



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **ESTUDIO DE LAS CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN – REPRODUCCIÓN Y TIPO DE LOS TOROS JERSEY EN ECUADOR.**

**FABIÁN AUGUSTO ALMEIDA LÓPEZ**

**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 BOVINOS DE LECHE**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**Octubre 2018**



## 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 Jersey en Ecuador.**”, de responsabilidad del Sr. **Fabián Augusto Almeida López**, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

#### **Tribunal:**

Ing. Fredy Bladimir Proaño Ortiz. Ph.D.

**PRESIDENTE**

---

**FIRMA**

Ing. José Vicente Trujillo Villacis, MC.

**DIRECTOR**

---

**FIRMA**

Ing. Hermenegildo Díaz Berrones. Mg.

**MIEMBRO**

---

**FIRMA**

Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas. M.Sc

**MIEMBRO**

---

**FIRMA**

Riobamba, Octubre 2018

## **DERECHOS INTELECTUALES**

Yo, **Fabián Augusto Almeida López**, 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.

---

Fabián Augusto Almeida López

**C.I. 060193445-8**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Fabián Augusto Almeida López, 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, Octubre 2018.

---

**FABIAN AUGUSTO ALMEIDA LOPEZ**

C.I. 060193445-8

## DEDICATORIA

### **A Dios.**

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante toda mi existencia.*

### **A mi madre Martha.**

*Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A entenderme y a darme un correcto y perfecto consejo*

### **A mi padre Marco.**

*Por los ejemplos de perseverancia y constancia que te caracterizaron y que me infundiste siempre, Por cada consejo y por cada una de tus palabras que me guiaron durante mi vida., por el valor mostrado para salir adelante y por tu amor. “Papito te debía esta “ te extraño tanto.....*

### **A Mí querida esposa Isa**

*Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, apoyarme en este logro, tanto académico, como de vida, por tu incondicional respaldo perfectamente mantenido a través del tiempo. Te agradezco por tantas ayudas y tantos aportes no solo para el desarrollo de mi tesis, sino también para mi desarrollo como profesional y ser humano.*

### **A Mis hijos Fabián Alejandro y José Tomas**

*A quienes quiero más que a mi vida por ser la fuente de mi esfuerzo y todas las energías requeridas en este andar, gracias por ser el motor de mi existencia, el motor que siempre esta encendido y dispuesto a escucharme, ustedes son los principales promotores de mis sueños,. Son mi inspiración y mi motivación.*

### **A Mis suegros, hermanos, mis cuñadas, mis sobrinos y amigos**

*Por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.*

*¡Gracias totales!*

Fabián

## AGRADECIMIENTOS

Gracias querida ESPOCH, gracias por haberme permitido formarme aquí, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se verá reflejado en la culminación de esta tesis.

Al Ing. Vicente Trujillo por compartir sus conocimientos, instruir con excelencia y disposición.  
Al Ing. Hermenegildo Díaz, *por su gran soporte y motivación para la culminación de este trabajo; a la Ing. Paula Toalombo por su apoyo ofrecido en la elaboración de esta tesis por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional gracias querida amiga.*

A todos ustedes, mi gratitud, ya que fueron pilares de esta investigación, darle gracias por instruir con excelencia y disposición; por compartir sus conocimientos con todo aquel que lo requiera, ofrecerles mi reconocimiento por creer en la **educación y el desarrollo de la sociedad** a través de esta misma.

Este es un momento muy especial que espero, perdure en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para echarle una mirada a mi proyecto de tesis; a ellos asimismo les agradezco con todo mí ser.

Fabián

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	iv
SUMARY .....	v
INTRODUCCION .....	vi
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Situación Problemática.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Formulación del Problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Justificación de la Investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Hipotesis.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6. Hipótesis Alternativa.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO II .</b>	
<b>2. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Raza jersey.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Ajuste a 305 días.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. ajuste a equivalente adulto.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. merito genético.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. genotipo y fenotipo.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5. heredabilidad.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6. repetibilidad.....</b>	<b>10</b>
<b>2.7. correlaciones genéticas.....</b>	<b>11</b>
<b>2.8. relación entre producción de leche y longevidad de la vaca.....</b>	<b>11</b>
<b>2.9. relación entre producción de leche y clasificación lineal.....</b>	<b>12</b>
<b>2.10. Más probable habilidad de producir (mphp).....</b>	<b>13</b>
<b>2.11. Valor genético.....</b>	<b>14</b>
<b>2.12. Parámetros fenotípicos (características de conformación).....</b>	<b>16</b>
<b>2.13. Evaluación lineal del ganado lechero.....</b>	<b>17</b>

2.14.	Registros productivos y gestión de datos.....	19
2.15.	Modelos de evaluación genética.....	20
2.16.	Selección de reproductores.....	21
2.17.	Descripción de los parámetros de producción (PTA).....	22
2.18.	Método BLUP Modelo Animal.....	23
2.19.	Interpretación de los índices genéticos de toros y vacas.....	24
2.20.	Genómica en la producción animal.....	24

### CAPITULO III

3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.1	Identificación de las variables.....	27
3.1.1	Variable Independiente.....	27
3.1.1.1	Parámetros reproductivos.....	27
3.1.2	Variable Dependiente.....	27
3.1.2.1	Parámetros Productivos (PTA).....	27

### CAPITULO IV

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1	Coefficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas.....	32
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

### RECOMENDACIONES

### BIBLIOGRAFIA



## LISTA DE TABLAS

N°		Pág.
1-2.	HEREDABILIDAD DE ALGUNAS CARACTERISTICAS EN GANADO LECHERO.	9
2-2	REPETIBILIDAD DE ALGUNAS CARACTERISTICAS EN GANADO LECHERO.	10
3-2	CORRELACIONES GENETICAS ENTRE PRODUCCION DE LECHE (Kg) y VARIAS CARACTERISTICAS FENOTIPICAS.	13
4-2	EJEMPLO DE UN TORO PROBADO POR EVALUACIONES TRADICIONALES VERSUS EVALUACIÓN GENÓMICA (ADAPTADO DE WILSON, 2009).	26
1-3	CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES	31
1-4	COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS.	35
2-4	COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARACTERISTICAS DE TIPO LINEAL.	38
3-4	COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS LINEALES Y REPRODUCTIVAS	42

## **RESUMEN**

El objetivo fue estudiar las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros jersey con evaluación genética disponibles en Ecuador: Producción - Reproducción – Tipo. En el estudio se correlacionó PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros Jersey con evaluación genética disponible en Ecuador: Producción – Tipo – Reproducción, mediante el uso de base de datos de toros Jersey disponibles en EEUU, que son comercializados en el Ecuador, se seleccionó 25 toros Jersey, los datos se procesaron mediante estadística descriptiva, 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. La correlación entre parámetros productivos y reproductivos, se puede indicar que el 65% de las características no se correlacionan, es decir son independientes; y las que progresan de manera directa (se correlacionan) son: DPR=Taza de preñes de las hijas con PL=Vida productiva y LIV=Habitabilidad; además la HCR=Taza de concepción de las hijas con PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína y CCR=Taza de concepción de la vaca con LIV=Habitabilidad. Con respecto a la correlación entre parámetros productivos y de tipo, se indica que el 88% de las características son independientes; mientras que para DF=Temperamento lechero con PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa. Para la correlación entre parámetros reproductivos y de tipo el 72% de las características son independientes; los que progresan de manera directa son: PTAT=Habilidad predicha de trasmisión de tipo con SCR=Taza de concepción del toro. JUI=Indice ubre jersey con SCR=Taza de concepción del toro. Por tal razón los productores deben considerar características que se correlacionan al momento de seleccionar los sementales a utilizar para realizar la inseminación artificial ya que estas pueden incidir de manera directa o inversa la selección y desarrollo del hato.

**Palabras clave:** TECNOLOGIA Y CIENCIAS AGROPECUARIOS, GANADERIA, JERSEY, CORRELACIONES GENÉTICAS, PARÁMETROS PRODUCTIVOS, PARÁMETROS REPRODUCTIVOS, PARÁMETROS TIPO.

