el **PL**; el **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.403 progresa en dirección opuesta; el **RA**= Angulo de anca con un valor de -0.076; el **RW**= Ancho de anca con un valor de 0.121; el **RLSV**=Patas vista lateral con un valor de -0.180 son independientes el uno del otro con **PL**; el **RLRW** =Pasta vista posterior con un valor de -0.425; la **FA**= Angulo de la pezuña con un valor de -0.518 y el **FLS**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.464 progresan en dirección opuesta; el **FU**= Ubre anterior con un valor de -0.009; el **RH**=Altura ubre posterior con un valor de -0.319; la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.344 y la **UC**= Soporte de ubre con un valor de -0.319 son independientes con **PL**; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.978 progresa en dirección opuesta; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.236; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.137 y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.242 son independientes con **PL**. Cuadro 5.

LIV= Habitabilidad en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión tipo con un valor de -0.487 progresa en dirección opuesta; el **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.398 es independiente del **LIV**; la **FLC**= Composición de patas y pezuñas con un valor de -0.422 progresa en dirección opuesta ; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de -0.379; la **CL**= Carácter lechero con un valor de -0.231; el **ST**= Estatura con un valor de -0.382; el **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.357; el **SR**= Fortaleza con un valor de -0.181; el **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.340; el **RA**= Angulo de anca con un valor de -0.087; el **RW**= Ancho de anca con un valor de 0.143 y el **RLSV**=Patas vista lateral con un valor de -0.239 son independientes con el **LIV**; el **RLRW** =Pasta vista posterior con un valor de -0.528; la **FA**= Angulo de la pezuña con un valor de -0.619; el **FLS**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.829; el **FU**= Ubre anterior con un valor de -0.485; el **RH**=Altura ubre posterior con un valor de -0.652 y la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.491 progresan en dirección

opuesta; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de 0.091; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.978 son independientes del **LIV**; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.430 progresa en dirección opuesta; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.275 y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.196 son independientes del **LIV**. Cuadro 5.

Cuadro 4-2. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal.

	PTA T	UDC	FLC	BDI	CL	ST	DF	SR	BD	RA	RW	RLSV	RLRW	FA	FLS	FU	RH	RUW	UC	UD	FTP	RTP	TL
PTAM	-0,207	-0,399	-0,042	0,066	0,235	-0,047	-0,041	0,299	0,010	-0,096	-0,071	0,049	0,078	0,063	0,181	-0,122	-0,068	-0,057	0,086	0,170	-0,043	-0,32	0,49
PTAP	0,153	0,067	-0,195	-0,181	0,471	-0,223	-0,183	0,307	-0,164	-0,383	0,043	0,52	-0,165	-0,004	0,006	0,052	0,050	-0,0107	-0,275	-0,319	-0,093	-0,047	0,039
PTAF	0,171	0,171	-0,161	-0,133	0,511	-0,171	-0,133	0,332	-0,133	-0,428	0,110	0,022	-0,108	0,059	-0,050	0,170	0,047	-0,086	-0,160	-,123	0,162	0,153	0,125
PL	-0,189	0,059	-0,356	-0,445	-0,220	-0,350	-0,431	-0,378	-0,403	-0,076	-0,121	-0,180	-0,425	-0,518	-0,464	-0,009	-0,319	-0,344	-0,319	-0,378	-0,236	-0,137	0,242
LIV	-0,487	-0,398	-0,422	-,0379	-0,231	-0,382	-0,357	-0,181	-0,340	-0,087	-0,143	-0,239	-0,528	-0,619	-0,829	-0,485	-0,652	-0,491	0,091	-0,430	0,096	0,275	0,196

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo; UDC= Composición de ubre; FLC=Composición de patas y pezuñas; BDI=Índice de composición de cuerpo; CL=Carácter lechero; ST=Estatura; DF=Temperamento lechero; SR=Fortaleza; BD=Profundidad de cuerpo; RA=Angulo de anca; RW=Ancho de anca; RLSV=Patás vista lateral; RLRW=Patás vista posterior; FA=Angulo de la pezuña; FLS=Puntuación de patas y pezuñas; FU=Ubre anterior; RH=Altura ubre posterior; RUW=Anchura ubre posterior; UC=Soporte de ubre; UD=Profundidad de ubre; FTP=Colocación de pezones anteriores; RTP=Colocación de pezones posteriores; TL=Longitud de pezones anteriores; PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; PL=Vida productiva; LIV=Habitabilidad

Por otra parte, las correlaciones fenotípicas fueron bajas en todos los casos, variaron entre $-0,17$ y $0,16$. (Zambrano), 2014. Los animales del tipo Holstein presentan un mayor volumen de producción respecto a los Pardo Suizo y Jersey, en correspondencia con los resultados presentados por Zambrano et al.(2013) y Ríos-Utrera et al. (2015). Un resultado que se debe resaltar es el efecto del mes de parto sobre la producción de leche. Se mantiene la superioridad de los animales tipo Holstein, el patrón general indica que los animales que paren entre Junio y Agosto producen 1,2 kg adicionales por día de lactancia en Holstein y Jersey, respecto a los animales cuyos partos ocurren a inicios del año.