## SUMMARY

To study the correlations between PTA (predicted transmission ability) of the Jersey bulls with genetic evaluation available in Ecuador: Production-Reproduction-Type was the proposal of this study. In the study, PTA (predicted transmission ability) of Jersey bulls was correlated with genetic evaluation available in Ecuador: Production-Type-Reproduction, by using database of Jersey bulls, available in the USA, which are commercialized in Ecuador; Twenty-five Jersey bulls were selected, the data were processed by descriptive statistics, in which the average was obtained; in turn, the correlation analysis was applied by the Pearson method using SPSS version Statistic 19. In the correlation between productive and reproductive parameters it can be indicated that 65% of the characteristics do not correlate, that is, they are independent; and those that progress directly (are correlated) are: DPR = Rate of pregnancy of the daughters with PL = Productive life and LIV= Habitability; also the HCR = Rate of conception of the daughters with PTAP = Predicted ability of transmission of protein and CCR = Rate of conception of the cow with LIV = Habitability. With respect to the correlation between productive parameters and type, it is indicated that 88% of the characteristics are independent; while for DF = milk temperament with PTAP = predicted ability of protein transmission; PTAF = predicted ability to transmit fat. For the correlation between reproductive and type parameters, 72% of the characteristics are independent; PTAT = Predicted ability of transmission of type with SCR = Rate of conception of the bull. JUI = index in Jersey with SCR = rate of conception of the bull, progress directly. For this reason, producers should consider characteristics that correlate when selecting stallions to use, to perform artificial insemination, because can have a direct or inverse impact on the herd selection and development.

Keywords: TECHNOLOGY AND AGRICULTURAL SCIENCES, LIVESTOCK, JERSEY, GENETIC CORRELATIONS, PRODUCTIVE PARAMETERS, REPRODUCTIVE PARAMETERS, TYPE PARAMETERS.

## INTRODUCCIÓN

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 auditoria 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 Jersey.

Para alcanzar la eficiencia en producción ganadera, debemos evaluar los diferentes problemas que influyen durante el proceso reproductivo, entre los que se encuentran: demasiados días abiertos, baja producción lechera, edad inadecuada al primer servicio, mala alimentación, problemas de infertilidad, entre otros; los mismos que solo serán detectados a través de un análisis de los datos que deben llevarse en cada uno de los registros que servirán para hacer las correlaciones genéticas, necesarias en el manejo de los animales con el fin de obtener mejores niveles de producción y a la vez los beneficios de la empresa.

Además toda esta información facilitará la aplicación de programas de mejoramiento genético por medio de la selección de los mejores ejemplares, y de esta manera, optimizar la producción al máximo en función de todos los recursos disponibles.

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 la raza Holstein, Jersey y Brown Swiss, etc.

En países de zonas tropicales como el nuestro, la producción de leche está sujeta al manejo, cuando este es más especializado se cuenta con razas puras, mientras el desarrollo productivo en ganaderías de menos tecnificación o de altitudes superiores a los 3000msnm tendrán como alternativa los cruces. 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 (ahlborn Breier 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. Por lo que en el presente estudio se estudió las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros jersey con evaluación genética disponible en Ecuador: Producción –Reproducción.

# CAPÍTULO I

## ESTUDIO DE LAS CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN - REPRODUCCIÓN Y TIPO DE LOS TOROS JERSEY EN ECUADOR

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Situación Problemática

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 auditoria 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 Jersey.

Para alcanzar la eficiencia en producción ganadera, debemos evaluar los diferentes problemas que se presentan durante el proceso productivo, entre los que están: demasiados días abiertos, baja producción lechera, edad inadecuada al primer servicio, mala alimentación, problemas de infertilidad, entre otros, los mismos que solo serán detectados a través de un análisis de los datos que deben llevarse en cada uno de los registros productivos, reproductivos y sanitarios, por esta razón en el estudio de cada uno de los parámetros productivos y reproductivos y genéticos, servirán para hacer las correlaciones necesarias en el manejo de los animales con el fin de obtener mejores niveles de producción y a la vez los beneficios de la empresa.

Además toda esta información facilitó la aplicación de programas de mejoramiento genético por medio de la selección de los mejores ejemplares, y de esta manera, optimizó la producción al máximo en función de todos los recursos disponibles.

## **1.2 Formulación del Problema**

En la provincia de Chimborazo y en las zonas altas del Ecuador tradicionalmente la adquisición de germoplasma para inseminación artificial, se realiza basado en caracteres netamente productivos de manera global, por lo que los productores poco toman en cuenta las correlaciones entre caracteres que no solo son productivos y que influyen en el rendimiento económico. En consecuencia no se estaría aplicando correctamente las técnicas reproductivas ni planes de mejora adecuados.

El objetivo primario de la mejora genética del ganado lechero es aumentar la eficiencia en la producción de leche tomando en cuenta los caracteres lineales y reproductivos; muchos productores tienen 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. Pero el escaso asesoramiento técnico no permite seleccionar de manera adecuada el material genético de los toros a utilizar.

## **1.3 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 (Stolzenbach, 1998).

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 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 ha limitado a procesos operativos como la Inseminación Artificial (IA) y la Transferencia de Embriones (TE), como técnicas de reproducción, esperando que los resultados 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 morfozométrica 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 (Haro, 2003)

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 Jersey Ecuatorianas.

La importancia de este estudio radica en, 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 Jersey

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.

#### **1.4 Objetivos de la Investigación**

##### ***1.4.1 General***

Estudiar las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros jersey con evaluación genética disponibles en Ecuador: Producción - Reproducción – Tipo

##### ***1.4.2 Específicos***

Evaluar parámetros productivos y reproductivos de los toros Jersey disponibles en Ecuador

Evaluar la clasificación lineal de los toros Jersey disponible en el Ecuador

Determinar la correlación entre parámetros productivos y reproductivos

Determinar la correlación entre parámetros productivos, reproductivos y de tipo

#### **1.5 Hipótesis**

##### **Hipótesis Alternativa**

En los toros Jersey con evaluación genética disponible en Ecuador existe una alta correlación genética entre parámetros productivos-reproductivos-Tipo

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO DE REFERENCIA

#### 2.1 Raza Jersey

(Trujillo, 1994), manifiesta que es la raza más pequeña de las razas británicas, posee gran aptitud para soportar las temperaturas tropicales, tal vez por su reducido tamaño, que aumenta proporcionalmente la superficie de evaporación del cuerpo. Su producción media por lactancia es de unos 3000 litros de leche con una media de 4.6 % de grasa y de proteína 3.6 %. Posee una buena aptitud para pastar, aun en áreas tropicales, y además buena precocidad sexual y alta fertilidad, lo que supone una producción de leche a más temprana edad y mayor número de terneros nacidos. Han sido efectuadas distintas pruebas de cruzamiento y mejora de ganado tropical con alentadores resultados y han constituido la base fundamental para la formación de las llamadas vacas tropicales de producción lechera.

(Sanchez, 2006), indica que el ganado Jersey es de la isla del mismo nombre, situada en el canal de la mancha entre Inglaterra y Francia. Esta raza es la más pequeña de las razas Europeas. El contenido de promedio de grasa es de 4-5%. Las vacas Jersey tienen las características típicas de las productoras lecheras. No son muy aptas para la producción de carne. La vaca y el toro Jersey se caracteriza por la prominencia de los ojos y la curvatura hacia dentro de los cuernos. La coloración de este ganado varía desde el café sumamente claro hasta la caoba oscuro. El color más común es el café con oscurecimiento en el cuello, cabeza y ancas. Ocasionalmente se encuentra ejemplares con manchas blancas bien definidas. El tamaño de los animales al nacer es pequeño. Pesan en promedio de 20 a 25Kg. La raza es precoz y se recomienda que las vaquillas sean cargadas a los 280 Kg. O al llegar a los 13 meses de edad. Los animales adultos no alcanzan pesos altos, en promedio las vacas pesan de 400 a 500 Kg y los toros de 550 a 700 Kg. Los sementales pueden ser peligrosos y difíciles de manejar. Entre las razas de origen europeo, la Jersey posee la mayor capacidad para soportar el clima tropical húmedo. La cruce entre el cebú y la Jersey no es común, porque los híbridos no son buenos productores de leche.

(Sanchez, 2006), señala que la raza Jersey tiene la habilidad de consumir nuestros pastos de tierra fría, media y caliente; heno, ensilaje y demás suplementos que cualquier otro animal lechero. El pelaje original es policromo pero el más conocido entre nosotros es de color amarillento, arratonado o bayo. Hay animales de color marrón, leonado y algunos con tendencia al negro.

Alrededor del hocico presenta un halo de pelo más claro. Alto contenido de grasa y alta digestibilidad de su leche. Además una alta fertilidad los toros pesan en promedio 700 Kg. Y la hembras 500 Kg. Producciones reportadas de 3500 Kg. Con 6% de grasa.

## **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, (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 valores propios de regresión buscando a través de la mejor curva de ajuste.

(Mendoza, 2005), indica 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 Merito 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 sementales).

(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 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 tendrán 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 la tabla 1-2, 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.

**Tabla 1-2. HEREDABILIDAD DE ALGUNAS CARACTERISTICAS EN GANADO LECHERO.**

CARACTERISTICA	HEREDABILIDAD %
Producción	
Leche	25
Grasa	25
Solidos no grasos	21
% de grasa	57
Proteína	25
% solidos no graos	54
% proteína	50
Susceptibilidad a enfermedades	
Mastitis	10
Cetosis	5
Fiebre de leche	5
Ovarios quísticos	5

Fuente: Ochoa, P. (2008).

(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 2-2, 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.

**Tabla 2-2. REPETIBILIDAD DE ALGUNAS CARACTERISTICAS EN GANADO LECHERO**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>REPETIBILIDAD %</b>
Producción	
Leche	53
Grasa	49
Solidos no grasos	50
Total de solidos	49
Proteína	55
Porcentajes:	



Grasa	76
Solidos no grasos	60
Total de solidos	75
Proteína	61

Ochoa, P. (2008)

## 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:

## 2.9 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), esta alta correlación 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.

## 2.10 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), mencionan 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 (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.

(Corrales, 2012), 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 la conformación 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 pocos problemas sanitarios, tal como se indica en el cuadro 3, las correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas.

**Tabla 3-2 CORRELACIONES GENETICAS ENTRE PRODUCCION DE LECHE (Kg) y VARIAS CARACTERISTICAS FENOTIPICAS**

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

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

Fuente: <sup>1</sup> Ochoa, P. (2008)<sup>2</sup>Corrales, A et al (2012)

### 2.11 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.

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

Donde:

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:

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

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

Donde:

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.

Quintero, D. y Vargas, F. (2004), 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.

### **2.11.1 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  $\omega$ ) 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 mejorar, 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 considerarse 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:

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

Donde:

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.

### 2.11.2 *Parámetros Fenotípicos (características de Conformación)*

(Moro, 1998), establece 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 *standar* de cada raza.

(Serrano, 2009), Canwest DHI Herd Improvement 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 PDCA o *Purebred Dairy Cattle Association* (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. **Patas 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.

El Green Boock de la Jersey que es el libro oficial de la Aso Jersey Usa, en el cual se puede encontrar toda la información de toros y vacas de los estados unidos analiza 16 características estandarizadas lineales de tipo.

### a. Estatura

Según, Jersey Association USA. (2007), es medida como la altura a la cadera: 1. baja (1,12 m); 5. Intermedia (1,25 m) y 9. Alta (1,37 m).

### b. Fortaleza

Según, Jersey Association USA. (2007), se mide como la amplitud y profundidad del pecho, ancho de los ollares y sustancia del hueso, no influenciado por la condición corporal. Puntaje bajo 2 indica debilidad extrema, puntajes sobre 8 indican fortaleza extrema

### c. Angulosidad o temperamento lechero

(Serrano, 2009), nos mide la separación de las costillas, el ángulo de dirección de las mismas y la calidad del hueso. El ángulo y la separación nos dan el 80 % de la calificación y el 20 % restante lo aporta la calidad del hueso. Se califica de 1 a 3 si es poco angulosa; de 4 a 6 si es un ángulo, una separación y una calidad de hueso intermedia y de 7 a 9 si es un animal muy anguloso.

### d. Angulo de la grupa

(Serrano, 2009), se mide desde los isquiones hasta los iliones. Tiene 9 puntos de clasificación que son: Isquiones demasiado altos (+ 4cm), + 2 cm, Nivelados (0 cm), Ligera caída (-2 cm), Intermedios (-4 cm), - 6 cm, - 8 cm, - 10 cm, Isquiones demasiado bajos (-12 cm).

**e. Ancho de la grupa**

Según, Jersey Association USA. (2007), es la distancia entre las caderas. Puntajes por debajo de 3 indican estrechez extrema en el anca y puntajes arriba de 7 indican amplitud extrema

**f. Vista posterior de las patas**

(Serrano, 2009), nos dice la dirección que adoptan los miembros posteriores vistos desde atrás. Se califica con 1 si son patas muy juntas, con 5 si son intermedias y con 9 si son paralelas.

**g. Angulo de pezuña**

(Serrano, 2009), se mide en el pie derecho del animal y nos mide el ángulo formado entre la parte anterior del casco y el piso. Se califica de 1 a 3 si es un ángulo pequeño; de 4 a 6 se considera intermedio y de 7 a 9 si es un ángulo grande. Para llegar a estas calificaciones se toma como 1 un ángulo de 15°; 5 un ángulo de 45° y 9 un ángulo de 65°

**h. Inserción anterior de la ubre**

(Serrano, 2009), nos mide la ubicación y la fuerza con que la ubre se adhiere a la pared abdominal mediante los ligamentos laterales. Se califica de 1 a 3 si es una inserción débil y suelta; con 4 a 6 si es una inserción aceptable y con 7 a 9 si es una inserción fuerte y bien agarrada.

**i. Inserción posterior de la ubre**

(Serrano, 2009), mide la distancia entre la vulva y el inicio de la ubre. Este valor se relaciona con la estatura del animal. De 1 a 3 se califica una inserción muy baja; de 4 a 6 se califica una distancia intermedia y de 7 a 9 se califica una inserción alta.

**j. Anchura ubre posterior**

Según, Jersey Association USA. (2007), es medida en el pliegue donde la ubre se encuentra con la pierna. Un puntaje de 1 indica una ubre posterior angosta y un puntaje de 9 indica una ubre posterior ancha (28 cms o más). Un puntaje de 7 se asigna a una ubre posterior con 20 cms de ancho. Un puntaje de 5 a una ubre posterior que tiene 15 cms de ancho y un puntaje de 3 a una ubre posterior de 10 cms de ancho.

**k. Ligamento suspensor medio**

(Serrano, 2009), nos mide la profundidad del surco en la base posterior de la ubre. Tiene 9 niveles de calificación: Débil, sin divisiones definidas, + 0.5 cm, + 0 cm, Ligera definición – 1cm, - 2 cm, - 3 cm, Profunda definición – 4 cm, - 5 cm, - 6 cm.



### **l. Profundidad de ubre**

(Jersey Association USA, 2007), es una profundidad moderada relativa a los corvejones, con adecuada capacidad y separación. Depende del número de lactancia y edad del animal.

### **m. Colocación de pezones**

(Jersey Association USA, 2007) (separados/juntos) Un puntaje de 1 indica pezones separados, 4 ligeramente separados, 6 pezones colocados en el centro y 9 colocados juntos

### **n. Longitud de los pezones anteriores**

(Jersey Association USA, 2007) (largos/cortos) es la longitud de los pezones delanteros de la base al extremo del pezón. Un puntaje de 1 indica pezones cortos (0 cms), 5 indica pezones intermedios (5 cms) y 9 indica pezones largos (12 cms)

### **j. Colocación de los pezones posterior**

(Jersey Association USA, 2007) punto de referencia: posición de pezones posteriores respecto al centro del cuarto. 1 a 3 = Fuera del cuarto, 4 a 7 = En medio del cuarto, 8 = Dentro del cuarto (rosándose) 9 = Dentro del cuarto (entrecruzados)

### **K. Vista lateral pezones posteriores**

Según, Jersey Association USA. (2007), punto de referencia: posición de pezones posteriores vistos de lado guardar una simetría y al ser vistos de lado estar paralelos.

## **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 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), indican 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).

(Cunliffe, 2008), 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.

## **2.16 Descripción de los parámetros de producción (PTA)**

Habilidad de transmisión prevista (PTA): El mejor predictor de mérito genético; específicamente lo que se espera que un toro o vaca transmita por un rasgo particular a su descendencia.

PTA Milk (Habilidad Predicha de Transmisión de Leche): Este índice representa la cantidad de libras de leche que en promedio, las hijas de determinado toro producen por lactancia, por encima de la producción promedio de libras de la Población de Referencia.

PTA Fat (Habilidad Predicha de Trasmisión de Grasa): Este índice representa la cantidad de libras de grasa en promedio, las hijas de determinado toro produce por lactancia, por encima de la producción promedio de libra de grasa de la población de Referencia.

PTA Protein (Habilidad Predicha de Transmisión de Proteína): Este índice representa la cantidad de libras de proteínas que en promedio, las hijas de determinado toro producen por lactancia, por encima de la producción de libras de proteína de la Población de Referencia.

Vida Productiva (PL): Mide la capacidad de una vaca para evitar morir en la granja o ser sacrificado. Refleja el número de meses que las hijas de este toro en promedio pasan en producción al alcanzar los 84 meses de edad, por encima o debajo de la población de referencia.

El PTA de PL varía entre -4 a +4, y está influenciada más por manejo que por genética. Este índice tiene una alta correlación con SCS, producción y compuesto de ubres. El promedio de la raza Holstein para Vida Productiva para mayo 2004 es de 0.9.

Habitabilidad (LIV): mide la capacidad de una vaca para sobrevivir mientras está en la granja. (ASSOCIATION, 2017).