Tendencias muy similares con animales mestizos en el estado de Trujillo han sido presentadas por Pino et al. (2009). Este efecto del mes de parto puede representar un aumento de alrededor del 8% en la lactancia total (kg). Sin embargo, a pesar de su potencial beneficio, la alternativa de aplicar una estrategia de época de partos en ganado lechero no ha sido muy utilizada en el trópico Latinoamericano. Buxadera et al. (2016).

En el contexto de este trabajo, el objetivo no es el de estimar o discutir la más adecuada fórmula de la curva de la lactancia, sino mostrar la misma en términos de la población de datos, ya que es la que se asume constante en los procedimientos clásicos de evaluación de los animales para un proceso de selección. El riesgo de este enfoque fue evaluado mediante los modelos descritos en la sección Materiales y Métodos, los resultados se presentarán seguidamente considerando solo los datos de Holstein y Jersey. Buxadera et al. (2016).

4.3. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características reproductivas y de tipo lineal

El **DPR**= Taza de preñes de las hijas en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión de tipo con un valor de 0.359 y la **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.030 son independientes con el **DPR** ; la **FLC** composición de patas y pezuñas con un valor de -0.438 progresa en dirección opuesta; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de 0.050 es independiente con el **DPR**; la **CL**= Carácter lechero con un valor de -0.618; la **ST**= Estatura con un valor de -0.477; la **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.519 la **SR**= Fortaleza con un valor de -0.498 y la **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.549 progresan en dirección opuesta; la **RA**= ángulo de anca con un valor de -0.181es independiente del **DPR**; la **RW**= Ancho de anca con un valor de -0.440 progresa en dirección opuesta; la **RLCV**= Patas vista lateral con un valor de 0.024 es independiente del **DPR**; la **RLRW**= Patas vista posterior con un valor de -0.493 y la **FA**= Ángulo de la pezuña con un valor de -0.547 progresan en dirección opuesta es decir es inverso; la **FLC**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.332 y la

FU= Ubre anterior con un valor de -0.117 son independientes del **DPR**; la **RH**= Altura ubre posterior con un valor de -0.470; la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.478 progresan en dirección opuesta es decir es inverso; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de -0.139; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.350; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.176; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.036 y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor 0.019 son independientes del **DPR**. Cuadro 6.

El **CCR**= Taza de concepción de la vaca en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión de tipo con un valor de -0.333 y la **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.021 son independientes con el **CCR**; la **FLC**= Composición de patas y pesuñas con un valor de -0.512 progresa en dirección opuesta es decir es inverso ; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de -0.385 es independiente del **CCR** ; la **CL**= Carácter lechero con un valor de -0.500; la **ST**= Estatura con un valor de -0.502 y la **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.582 progresan en la dirección opuesta la **SR**= Fortaleza con un valor de -0.350 es independiente del **CCR**; la **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.596 progresa en dirección opuesta ; la **RA**= ángulo de anca con un valor de -0.266; la **RW**= Ancho de anca con un valor de -0.385 y la **RLCV**= Patas vista lateral con un valor de 0.072 son independientes de **CCR**; la **RLRW**= Patas vista posterior con un valor de -0.548 y la **FA**= Ángulo de la pezuña con un valor de -0.562 progresan en dirección opuesta; la **FLC**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.339 y la **FU**= Ubre anterior con un valor de -0.082 son independientes de **CCR**; la **RH**= Altura ubre posterior con un valor de -0.524 y la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.550 progresan en dirección opuesta es decir es inverso ; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de -0.132; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.380 y la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.185son independientes del **CCR**; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.043 progresa en dirección opuesta ; la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor -0.051 es independiente del **CCR**. Cuadro 6.