Tipo (PTAT) (Habilidad Predicha de Transmisión de Tipo): Este índice describe la habilidad de un toro de transmitir a sus hijas una conformación más funcional. Es un resumen de los cinco componentes de la clasificación física que son: Sistema Mamario, Conformación, Patas,

Angularidad y Capacidad. Índice de la ubre de Jersey (JUI): Basado en el índice de rasgo funcional (FTI) ponderaciones para los rasgos de ubre.

## 2.17 Método BLUP Modelo Animal

Lush (1931), el índice de selección es un poderoso método para la predicción genética. Sin embargo una asunción básica del índice de selección es que la información de performance utilizada proviene de grupos contemporáneos genéticamente similares. ¿Y si queremos hacer predicciones usando datos de grupos contemporáneos genéticamente diferentes? – grupos de diferentes establecimientos o de diferentes décadas.

Una extensión de la metodología de los índices de selección conocida como mejor predicción lineal insesgada o BLUP por su sigla en inglés (Best Linear Unbiased Prediction) está diseñada para este tipo de información. La distinción hecha aquí entre índice de selección y BLUP refleja diferencias en como las dos tecnologías han sido aplicadas históricamente.

Las características más importantes del Modelo Animal son:

- Evaluación simultanea de toros y vacas. De esta manera, al calcular la prueba de un toro a partir de los datos de sus hijas se puede tener en cuenta cual es el mérito genético de las madres. Así se corrige el hecho de que los mejores toros se inseminen sobre las mejores vacas (acoplamiento preferencial).

En la evaluación genética de un animal se utiliza su propia información (calificación o lactación corregida por los efectos no genéticos que influyen en ella) y la de todos sus parientes (ancestros, contemporáneos y descendientes). Esto supone que se incluye la información de las familias de las vacas.

- Para valorar la información propia de una vaca, se tiene en cuenta el nivel genético medio de las contemporáneas con las que la comparamos.
- La influencia de cada pariente depende del grado de parentesco, pero a medida que aumenta la descendencia de un animal, el peso de la información del resto de los parientes disminuye.
- La inclusión de las relaciones de parentesco permite aumentar la precisión del índice genético. Esto es especialmente importante para toros con pocas hijas. Para las vacas, asegura una mejor comparación de los índices calculados en diversos rebaños.

Predicción Lineal Insesgada Óptima, o BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) Best Linear Unbiased Prediction (BLUP)

El problema de “predecir” o “estimar” el mérito genético en los candidatos para la selección es muy importante en la zootecnia. Esta distinción semántica ha creado mucha confusión debido a que, hablando estadísticamente, no tiene sentido “estimar” un efecto aleatorio. Por otro lado, la “predicción” tiene una connotación futurística, mientras que en la zootecnia uno suele estar interesado en el ordenamiento de candidatos (sementales, por ejemplo) de los que ya se dispone.

Tiene más sentido pensar en términos de “inferir” el mérito genético, porque el problema rebasa el de obtener meramente una estimación de un parámetro de localización. Frecuentemente, el investigador está interesado en obtener una medida de la incertidumbre, o quizá, en calcular la probabilidad de eventos ordenados que involucran a los candidatos para selección.

### **2.18 Interpretación de los índices genéticos de toros y vacas.**

Lush (1931), los índices genéticos calculados para toros y vacas corresponden a su valor reproductivo o valor de su genotipo para el carácter considerado. Por tanto, se espera que un toro transmita por término medio a su descendencia la mitad del valor publicado en los catálogos. Los índices de vacas son totalmente comparables con las pruebas de los toros, ya que están expresados sobre la misma base y escala.

### **2.19 Genómica en la producción animal**

Las evaluaciones genéticas tradicionales para ganado vacuno han provisto de una gran cantidad de información productiva, reproductiva y de algunas enfermedades a los programas de mejoramiento genético para producción, tipo y características de conformación en los animales. Estas evaluaciones se han basado en los registros productivos y en el pedigrí (registros genealógicos), seleccionando animales sobresalientes o con mérito genético capaces de producir eficientemente y transmitir su potencial genético a su descendencia. Sin embargo debido al tiempo que requiere llevar estos registros, estos son costosos y llevan mucho tiempo, pues es necesario para una evaluación genética por prueba de progenie el medir las características productivas de las hijas y coleccionar datos suficientes para una mayor precisión al momento de hacer la evaluación para la estimación del valor de cría. (Marín, 2013 Y col).

Con el advenimiento de la tecnología y los microarreglos de alta densidad (chips genómicos), actualmente se encuentran disponibles diferentes plataformas para la genotipificación de miles de

marcadores moleculares SNP's simultáneamente que unidos a las evaluaciones genéticas tradicionales permitirán elevar la precisión de los valores genéticos de animales superiores con una confiabilidad del 75% para animales muy jóvenes, disminuyendo costos de producción de toros para venta de semen probado y de las evaluaciones genéticas sobre todo en machos y hembras jóvenes (Schaeffer, 2006).

Las evaluaciones genómicas poseen ventajas frente a las evaluaciones genéticas tradicionales, entre las cuales están: el incremento en la intensidad de la selección por el aumento en el número de animales en prueba con los mismos recursos económicos y el permitir el mejoramiento genético y la selección de características de baja heredabilidad con mejores precisiones y resultados. Todo esto hace posible hacer mejoramiento de caracteres funcionales que bajo un sistema de selección tradicional mostrarían progresos genéticos bajos (Hayes, 2009).

En ganado vacuno, la aplicación de los chips de alta densidad es utilizado principalmente para el mejoramiento de la productividad animal, salud y exactitud de la selección dentro de los programas de mejoramiento genético mediante un análisis llamado selección de todo el genoma (Genome Wide Selection, GWS) (Meuwissen et al., 2001). El uso de datos genómicos complementa los datos productivos que se llevan en registros de producción, reproducción y sanidad con regularidad en cada sistema de producción, y que permite predecir valores de mérito genético utilizados en programas de selección y mejoramiento animal con mayor precisión (Matukumalli et al., 2009).

Las evaluaciones genómicas han permitido realizar una cría y comercialización diferente para ganado lechero principalmente. En países como Estados Unidos actualmente está muy organizado el programa de mejoramiento genético basado en valores de cría estimados con base en datos cuantitativos y moleculares para la raza Holstein. Las organizaciones de inseminación artificial realizan la selección de los toros basados en dichas evaluaciones, dado que la fiabilidad de estos datos puede alcanzar hasta un 75% para los rasgos de rendimiento, fiabilidad adecuada para la comercialización del semen de toros de 2 años de edad (Wiggans et al., 2011). Las primeras evaluaciones genómicas no oficiales del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) fueron publicados en el 2008 y fue oficial para Holstein, Jersey y Pardo Suizo en el 2009 (Wiggans et al., 2011).

Las ventajas que presentan las evaluaciones basadas en datos de chips de alta densidad frente a las evaluaciones tradicionales se basan en la disminución del tiempo de las pruebas, el aumento en la intensidad de selección, la mayor exactitud de evaluación a temprana edad y un menor intervalo generacional seleccionando toros en menos tiempo que lo que se demora una prueba de

progenie, aunque posterior a la utilización de dichos toros genómicos son igualmente evaluados y corroborados sus valores genéticos por la utilización de los datos de su progenie. El Cuadro 4 muestra un ejemplo de un toro probado por evaluación genética tradicional versus evaluación genómica en el mismo año, mostrando valores superiores para características como Merito Neto Vitalicio (MNV), producción de leche, vida productiva, entre otras, cuando se incluye la información genómica a los datos productivos.

**Tabla 4.2 EJEMPLO DE UN TORO PROBADO POR EVALUACIONES TRADICIONALES VERSUS EVALUACIÓN GENÓMICA (ADAPTADO DE WILSON, 2009)**

	MNV	Producción Leche	Vida productiva
Ene. '09 Prueba Genómica	+\$918	1661	9.2
Ago. '09 Prueba con hijas	+\$911	1549	8.9



## CAPITULO III

### 3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Identificación de las variables

##### 3.1.1 *Variable Independiente*

###### 3.1.1.1 *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)

##### 3.1.2 *Variable Dependiente*

###### 3.1.2.1 *Parámetros productivos (PTA):*

- \* Leche (PTAM)
  - \* Proteína (PTAP)
  - \* Grasa (PTAG)
  - \* Vida productiva (PL)
  - \* Habitabilidad (LIV)
- ###### 3.3.2.2 Parámetros de tipo (PTA) (STA)
- \* Tipo (PTAT)
  - \* Índice Ubre Jersey (JUI)
  - \* Estatura (ST)
  - \* Fortaleza (SR)
  - \* Temperamento Lechero (DF)
  - \* Angulo de Anca (RA)
  - \* Ancho de Anca (RW)
  - \* Patas Traseras (RL)

- \* Angulo de la Pezuña (FA)
- \* Ubre Anterior (FU)
- \* Altura Ubre Posterior (RH)
- \* Anchura Ubre Posterior (RUW)
- \* Soporte de Ubre (UC)
- \* Profundidad de Ubre (UD)
- \* Colocación de pezones (TP)
- \* Longitud Pezones Anteriores (TL)
- \* Vista posterior pezones traseros (RTP) (RU)
- \* Vista lateral pezón trasero (RTP) (SU)

#### **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 Green 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. (Hernandez Sampier, 2011)

#### **e) Alcance de la Investigación**

En la presente investigación se determinó las correlaciones genéticas de la base de datos de toros Jersey 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 Jersey 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 Jersey 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 Jersey comercializados en Ecuador.