El **HCR**= Taza de concepción de las hijas en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión de tipo con un valor de -0.085; la **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.175; la **FLC** composición de patas y pesuñas con un valor de -0.186; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de 0.031 ; la **CL**= Carácter lechero con un valor de -0.263; la **ST**= Estatura con un valor de -0.089; la **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.294 la **SR**= Fortaleza con un valor de -0.041; la **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.239; la **RA**= Ángulo de anca con un valor de -0.075; la **RW**= Ancho de anca con un valor de -0.221; la **RLCV**= Patas vista lateral con un valor de -0.177; la **RLRW**= Patas vista posterior con un valor de -0.202; la **FA**= Ángulo de la pezuña con un valor de -0.215; la **FLC**= Puntuación de patas y pezuñas con

un valor de -0.039; la **FU**= Ubre anterior con un valor de 0.185; la **RH**= Altura ubre posterior con un valor de -0.180; la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.210; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de -0.127; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.002; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.177; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.234 y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor -0.089 son independientes del **CCR**. Cuadro 6.

El **SCR**= Taza de concepción del toro en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión de tipo con un valor de -0.566 progresa en la misma dirección existiendo así la correlación genética ; la **UDC**= Composición de ubre con un valor de 0.367 y la **FLC** composición de patas y pesuñas con un valor de 0.317 son independientes del **SCR**; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de 0.505 progresa en la misma dirección existiendo así la correlación genética ; la **CL**= Carácter lechero con un valor de 0.281; la **ST**= Estatura con un valor de 0.326; la **DF**= Temperamento lechero con un valor de 0.285; la **SR**= Fortaleza con un valor de 0.163; la **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de 0.333; la **RA**= Ángulo de anca con un valor de 0.397; la **RW**= Ancho de anca con un valor de 0.207; la **RLCV**= Patas vista lateral con un valor de 0.159; la **RLRW**= Patas vista posterior con un valor de 0.319; la **FA**= Ángulo de la pezuña con un valor de 0.369 y la **FLC**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de 0.296 son independientes del **SCR**; la **FU**= Ubre anterior con un valor de 0.409 y la **RH**= Altura ubre posterior con un valor de 0.477 progresan en la misma dirección existiendo así la correlación genética; la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.367; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de -0.189; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de 0.325; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.024; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.175 y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor 0.102 son independientes del **SCR**. Cuadro 6.

El **FI**= Índice de fertilidad en relación con el **PTAT**= Habilidad predicha de transmisión de tipo con un valor de -0.449 progresa en dirección opuesta; la **UDC**= Composición de ubre con un valor de -0.108 es independiente del **FI**; la **FLC** composición de patas y pesuñas con un valor de -0.509 progresa en dirección opuesta; la **BDI**= Índice de composición de cuerpo con un valor de 0.371 es independiente del **FI** ; la **CL**= Carácter lechero con un valor de -0.620; la **ST**= Estatura con un valor de -0.548 y la **DF**= Temperamento lechero con un valor de -0.569 progresan en dirección opuesta es decir es inversa; la **SR**= Fortaleza con un valor de -0.381 es independiente del **FI**; la **BD**= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.592 progresa en dirección opuesta; la **RA**= Ángulo de anca con un valor de -0.180 es independiente del **FI**; la **RW**= Ancho de anca con un valor de -0.489 progresa en dirección opuesta ; la **RLCV**= Patas vista lateral con un valor de 0.057 es independiente del **FI** ; la **RLRW**= Patas vista posterior con un valor de -0.555; la **FA**= Ángulo

de la pezuña con un valor de -0.605 y la **FLC**= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.406 progresan en dirección opuesta es decir es inverso ; la **FU**= Ubre anterior con un valor de -0.294 es independiente del **FI**; la **RH**= Altura ubre posterior con un valor de -0.645 y la **RUW**= Anchura ubre posterior con un valor de -0.597 progresan en dirección opuesta; la **UC**= Soporte de ubre con un valor de 0.006 es independiente del **FI**; la **UD**= Profundidad de ubre con un valor de -0.413 progresan en dirección opuesta; la **FTP**= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.108; la **RTP**= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.137 y la **TL**= Longitud de pezones anteriores con un valor -0.012 son independientes del **FI**. Cuadro 4.3.

Cuadro 4-3. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características reproductivas y de tipo lineal

	PTAT	UDC	FLC	BDI	CL	ST	DF	SR	BD	RA	RW	RLSV	RLRW	FA	FLS	FU	RH	RUW	UC	UD	FTP	RTP	TL
DPR	-0,359	0,030	-0,438	0,050	0,618	-0,477	-0,519	-0,498	-0,549	-0,181	-0,440	0,024	-0,493	-0,547	-,0332	-0,117	-0,470	-0,478	-0,139	-0,350	-0,176	-0,036	0,019
-CCR	-0,333	0,021	-0,512	-0,385	0,500	-0,502	-0,582	-0,350	-0,596	-0,266	-0,385	-0,072	-0,548	-0,562	-0,339	-0,082	-0,524	-0,550	-0,132	-0,380	-0,185	-0,043	-0,051
HCR	-0,085	0,175	-0,186	0,031	0,263	-0,089	-0,294	-0,041	-0,239	-0,075	-0,221	-0,177	-0,202	-0,215	-0,039	0,185	-0,180	-0,210	-0,127	-0,002	-0,177	-0,234	-0,089
SCR	0,566	0,367	0,317	0,505	0,281	0,326	0,285	0,163	0,333	0,397	0,207	0,159	0,319	0,369	0,296	0,409	0,477	0,367	-0,189	0,325	-0,024	-0,175	0,102
FI	-0,449	-0,108	-0,509	-0,371	0,620	-0,548	-0,569	-0,381	-0,592	-0,180	-0,489	0,057	-0,555	-0,605	-0,406	-0,294	-0,645	-0,597	0,006	-0,413	-0,108	0,137	-0,012