### **Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios fue:**

- Los registros de la Aso Jersey Ecuador (Ranking).
- Interpretación de los índices de los diferentes toros en el Green Book Jersey.
- 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.

### 1.3 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 aso jersey 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 Green boock									x	x	X	X				
4	Ejecución de las correlaciones genéticas reproducción-reproducción, reproducción-tipo y producción-tipo													x	x	x	x

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Las características de conformación son parte de los criterios o índices de selección recomendados o desarrollados en distintos países que combinan evaluaciones genéticas de características de producción, reproducción, funcionales, longevidad y conformación, con el fin de evaluar el mérito económico total de los animales con fines de selección.

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 Tabla 1-4; entre 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) y Leche (PTAM), Proteína (PTAP), Grasa (PTAG), Vida productiva (PL), Habitabilidad (LIV).

La DPR=Taza de preñes de las hijas progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa, es decir no presentan correlación genética, Tabla 1-4.

De acuerdo a Ochoa, P. (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:

Relación entre producción de leche y longevidad de la vaca Ochoa, P. (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.

La CCR=Taza de concepción de la vaca progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa, es decir no presentan correlación genética, Tabla 1-4.

Hernández, A. et al. (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).

HCR=Taza de concepción de las hijas progresan independientemente el uno del otro con; PL=Vida productiva; PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa; LIV=Habitabilidad, es decir no presentan correlación genética, Tabla 1-4.

SCR=Taza de concepción del toro progresan independientemente el uno del otro con LIV=Habitabilidad, es decir no presentan correlación genética, Tabla 1-4.

La DPR=Taza de preñes de las hijas progresan en la misma dirección en forma significativa con PL=Vida productiva; LIV=Habitabilidad, Tabla 1-4.

Ochoa, P. (2008), esta alta correlación 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. b. Relación entre producción de leche y clasificación lineal.

La CCR=Taza de concepción de la vaca progresan en la misma dirección en forma significativa con PL=Vida productiva; LIV=Habitabilidad.

HCR=Taza de concepción de las hijas progresan en la misma dirección en forma significativa con PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína.

Hernández, A. et al. (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).

SCR=Taza de concepción del toro progresan en la dirección opuesta en forma significativa con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa.

Zambrano, (2014), indica que los resultados muestran que las heredabilidades para las características reproductivas (IEP, DA, NSC y TC) y para SCS son bajas (menores de 0,15), mientras que las características productivas (PL, PP y PG) variaron en un nivel medio (entre 0,22-0,35) en Holstein y Jersey. De igual manera, la repetibilidad para características reproductivas (IEP, DA, SNC y TC) fueron bajas (menores de 0,2), mientras que las características productivas (PL, PP, PG y SCS) variaron en un nivel medio (entre 0,22-0,41) en las dos razas respectivamente. Sin embargo, en todas las características excepto en SCS, la heredabilidad y la repetibilidad fueron iguales en la raza Jersey.

Le envío datos toros

SCR	Nº hijas	Observaciones o repetibilidad
0,7	912	78%
2,7	4.284	94%
-0,8	11.510	98%
-1,5	4.270	94%
-0,8	11.510	98%
<b>1,3</b>		
Toros		
SCR		
	Texas	4,8
	Riley	3,7
	Barnabas	3,1
	Topeka	2,7



Colton	2,6
T Bone	0,3
Chili	-0,2
Valentino	-0,8
Golda	-0,8
Irwin	-1,5
Promedio	2,05

$$h^2 = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 G + \sigma^2 E}$$

$$= 13 / \sqrt{0,71 * 22,02} = 0,054$$

$h^2 = 0,054$

**Tabla 1-4. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS.**

	DPR	CCR	HCR	SCR
PTAM	-0,180	-0,116	0,076	-0,422
PTAP	-0,291	-0,201	0,7 4	-0,474
PTAF	-0,345	-0,248	0,146	-0,564
PL	0,523	0,364	-0,058	0,054
LIV	0,515	0,476	0,281	-0,142

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; 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 PLT270 fue de  $1064,59 \pm 260,436$  kg. En otros países y razas bufalinas la producción de leche varió de 796,03 kg a 2544.58 kg con una duración de la lactancia en promedio de 294 días (De Franciscis y Di Palo 1994; Tien and Tripathi 1991; Duarte et al 2004; Tonhati and Cerón-Muñoz M 2002; Sharma R and Singh B 1988; Rosati A and Van Vleck L 2002; Gogoi et al 1985; Dutt and Yadav 1988).

Los coeficientes de variación (CV) para los PDCs fluctuaron de 27,16% hasta 36,36%. Se presentaron elevados valores al inicio de la lactancia, disminuyendo hacia la mitad y aumentando nuevamente hacia el final de la misma. Duarte et al (2004), reportaron CV superiores, los cuales

variaron de 37,45% a 41,54%. La variación en los controles del inicio y final de la lactancia era esperada debido a la influencia que ejerce el parto (inicio de la lactancia) y la influencia de la gestación (final de la lactancia) y al número de informaciones.

Gadini et al (1997) y Jamrozik y Schaeffer (1997), reportaron que para la PDC en modelos uní-característicos, la selección debería ser hecha entre el cuarto y quinto control, porque existen mayores proporciones de varianzas genéticas. La selección para la PDC en este estudio debería de ser hecha en el quinto control (PDC5), el cual está de acuerdo con los valores reportados por la literatura. El Faro (2002) en bovinos estimó valores para las varianzas genéticas desde 1,04758 kg<sup>2</sup> hasta 0,15803 kg<sup>2</sup>, presentándose una distribución similar en los valores hallados para este estudio. Se obtuvieron altos valores para las varianzas residuales al inicio y final de la lactancia, variando de 1,074 kg<sup>2</sup> a 0,948 kg<sup>2</sup>, respectivamente, mientras el menor valor fue observado en la mitad de la lactancia 0,791 kg<sup>2</sup>.

Las correlaciones genéticas estimadas entre las distintas características estudiadas, tendieron a ser menores que las obtenidas por otros autores entre diversas características de longevidad (Hoque y Hodges, 1980; Hudson y Van Vleck, 1981; Short y Lawlor, 1992; Chauhan *et al.*, 1993; Jairath *et al.*, 1994). Al estimar las correlaciones genéticas entre HP48, DVP y PTA en este estudio, éstas fueron corregidas para la producción de leche de la primera lactancia para reducir el efecto del desecho voluntario por producción de leche. Las correlaciones genéticas estimadas entre algunas características de vida productiva funcional y producción de leche, han sido menores que las no corregidas (Short y Lawlor, 1992; Strandberg y Solkner, 1996), lo que pudiera explicar en parte los valores menores de las correlaciones genéticas obtenidas en este trabajo.

La correlación fenotípica estimada entre PL1 y PTA fue de 0,54, y entre PL1 con HP48 y PL1 con DVP, de 0,08. Otros autores han estimado correlaciones fenotípicas entre características de longevidad, mayores a las obtenidas en este estudio (Chauhan *et al.* 1993; Vollema y Groen, 1996).

El error estándar estimado en las correlaciones genéticas de las distintas características tuvo un rango de 0,09 a 0,12, excepto para la correlación entre HP48 y PTA que fue de 0,21, debido probablemente al tipo de distribución que tiene HP48 y a la naturaleza de los datos.

#### **4.2 Correlación para las características productivas y características de tipo lineal.**

Las correlaciones para las características productivas y características de tipo lineal, se puede observar en el Tabla 2-4, PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo progresan

independientemente el uno del otro 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.

Tabla 2.4. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARACTERÍSTICAS DE TIPO LINEAL.