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo; UDC= Composición de ubre; FLC=Composición de patas y pezuñas; BDI=Índice de composición de cuerpo; CL=Carácter lechero; ST=Estatura; DF=Temperamento lechero; SR=Fortaleza; BD=Profundidad de cuerpo; RA=Angulo de anca; RW=Ancho de anca; RLSV=Patás vista lateral; RLRW=Patás vista posterior; FA=Angulo de la pezuña; FLS=Puntuación de patas y pezuñas; FU=Ubre anterior; RH=Altura ubre posterior; RUW=Anchura ubre posterior; UC=Soporte de ubre; UD=Profundidad de ubre; FTP=Colocación de pezones anteriores; RTP=Colocación de pezones posteriores; TL=Longitud de pezones anteriores; DPR=Taza de preñes de las hijas; CCR=Taza de concepción de la vaca; HCR=Taza de concepción de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro; FI=Índice de fertilidad

Según Pryce et al. (2002) y Wall et al. (2003), usando modelos bivariados, se obtuvieron correlaciones fenotípicas bajas entre IEP y PL con valores menores 0,1 en las dos razas (Holstein y Jersey). Las correlaciones fenotípicas para DA y PL igualmente fueron bajas (menores de 0,1), resultados que fueron semejantes a los obtenidos por Yang (2009). Sin embargo, la mayoría de los autores determinaron resultados de correlaciones fenotípicas levemente superiores que oscilan entre 0,10 y 0,30 (Van Raden et al., 2004; Jagusiak, 2006 y Abe et al., 2009), para NSC y PL la correlación fenotípica fue 0,16 para Jersey y 0,08 para Holstein.

Pryce et al. (2002); Kadarmideen et al. (2003) y Wall et al. (2003) igualmente determinaron correlaciones fenotípicas bajas para estas características (menores de 0,2) y de signo positivo, que sustentan los resultados de esta investigación. Las correlaciones fenotípicas entre TC y PL también fueron bajas pero negativas con valores de $-0,17$ para Holstein y $-0,08$ para Jersey. Estos resultados fueron similares que los obtenidos por Abe et al. (2009) y Castillo-Juárez et al. (2000) que obtuvieron valores entre $-0,03$ y $-0,18$.

Finalmente, las correlaciones fenotípicas entre características reproductivas (IEP, DA, NSC y TC) y de calidad de la leche (PP, PG y SCS) fueron bajas con valores que oscilaron entre $-0,17$ y $0,17$. Jagusiak (2006), Yang, (2009) y Abe et al. (2009) obtuvieron resultados similares.

Las heredabilidades obtenidas para características reproductivas (IEP, DA, NSC y TC) fueron bajas (menores de 0,15) para Holstein y Jersey respectivamente. Se reportan resultados similares en ganado lechero con heredabilidades que varían entre 0,01 y 0,10.

M'Hamdi et al. (2010) y Ghiasi et al. (2011) reportan valores menores de 0,1 para IEP, Abe et al. (2009) y Ghiasi et al. (2011) reportan valores menores de 0,1 para DA, M'Hamdi et al. (2010) y Ghiasi et al. (2011) reportan valores muy bajos, menores de 0,05 para NSC y finalmente Abe et al. (2009) reportan valores menores de 0,06 para TC. Para SCS, al igual que en las características reproductivas mencionadas, presentó heredabilidades bajas con valores de 0,08 para Holstein y 0,11 para Jersey. VanRaden et al. (2004) y Castillo-Juárez et al. (2000) obtuvieron resultados similares (0,108 y 0,103 respectivamente).