	PTAT	JUI	ST	SR	DF	RA	RW	RL	FA	FU	RH	RUW	UC	UD	TP	TL	RTP(RU)	RTP(SU)
<b>PTAM</b>	0,088	0,107	0,194	0,139	0,389	0,266	0,390	0,157	0,094	0,185	0,387	0,293	0,099	0,239	0,110	0,192	0,035	0,286
<b>PTAP</b>	0,027	0,258	0,145	0,088	0,516	0,296	0,433	0,001	0,233	0,437	0,283	0,490	0,023	0,444	0,293	0,352	0,262	0,094
<b>PTAF</b>	0,149	0,116	0,240	0,177	0,602	0,279	0,409	0,043	0,005	0,267	0,431	0,506	0,033	0,325	0,088	0,340	0,088	0,102
<b>PL</b>	0,312	0,277	0,246	0,429	0,250	0,048	0,438	0,120	0,302	0,393	0,172	0,167	0,521	0,333	0,376	0,332	0,104	0,291
<b>LIV</b>	0,117	0,004	0,258	0,323	0,292	0,312	0,026	0,393	0,086	0,105	0,035	0,116	0,066	0,058	0,103	0,156	0,051	0,154

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo; JUI=Índice ubre jersey; ST=Estatura; SR=Fortaleza; DF=Temperamento lechero; RA=Angulo de anca; RW=Ancho de anca; RL=Patras traseras; FA=Angulo de la pezuña; FU=Ubre anterior; RH=Altura ubre posterior; RUW=Anchura ubre posterior; UC=Soporte de ubre; UD=Profundidad de ubre; TP=Colocación de pezones; TL=Longitud de pezones anteriores; RTP (RU)=Vista posterior pezones traseros; RTP (SU)=Vista lateral pezones traseros; 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

JUI=Índice ubre jersey progresan independientemente el uno del otro 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, Tabla 2-4.

ST=Estatura progresan independientemente el uno del otro con 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, Tabla 2-4.

Corrales, A. et al. (2012), 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.

SR=Fortaleza progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa; LIV=Habitabilidad. CON PL=Vida productiva progresan en la dirección opuesta en forma significativa, Tabla 2-4.

DF=Temperamento lechero progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; LIV=Habitabilidad; PL=Vida. Para PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa progresan en la misma dirección en forma significativa, Tabla 2-4.

RA=Angulo de anca progresan independientemente el uno del otro con 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 entre PL1 y ESTAT, fue igual a la estimada por otros. Algunas de las correlaciones genéticas estimadas en este trabajo entre PL1 con características de conformación, concuerdan con los resultados obtenidos en diferentes estudios. Por ejemplo, Short y Lawlor obtuvieron una correlación genética entre PL1 y PUFIN tendiente a cero (0.06 vs -0.01 de este estudio), entre PL1 y PUNTA, la correlación fue de 0.13 (vs 0.10 de este trabajo), entre PL1 e INSEAN de -0.23 (vs -0.15 de este trabajo) y entre PL1 y PROFUB de -0.41 (vs -0.27 de este estudio). Asimismo, Misztal et al, estimaron una correlación genética entre PL1 y ANCHA de 0.11, mientras que en este trabajo fue de 0.26, y Meyer et al obtuvieron una correlación entre PL1 y ANPEZ de -0.12, y la obtenida aquí fue de -0.23.

RW=Ancho de anca progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; LIV=Habitabilidad. Para PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa; PL=Vida productiva progresa de manera inversa, Tabla 2-4.

RL=Patas traseras progresan independientemente el uno del otro con 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, Tabla 2.4.

Todas las correlaciones fenotípicas estimadas en este estudio entre HP48 y las características de tipo y entre PL1 y tipo fueron bajas, similares a las de otros entre características de conformación, PL1 y habilidades de permanencia a los 54 meses

Corrales, A. et al. (2012), mencionan 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 (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.

Según, Corrales, A. et al. (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.

Corrales, A. et al. (2012), 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.

Según, Corrales, A. et al. (2012), mencionan que las correlaciones genéticas encontradas para producción de leche y las características de tipo indican que la conformación 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 pocos problemas sanitarios, tal como se indica en el Tabla 2-4, las correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas.

#### **4.3 Correlación de Pearson, para las características lineales y reproductivas.**

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo progresan independientemente con DPR=Taza de preñes de las hijas; CCR=Taza de concepción de la vaca; HCR=Taza de concepción de las hijas; y con SCR=Taza de concepción del toro progresa en la misma dirección, Tabla 3-4.

JUI=Índice ubre jersey progresan independientemente con DPR=Taza de preñes de las hijas; CCR=Taza de concepción de la vaca; HCR=Taza de concepción de las hijas; y con SCR=Taza de concepción del toro progresa en la misma dirección, Tabla 3-4.

ST=Estatura progresan de manera inversa con DPR=Taza de preñes de las hijas; CCR=Taza de concepción de la vaca; SCR=Taza de concepción del toro e independientemente con HCR=Taza de concepción de las hijas, Tabla 3-4.

Ríos et al. (2010), los estimadores de las correlaciones residuales de días abiertos con intervalo entre partos, y de tasa de gestación con número de servicios por concepción fueron altos, lo que sugiere que los errores de medición dentro de cada par de características estaban relacionados. Por el contrario, los estimadores de las correlaciones residuales de días a primer servicio con número de servicios por concepción y tasa de gestación fueron bajos, e indican que los residuales de los días a primer servicio fueron independientes de los residuales del número de servicios por concepción y de los de la tasa de gestación. Los estimadores de las correlaciones residuales de días a primer servicio con intervalo entre partos, de intervalo entre partos con número de servicios por concepción, y de días abiertos con tasa de gestación, fueron moderados.

Tabla 3-4 . COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS LINEALES Y REPRODUCTIVAS.

	PTAT	JUI	ST	SR	DF	RA	RW	RL	FA	FU	RH	RUW	UC	UD	TP	TL	RTP(RU)	RTP(SU)
		-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	-		
<b>DPR</b>	-0,259	0,121	0,604	0,361	0,586	-0,237	0,074	0,229	0,270	0,123	0,404	0,471	0,377	0,007	0,200	0,276	-0,42	-0,202
		-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	8-	-	-		
<b>CCR</b>	-0,332	0,231	0,431	0,160	0,466	-0,093	0,087	0,035	0,200	0,081	0,468	0,407	0,267	0,080	0,063	0,264	0,010	-0,268
			-	-	-		-	-	-					-		-		
<b>HCR</b>	0,194	0,108	0,174	0,136	0,022	-0,061	0,131	0,105	0,075	0,121	0,203	0,106	0,048	0,087	0,237	0,003	0,195	0,382
			-	-											-	-		
<b>SCR</b>	0,444	0,639	0,568	0,070	0,236	-0,340	0,136	0,215	0,226	0,416	0,386	0,507	0,581	0,401	0,007	0,586	0,534	0,188

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo; JUI=Índice ubre jersey; ST=Estatura; SR=Fortaleza; DF=Temperamento lechero; RA=Angulo de anca; RW=Ancho de anca; RL=Patas traseras; FA=Angulo de la pezuña; FU=Ubre anterior; RH=Altura ubre posterior; RUW=Anchura ubre posterior; UC=Soporte de ubre; UD=Profundidad de ubre; TP=Colocacion de pezones; TL=Longitud de pezones anteriores; RTP (RU)=Vista posterior pezones traseros; RTP (SU)=Vista lateral pezones traseros; 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



Las correlaciones genéticas entre HP48 y ESTAT, PUNTA y ANCHA fueron cercanas a cero, entre HP48 y ANPEZ, INSEAN y LMS fueron de entre 0.16 y 0.33, las correlaciones estimadas entre HP48 con PROFUN y CALHUE fueron moderadas pero negativas (de -0.21 a -0.30) y entre HP48 y APLOM, POSTETAN, PROFUB y PUFIN tuvieron valores de 0.40 a 0.69.

Ríos et al. (2010), el estimador de la correlación para días a primer servicio e intervalo entre partos indica que estas dos características reproductivas están positiva y estrechamente asociadas genéticamente. Este resultado era de esperarse, ya que el intervalo entre partos es una medida de tiempo compuesta que depende parcialmente de los días a primer servicio, así como de la duración de la gestación. Kadarmideen et al. (2000) obtuvieron un estimador de la correlación genética entre días a primer servicio e intervalo entre partos con un valor igual (0,89) al obtenido en el presente estudio. Similarmente, muchos otros trabajos, como los realizados por Silva et al. (1992), Grosshans et al. (1997), Pryce et al. (1997), Veerkamp et al. (2001) y González-Recio y Alenda (2005), reportaron estimadores de correlaciones genéticas con valores altos, de 0,80 a 0,93. Sin embargo, en algunos estudios (Schneeberger y Hagger 1986, Haile-Mariam et al. 2003, Pryce et al. 1998) se ha encontrado que la correlación genética entre los días a primer servicio y el intervalo entre partos no es alta, sino moderada (0,39, 0,55 y 0,56, respectivamente).

Los días a primer servicio después del parto estuvieron alta y positivamente correlacionados genéticamente con los días abiertos. Hansen et al. (1983), Mäntysaari y Van Vleck (1989), Silva et al. (1992), Grosshans et al. (1997) y González-Recio y Alenda (2005) obtuvieron valores similares a los del presente estudio para la correlación genética entre días a primer servicio después del parto y días abiertos (0,84, 0,84, 0,86, 0,84, 0,82, respectivamente). Por el contrario, en un estudio realizado a finales de los ochenta (Raheja et al. 1989), se obtuvieron estimadores de correlaciones genéticas positivos y relativamente bajos al analizar información de vacas con una (0,28), dos (0,21) y tres lactancias (0,12). Otros estudios (Berger et al. 1981, Schneeberger y Hagger 1986, Moore et al. 1990), sin embargo, sugieren que los días a primer servicio están positiva y moderadamente correlacionados genéticamente (0,54, 0,45, 0,37) con los días abiertos.

En contraste con los estimadores discutidos previamente, el estimador de la correlación genética entre los días a primer servicio después del parto y la tasa de gestación fue negativo, con un valor de -0,45. La mayoría de los estimadores de la correlación genética entre estas dos características reproductivas hallados en la literatura, coinciden en dirección, o signo, con el estimador del presente estudio, excepto los estimadores positivos (0,41, 0,15) reportados por Faust et al. (1989) y Pryce et al. (1997). Sin embargo, de los estimadores con signo negativo encontrados en la literatura, algunos son de mayor magnitud que el estimador obtenido en el presente estudio, como los reportados por Haile-Mariam et al. (2003) y González-Recio y Alenda (2005); pero otros son

de menor magnitud, como los reportados por Pryce et al. (1998) y Kadarmideen et al. (2000, 2003).

Los días abiertos estuvieron favorable y altamente correlacionados genéticamente con el intervalo entre partos, sugiriendo que estas dos características reproductivas son, en gran medida, genéticamente equivalentes; es decir, muchos de los genes que afectan el intervalo entre partos son los mismos que afectan los días abiertos, lo que se conoce como efecto pleiotrópico (Berger et al. 1981). El presente resultado corrobora los hallazgos de diversos investigadores (Schneeberger y Hagger 1986, Silva et al. 1992, Grosshans et al. 1997, Kadarmideen et al. 2003, González-Recio y Alenda 2005), quienes han reportado estimadores de correlaciones genéticas casi perfectos (0,98, 0,96, 0,98, 0,97 y 0,99, respectivamente) para intervalo entre partos y días abiertos. Por el contrario, en un estudio realizado en condiciones subtropicales en el estado de Florida (Estados Unidos de América; Campos et al. 1994), también se estimaron correlaciones genéticas positivas con información de vacas Holstein (0,52) y Jersey (0,68), pero lejanas a 1.

El análisis conjunto del intervalo entre partos y el número de servicios por concepción indica que la asociación genética entre estas dos características es positiva y moderada (Cuadro 3), de manera similar a lo reportado por Biffani et al. (2005), para vacas Holstein italianas (0,61), por Wall et al. (2003), para vacas Holstein inglesas (0,61), y por Schneeberger y Hagger (1986), para vacas con diferentes porcentajes de genes Suizo Pardo Americano (0,54). En un estudio realizado en España (González-Recio y Alenda 2005) también se obtuvo un estimador de la correlación genética positivo, pero alto (0,89), para intervalo entre partos y número de servicios por concepción.

Por el contrario, en un estudio mexicano un poco más reciente (Núñez et al. 2006), se encontró que este tipo de asociación fue débil (0,28). A esta serie de estudios se puede agregar el trabajo publicado por Kadarmideen et al. (2000), quienes reportaron un estimado de 0,41; el cual, en conjunto con los demás estimadores reportados en la literatura, nos permite apreciar lo variable que es la magnitud de los estimadores de la correlación genética entre estas dos características.

En el presente estudio se encontró que la tasa de gestación estuvo negativamente correlacionada genéticamente con el intervalo entre partos, así como lo está con los días a primer servicio. Sin embargo, el estimador de la correlación genética para la tasa de gestación y el intervalo entre partos fue 1,4 veces mayor que el estimador para la tasa de gestación y los días a primer servicio. El estimador de la correlación genética para intervalo entre partos y tasa de gestación obtenido en el presente estudio fue mayor que el estimador correspondiente (-0,30) calculado con información de vacas Holstein que participaron en uno de los programas nacionales de control de registros del

Reino Unido (Kadarmideen et al. 2000). Pryce et al. (1998) y Veerkamp et al. (2000), por el contrario, informaron que el estimador de la correlación genética para intervalo entre partos y tasa de gestación fue de alta magnitud (-0,81 y -0,84, respectivamente), mientras que el estimador correspondiente (-0,59) reportado por González-Recio y Alenda (2005) sugiere que el intervalo entre partos y la tasa de gestación a primer servicio estaban moderadamente correlacionados genéticamente, de manera similar a lo encontrado por nosotros.

El número de servicios por concepción estuvo favorable y altamente correlacionado genéticamente con los días abiertos, sugiriendo que mecanismos biológicos comunes controlan estas dos características. Este resultado implica que la selección a largo plazo de vacas y vaquillas que requieren un menor número de inseminaciones para quedar gestantes, permitiría reducir de manera significativa el intervalo del parto a la concepción. El estimador de la correlación genética para días abiertos y número de servicios por concepción publicado en el presente trabajo es similar a los estimadores correspondientes (0,89 y 0,94) reportados por Moore et al. (1990) y González-Recio y Alenda (2005).

Sin embargo, el presente estimador es sustancialmente mayor que los bajos estimadores obtenidos por Raheja et al. (1989) para vacas Holstein con una (0,14), dos (0,09) y tres lactancias (0,04), los cuales sugieren que los días abiertos y el número de servicios por concepción están favorable, pero débilmente correlacionados genéticamente. Por su parte, los trabajos de Berger et al. (1981), Schneeberger y Hagger (1986), Grosshans et al. (1997) y Dematawewa y Berger (1998) también coinciden en que la asociación genética entre estas dos características es favorable, pero a un nivel moderado (0,45, 0,51, 0,44, 0,51).

El estimador de la correlación genética para tasa de gestación y días abiertos resultó ser altamente favorable (negativo), lo que implica que la selección de hembras bovinas con una mayor capacidad para quedar gestantes podría resultar en una reducción de los días abiertos. Al parecer, existen pocos estudios disponibles en la literatura científica que reportan estimadores de la correlación genética entre días abiertos y tasa de gestación. Sin embargo, los pocos estudios hallados (Kadarmideen et al. 2003, González-Recio y Alenda 2005) coinciden en que la asociación genética entre estas dos características es favorable, de moderadamente alta (-0,74) a casi perfecta (-0,94).

Correlación genética entre número de servicios por concepción y tasa de gestación.

Además de la fuerte asociación, el presente estudio revela que la tasa de gestación estuvo negativamente correlacionada genéticamente con el número de servicios por concepción, así como lo estuvo con los días a primer servicio, el intervalo entre partos y los días abiertos. Todos

los estudios encontrados en la literatura (Oltenu et al. 1991, Kadarmideen et al. 2000, 2003) muestran una fuerte y negativa correlación genética (-0,98, -0,99, -0,92) entre el número de servicios por concepción y la tasa de gestación, lo cual concuerda con lo hallado en la presente investigación.

En general, las cinco características reproductivas analizadas estuvieron alta y favorablemente correlacionadas genéticamente entre ellas, lo que revela la presencia de efectos pleiotrópicos. Estos resultados muestran que los estimadores de correlaciones genéticas para características reproductivas obtenidos con vacas lecheras en condiciones subtropicales, en general no difieren de los obtenidos con vacas lecheras en climas templados.

Los estimadores de las correlaciones genéticas de días a primer servicio con intervalo entre partos, días abiertos y número de servicios por concepción, de intervalo entre partos con días abiertos y número de servicios por concepción, y de días abiertos con número de servicios por concepción fueron todos positivos, mientras que los estimadores de las correlaciones genéticas para los pares de características reproductivas que incluyeron tasa de gestación, fueron todos negativos. Estos resultados implican, por ejemplo, que la selección de hembras bovinas de la raza Holstein y Suizo Pardo que requieren menos días para ser inseminadas y/o gestadas conduciría a una disminución del intervalo entre partos.