Esto confirma que las características reproductivas y de salud de la ubre son poco heredables, lo que conlleva a que el progreso genético para estas características sea bajo y que por lo tanto deben establecerse prácticas ganaderas que garanticen un buen manejo ambiental en los hatos lecheros para mejorar la eficiencia reproductiva y la salud de la ubre. Contrario a los resultados anteriores, las características PL, PP y PG presentaron heredabilidades más altas. Para PL las heredabilidades fueron: 0,24 para Holstein y 0,34 para Jersey. Estos valores fueron similares a los obtenidos por

varios autores, que reportan resultados que oscilan entre 0,20 y 0,40 (Makgahlela et al., 2007; Abe et al. 2009); Corrales et al., 2011; Zink et al., 2012). Para PP y PG, las heredabilidades obtenidas fueron medias con valores de 0,29 y 0,35 para Holstein y 0,28 y 0,22 para Jersey.

Estos valores fueron más bajos comparados con los obtenidos por Campos et al. (1994) y Makgahlela et al. (2007) quienes reportan valores mayores de 0,35. Sin embargo Abe et al. (2009) reportan heredabilidades medias para PG en la raza Holstein (0,238) en vacas de primer parto y 0,226 en vacas de segundo parto) y bajas para PP (0,186) en vacas de primer parto y 0,170 en vacas de segundo parto). Solarte y Zambrano (2012) igualmente reportaron valores bajos, menores de 0,25 para PG y PP en condiciones del trópico alto Colombiano.

En este estudio se determinaron correlaciones genéticas entre características productivas (PL, PP, PG y SCS) y características reproductivas (IEP, DA, NSC y TC) en las razas Holstein y Jersey. Para IEP y PL, se determinaron correlaciones genéticas altas para Holstein (0,77) y bajas para Jersey (0,15). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por varios autores que evaluaron diferentes razas lecheras. Por ejemplo Veerkamp et al. (2001); Pryce et al. (2002) y Makgahlela et al. (2007) determinaron correlaciones genéticas entre IEP y PL mayores de 0,6, mientras que Campos et al. (1994) determinaron correlaciones genéticas bajas (menores de 0,3). Un comportamiento semejante fue determinado en esta investigación para las correlaciones genéticas entre DA y PL, pero con resultados menos pronunciados, 0,40 para Holstein y 0,12 para Jersey.

Resultados similares fueron encontrados por Campos et al. (1994) y Kadarmideen et al. (2003), quienes determinaron correlaciones genéticas más bajas (menores de 0,3), mientras que VanRaden et al. (2004); Abe et al. (2009) y Zink et al. (2012), obtuvieron correlaciones genéticas medias (entre 0,390,45). Sin embargo, Veerkamp et al. (2001) reportan correlaciones genéticas altas entre DA y PL (mayores de 0,6). Debe tenerse en consideración que los DA son la parte más importante del IEP, porque la variación de la longitud de la gestación, la cual es la segunda parte del IEP es más baja. Por consiguiente las correlaciones genéticas entre IEP y PL son usualmente similares a las correlaciones genéticas entre DA y PL (Jagusiak, 2006).

Estas características pueden considerarse genéticamente equivalentes, influenciadas por los mismos genes, lo que bien se conoce como pleiotropía según Falconer y Mackay, (2001). La selección para una de ellas resultará en progreso o retroceso para las demás, y en este caso la segunda opción debe ser considerada infortunadamente como uno de los factores más importantes producciones de leche presentan bajas eficiencias reproductivas. Esto sucede en la mayoría de los países que han seleccionado para PL sin tener en cuenta características de fertilidad (VanRaden et al., 2004 y Camargo, 2012).

Por otra parte, la correlación genética entre NSC y PL para la raza Holstein fue catalogado como media y de signo positivo (0,45), estos resultados son similares a los obtenidos por Veerkamp et al. (2001). De igual manera, la correlación genética entre TC y PL para la raza Holstein fue media pero de signo negativo (-0,59). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Veerkamp et al. (2001); Abe et al. (2009) y Castillo Juárez et al. (2000) que reportaron valores que oscilan entre -0,30 y -0,50. Estas asociaciones genéticas indeseables en ganado lechero, indican que las vacas más productivas generalmente son menos fértiles, como consecuencia del desgaste de producir altos volúmenes de leche, que desencadena una serie de problemas; principalmente una baja condición corporal y un balance energético negativo que se presenta entre la 4 y 8 semana posparto, retrasando la primera ovulación posparto y afectando el retorno al estro (Walsh et al., 2011). Sin embargo, para la raza Jersey las correlaciones genéticas ($rg_{NSC;PL} = -0,30$ y $rg_{TC;PL} = 0,30$) mostraron resultados favorables.

En esta investigación también fueron determinadas correlaciones genéticas entre características reproductivas (IEP, DA, NSC y TC) y características de calidad composicional de la leche (PP y PG). Para la raza Holstein las correlaciones genéticas ($rg_{IEP;PP} = 0,61$; $rg_{IEP;PG} = 0,58$) fueron mayores que para la raza Jersey ($rg_{IEP;PP} = 0,56$; $rg_{IEP;PG} = 0,24$). De manera similar, las correlaciones genéticas en la raza Holstein ($rg_{DA;PP} = 0,58$; $rg_{DA;PG} = 0,39$) fueron superiores que en la raza Jersey ($rg_{DA;PP} = 0,28$; $rg_{DA;PG} = 0,18$). Como se puede ver, en la mayoría de los casos las correlaciones genéticas obtenidas en este estudio entre características reproductivas y de calidad composicional de la leche fueron medias y de signo positivo. Campos et al. (1994) determinaron correlaciones genéticas para la raza Jersey ($rg_{IEP;PG} = 0,407$; $rg_{DA;PG} = 0,253$) y Toghiani (2012) para la raza Holstein ($rg_{DA;PP} = 0,741$ y $rg_{DA;PG} = 0,385$).

Para NSC y PP, las correlaciones genéticas obtenidas en este estudio para Holstein y Jersey fueron bajas (-0,12 y -0,27), igualmente para NSC y PG que fueron (0,07 y 0,27) respectivamente. Hermas et al. (1987) y Raheja et al. (1989) determinaron correlaciones genéticas entre NSC y PG cercanas a cero con valores que oscilan entre 0,01 y 0,11.

Estos resultados sugieren que las características de calidad composicional de la leche han sido recientemente incorporadas en programas de mejoramiento genético y por tanto no presentan un fuerte antagonismo con características de fertilidad.

Cuadro 4-4. Cálculo de la heredabilidad SCR

Padres	Hijas	Nº hijas	Observaciones o repetibilidad
3,8	0,7	916	76%
3,5	2,7	4183	90%
3,6	-0,8	12515	95%
2,9	-1,5	4280	96%
2,9	-0,8	11419	88%

$$r_{xy} = \frac{\alpha y}{\sigma^2 x + \sigma^2 y}$$

$$= 0,05 / \sqrt{0,172 * 0,71} = 0,14$$

$$h^2 = \frac{1}{\alpha y} r_{xy}$$

$h^2 = 0,07$ Baja

CONCLUSIONES

- Referente a la correlación entre parámetros productivos y reproductivos, se puede indicar que el 56% de las características no se correlacionan, es decir son independientes. Las que progresan de manera directa representan al 28%(se correlacionan; y el 16% de las características progresan de manera inversa.
- Con respecto a la correlación entre parámetros productivos y de tipo, se indica que el 82,61% de las características son independientes; el 3,48% progresan de manera directa y el 13,91% de características progresan inversamente.
- Para la correlación entre parámetros reproductivos y de tipo el 67,82% de las características son independientes; los que progresan de manera directa representan al 2,61% y 29,57% inverso.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que los productores, al seleccionar los sementales a utilizar para inseminación artificial tomen en cuenta las características que se correlacionan, ya que una característica puede incidir de manera directa o inversa influyendo en la selección y en el desarrollo del Hato; además es importante tomar en consideración que los toros que son destinados para juzgamiento ganadero (show), afectan a la descendencia de sus hijas.

Es importante que los ganaderos y el estado tomen en cuenta las investigaciones relacionadas con la estimación de parámetros genéticos y evaluaciones genéticas para características productivas y principalmente para características reproductivas en ganado lechero, siendo éstas son muy limitadas. Por lo tanto, es muy importante desarrollar estudios que involucren la estimación de parámetros genéticos, fenotípicos y de correlaciones genéticas en condiciones propias de cada piso climático., que incluyan además de características productivas, características asociadas a fertilidad.

Es importante que el estado como política, mediante el Ministerio de Agricultura, Ganadería (MAG), tome en consideración que los resultados de las investigaciones realizadas (transferencia de tecnología), se apliquen y sean difundidas a nivel de pequeños, medianos y grandes productores de ganado de leche en nuestro país; y además que se tome en consideración sementales de tipo con características que se encuentren relacionadas al incremento de la producción tanto en calidad como en cantidad

BIBLIOGRAFÍA

Abe, H.; Masuda, Y. and Susuki, M. (2009). *Relationship between reproductive traits of heifers and cows and yield traits for Holsteins in Japan*. J Dairy Sci, 92: 4055-4062.

Apolo, G. y. (2012). *caracterizacion fenotipica y genotipica de las poblaciones de bovinos lecheros*. Loja.

Asociación Holstein Friesian del Ecuador (1992). *Manual Práctico de control Lechero*. Quito, Ecuador.

Batista, P. (2011). *Parametros zootecnicos: heredabilidad y repetibilidad*.

Benavides, O. e. (2003). *Factores de ajuste para produccion de leche en bovinos*. Colombia

Buxadera, A. (2017). *Variación mensual de la producción de leche en mestizos Holstein, Pardo Suizo y Jersey de la zona alta de Mérida, Venezuela*. Zootecnia Trop., 34 (2): 107-118. 2016.

Calle, C. (2007). *Pautas actuales de mejoramiento genetico de cria Tesis de grado*. Cuenca

Camargo, O. (2012). *La vaca lechera: Entre la eficiencia económica y la ineficiencia biológica*. Arch Zootec, 61: 13-29.

Castillo-Juárez, H.; Oltenacu, P.A.; Blake, R.W.; Mcculloch, C.E. and Cienfuegos-Rivas, E.G. (2000). *Effect of herd environment on the genetic and phenotypic relationships among milk yield, conception rate and SCS in Holstein cattle*. J Dairy Sci, 83: 807-814.

Contextoganadero. (2015). *Razas lecheras y sus valores en calidad y cantidad*. Obtenido de <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/5-razas-lecheras-y-sus-valores-en-calidad-y-cantidad>

Corrales, J.; Cerón-Muñoz, M.; Cañas, J.; Herrera, C. y Calvo, S. (2011). *Parámetros genéticos de características de tipo y producción en ganado Holstein del Departamento de Antioquia*. Rev MVZ. Córdoba, 17: 2870-2877.

Echeverry, et al. (2013). *Asociación de tres SNPS con algunas características productivas y de calidad de la leche en hatos Holstein en Antioquia, Colombia*. Revista EIA, vol. 10, núm. 20, julio-diciembre, 2013, pp. 63-72.

Falconer, D.S. y Mackay, T.F. (2001). *Introducción a la genética cuantitativa*. 4ª. ed. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Ferreira, O. e. (2010). *El control loechero bovino en chile y su importancia del mejoramiento genetico*. Santiago de Chile .

Galvis, R Munera, E. y. (2005). *Relacion entre el merito genetico para la produccion de leche y el desempeño metabolico y reproductivo en la vaca de alta produccion*. . Colombia .

Ghiasi, H.; Pakdel, A.; Nejati-Javaremi, A.; Mehrabani-Yeganeh, H.; Honarvar, M.; González-Recio, O.; Carabaño, M.J. and Alenda, R. (2011). *Genetic variance components for female fertility in Iranian Holstein cows*. Livest Sci, 139: 277-280.

Henderson, C.R. (1984). *Applications of linear models in animal breeding*. Canadian Catalog Publication Data. Univ Guelph. Canada, USA.

Hernandez, V. M. (2013). *Principales Razas Productoras De Leche*. Obtenido de <http://http-produccionlecherarazas.blogspot.com/2013/12/principalesrazas-de-bovinos> productores.html

Hernandez, A. e. (2011). *Parametros geneticos en rasgos de la produccion lechera y longevidad de vacas*. Cuba.

Hermas, S.A.; Young, C.W. and Rust, J.W. (1987). *Genetic relationships and additive genetic variation of productive and reproductive traits in Guernsey dairy cattle*. J Dairy Sci, 70: 12521257.

Jagusiak, W. (2006). *Fertility measure in Polish Black-and-White cattle. Phenotypic and genetic correlations between fertility measures and milk productions traits*.371-380.

Jamrozik, J.; Fatehi, J.; Kistemaker, G.J. and Schaeffer, L.R. (2005). *Estimates of genetic parameters for Canadian Holstein female reproduction traits*. J Dairy Sci, 88: 2199-2208.

Kadarmideen, H.N.; Thompson, R.; Coffey, M.P. and Kossaibati, M.A. (2003). *Genetic parameters*.

Lopez - Villalobos, N., Garrick, D.J., Holmes, C.W., Blair, H.T. and Spelman, R.J. (2000) *J. Dairy Sci.* 83 : 164.

Martinez, M. y. (2003). *Principios de la genetica mendeliana Universidad Michoacana*. Mexico.
M'Hamdi, N.; Aloulou, R.; Brar, S.K.; Bouallegue, M. and Ben Hamouda, M. 2010. Phenotypic and genetic parameters of reproductive traits in Tunisian Holstein Cows. *Biotech Anim Husb*, 26: 297-307.

Makgahlela, M.L.; Banga, C.B.; Norris, D.; Dzama, K. and N'gambi, J.W. (2007). *Genetic correlations between female fertility and production traits in south African Holstein Cattle*. *S Afr J Anim Sci*, 37: 180-187.

Moro, J. y. (1998). *Mejoramiento genetico de características* . Colombia .

Mendoza, B. (2005). *Evaluacion tecnica y economica de la produccion animal*. Peru .

Mrode, R. and Thompson R. (2005). *Linear models for the prediction of animal breeding values*. 2nd ed. CAB Publishing. Oxford, UK.

Ochoa, P. (2008). *Mejoramiento genetico del ganado bovino productor de leche*. *Departamento de genetica y Bioestadistica*. Chihuahua .

Pallete, A. (2001). *Evaluacion y seleccion de toros lecheros en Peru*. Lima .

Pino, T., G. Martínez, R. Galíndez, M. Castejón y A. Tovar. (2009). *Efecto del grupo racial y algunos factores no genéticos sobre la producción de leche e intervalo entre partos en vacas doble propósito*. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*, 50 (2)93-104.

Pryce, J.E.; Coffey, M.P.; Brotherstone, S.H. and Woolliams, J.A. (2002). *Genetic relationships between calving interval and body conditions score conditional on milk yield*. *J Dairy Sci*, 85: 1590-1595.

Raheja, K.L.; Burnside, E.B. and Schaeffer, L.R. (1989). *Relationships between fertility and production in Holstein dairy cattle in different lactations*. *J Dairy Sci*, 72: 2670-2678.

Ríos-Utrera, A., R. Calderón-Robles, J. Reyes, V. Galavíz-Rodríguez, E. Vega-Murillo y J. Lagunes-Lagunes. (2015). *Correlaciones genéticas entre días abiertos con producción de leche y peso metabólico en vacas Holstein y Pardo Suiza*. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXV, Nº 1, 51 – 56.

Rodríguez-Neira, J.D., Correa-Londoño, G.A. y Echeverri-Zuluaga, J.J. (2013). *Prediction Models for Total Milk yield and Fat Percentage Using Partial Samples*. Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín, 66(1), pp. 6909-6917.

Sbardella, M. and Gaya, L.G. (2010). *Unfavourable side implications of animal breeding in livestock species*. Arch Zootec, 59: 157-168.

Schaeffer, L. R. (2004). *Application of random regression models in animal breeding*. Livestock Production Science 86:35-45.

Serrano J. (2009). *Evaluación lineal del ganado lechero*. Disponible en <http://jairoserano.com/?p=669>.

Sewalem, A.; Kistemaker, G.J. and Miglior, F. (2010). *Relationship between female fertility and production traits in Canadian Holstein*. J Dairy Sci, 93: 4427-4434.

Telo, L. (2002). *Mejoramiento genético animal. Guía de estudio*. Portugal.

Toghiani, S. (2012). *Genetic relationships between production traits and reproductive performance in Holstein dairy cows*. Arch Tierz, 55: 458-468.

Trujillo, V. (1994). *Estimación de valores genéticos en ganado lechero en establo*. Mexico.

VanRaden, P.M.; Sanders, A.H.; Tooker, M.E.; Miller, R.H.; Norman, H.D.; Kuhn, M.T. and Wiggans, G.R. (2004). *Development of a national genetic evaluation for cow fertility*. J Dairy Sci, 87: 2285-2292.

Vargas, B. (2013). *Mejoramiento genético: herramienta para incrementar la productividad del hato lechero*.

Veerkamp, R.F.; Koenen, E.P.C. and De Jong, G. (2001). *Genetic correlations among body conditionscore, yield, and fertility in first-parity cows estimated by random regression models*. J Dairy Sci, 84: 2327-2335.

Wall, E.; Brotherstone, S.; Woolliams, J.A.; Banos, G. and Coffey, M.P. (2003). *Genetic evaluation of fertility using direct and correlated traits*. J Dairy Sci, 86: 4093-4102.

Walsh, S.W.; Williams, E.J. and Evans, A.C.O. (2011). *A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows*. Anim Reprod Sci, 123: 127-138.

Worldholsteinfriesianfederation. (2005). Obtenido de http://whff.info/documentation/documents/typetraits/type_esp_2005-2.pdf

Yang, L. (2009). *Phenotypic relationships between milk protein percentage, reproductive performance and body condition score in Irish dairy cattle*. Thesis MSc. Massey University. Palmerston North. New Zelanda.

Zambrano, R., H. Santos, R. Contreras, A. Moreno y Z. Chirinos. (2013). *Características productivas de un rebaño mestizo bovino doble propósito comercial en Venezuela*. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 3:15-19.

Zambrano, J.C. (2014). *Parámetros genéticos para caracteres productivos y reproductivos en Holstein y Jersey colombian*. Arch. Zootec. 63 (243): 495-506. 2014. Colombia.

Zink, V.; Lassen, J. and Štípková, M. (2012). *Genetic parameters for female fertility and milk productions traits in first-parity Czech Holstein cows*. Czech J Anim Sci, 57: 108-114.