## CONCLUSIONES

- Referente a la correlación entre parámetros productivos y reproductivos, se puede indicar que el 65% de las características no se correlacionan, es decir son independientes; y las que progresan de manera directa (se correlacionan) son: DPR=Taza de preñes de las hijas con PL=Vida productiva y LIV=Habitabilidad; además la HCR=Taza de concepción de las hijas con PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína y CCR=Taza de concepción de la vaca con LIV=Habitabilidad; Las características que progresan de manera inversa son SCR=Taza de concepción del toro con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa.
- Con respecto a la correlación entre parámetros productivos y de tipo, se indica que el 88% de las características son independientes; mientras que para  
DF=Temperamento lechero con PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína;  
PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa.  
RH=Altura ubre posterior con PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa  
RUW=Anchura ubre posterior con PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína,  
PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa, progresan de manera directa. Y Finalmente para  
RW=Ancho de anca con PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína,  
PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa, PL=Vida productiva.  
FU=Ubre anterior con PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína  
UC=Soporte de ubre con PL=Vida productiva  
UD=Profundidad de ubre con PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína
- Para la correlación entre parámetros reproductivos y de tipo el 72% de las características son independientes; los que progresan de manera directa son:  
PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo con SCR=Taza de concepción del toro  
JUI=Índice ubre jersey con SCR=Taza de concepción del toro  
FU=Ubre anterior, RUW=Anchura ubre posterior, UC=Soporte de ubre, UD=Profundidad de ubre, RTP (RU)=Vista posterior pezones traseros con SCR=Taza de concepción del toro  
Los que progresan de manera inversa son:  
ST=Estatura con DPR=Taza de preñes de las hijas, CCR=Taza de concepción de la vaca,  
SCR=Taza de concepción del toro

DF=Temperamento lechero, RH=Altura ubre posterior, RUW=Anchura ubre posterior con

DPR=Taza de preñes de las hijas, CCR=Taza de concepción de la vaca.

TL=Longitud de pezones anteriores con SCR=Taza de concepción del toro

RTP (RU)=Vista posterior pezones traseros con DPR=Taza de preñes de las hijas

## **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.

Los ganaderos al escoger los toros a utilizar en sus hatos, lo hacen tomando en cuenta el valor económico, o alta producción de leche y alta conformación (tipo), Se recomienda tomar en cuenta el factor reproductivo de los toros.

## BIBLIOGRAFIA

- **Ángel, P., Cardona, H, Cerón, M.** (2013). *Genómica en la Producción Animal*. Rev. Colombiana cienc. Anim. 5(2):497-518,2013 \*Correspondencia: paangelmarin@gmail.com Recibido: 20-08-2013; Aceptado: 27-12-2013.
- **Apolo, G. y.** (2012). *Caracterizacion fenotipica y genotipica de las poblaciones de bovines lecheros*. Loja, Ecuador.
- **Batista, P.** (2011). *Parametros zootecnicos: heredabilidad y repetibilidad* .
- **Benavides, O. e.** (2003). *Factores de ajuste para produccion de leche en bovinos* . Colombia.
- **Bulmer, M. G.** (1980), *The Mathematical Theory of Quantitative Genetics*, Oxford: Oxford University Press.
- **Calle, C.** (2007). *usas actuales de mejoramiento genetico de cria Tesis de grado*. Cuenca, Ecuador .
- **Castro, A.** (2012). *ganaderia de leche. Enfoque empresarial, San Jose* . Costa Rica .
- **Chauhan VPS, Hayes JF, Jairath LK** (1993) *Genetic parameters of lifetime performance traits in Holstein cows*. *J. Anim. Breed. Genet.* 110: 135-139.
- **Corrales, A. J.** (2012). *Parametros geneticos de características de tipo y produccion lechera* . Cordova, Argentina.
- **De Franciscis, G.** (1999). *Buffalo milk production*. In: *World buffalo*, Congress, 4., 1994, São Paulo. Proceedings. Volume1, p.137-146.
- **Dekkers, J.** (1994). *Relationship between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters*. *J Dairy Sci*;(77):844-849.



- **Duarte, J.** (2004) *Parâmetros genéticos para a produção de leite no dia do controle em búfalos no estado de São Paulo-Brasil. II Simpósio de búfalos de las Américas Argentina.*
- **Dutt, G.** (1988). *A genetic study of milk yield in Nili-ravi buffaloes.* Indian Veterinary Journal, Volume 65, Number 6, p.512-515.
- **Gadini, C.** (1997). *Correlações entre produções no dia do controles e em 305 dias de lactação de vacas da raça Holandesa.* Anais 34<sup>a</sup> Reunião Anual da SBZ. Juiz de Fora, p.44-46.
- **Ferreira, O.** (2010). *El control loechero bovino en chile y su importancia del mejoramiento genetico.* Santiago de Chile .
- **Gianola, D. y Fernando, R.** (1986). *Bayesian Methods in Animal Breeding Theory.* Journal of Animal Science, 63, 217-244.
- **Galvis, R.** (2005). *Relacion entre el merito genetico para la produccion de leche y el desempeño metabolico y reproductivo en la vaca de alta produccion.* . Colombia .
- **Goldberger, A.** (1992). *Best Linear Unbiased Prediction in the Generalized Linear Regression Model.* Journal of the American Statistical Association, 57, 369-375.
- **Hayes, B.** (2009), *Genomic selection in dairy cattle: progress and challenges,* J Dairy Sci 92 (2): 433– 443.
- **Henderson, C.** (1950). *Specific and General Combining Ability,* en: Gowen, J. W (Ed.), Heterosis, 352-370, Ames: Iowa State College Press.
- **Henderson, C. R.** (1953), *Estimation of Variance and Covariance Components* Biometrics, 9, 226-252.
- **Henderson, C.** (1963), *Selection Index and Expected Genetic Advance*”, en: Hanson, Robinson, H. F. (Eds.), Statistical Genetics and Plant Breeding, 141-163, Publication 992, Washington D. C.: National Academy of Sciences-National Research Council.

- **Henderson, C.** (1973). *Sire Evaluation and Genetic Trends. Proceedings of the Animal Breeding and Genetics Symposium in Honor of Dr. Jay L. Lush*, 10-41, Champaign: American Society of Animal Science and the American Dairy Science Association.
- **Henderson, C.** (1975), *Best Linear Unbiased Estimation and Prediction Under a Selection Model*. *Biometrics*, 31, 423-449.
- **Henderson, C.** (1976). A Simple Method for Computing the Inverse of a Numerator Relationship Matrix Used in Prediction of Breeding Values. *32*, 69-83.
- **Henderson, C.** (1977). *Prediction of future records. Proceedings of the International Conference on Quantitative Genetics*. 615-638 (Pollak, E., Kempthorne, O. y Bailey, T. B., Eds.), Ames: The Iowa State University Press.
- **Henderson, C. R.** (1984). *Application of Linear Models in Animal Breeding*, Guelph: University of Guelph.
- **Henderson, C.** (1988). *Progress in Statistical Methods Applied to Quantitative Genetics Since 1976,*” *Proceedings of the Second International Conference on Quantitative Genetics*, 85- 90 (Weir, B.S., Eisen, E. J., Goodman, M. M. y Namkoong, G., Eds.), Sunderland: Sinauer.
- **Henderson, C.** (1959). *Estimation of Enviromental and Genetic Trends from Records Subject to Culling*, *Biometrics*, 15, 192-218.
- **Hernandez, A.** (2011). *Parametros geneticos en rasgos de la produccion lechera y longevidad de vacas*. Cuba.
- **Hoque, M.** (1980). *Genetic and phenotypic parameters of lifetime production traits in Holstein cows*. *J. Dairy Sci.* 63: 1900-1910.
- **Hudson, G.** (1981). *Relationship between production and stayability in Holstein cattle*. *J. Dairy Sci.* 64: 2246-2250.
- **Gogoi, P.** (1985). *Genetic analysis of milk yield in Murrah buffaloes*. *Indian Veterinary Journal*, Volume62, Number 11, p.970-975.

- **INTERBULL.** International bull evaluation service. Sire evaluation procedures for non-dairy-production and growth & beef cattle production traits practised in various countries. International Bull Evaluation Service, Uppsala, Sweden, 1996; Bull 13.
- **El Faro.** (2002). *Estimación de componentes de (co)variância para produção de leite no dia do controle de primeiras lactações de vacas caracu, aplicando-se "test-day models" de dimensão finita e modelos de regressão aleatória.* Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- **Jamrozik J and Schaeffer L.** (1997). Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. *Journal of Dairy Science*, Volume 80, p.762.
- **Jairath, L.** (1995). *Correlations between first lactation and lifetime performance traits of Canadian Holsteins.* *J. Dairy Sci.* 78: 438-448.
- **Lush, J.** (1931). *The Number of Daughters Necessary to Prove a Sire.* *Journal of Dairy Science*, 14, 209-220.
- **Martinez, M.** (2003). *Principios de la genetica mendeliana Universidad Michoacana.* Mexico.
- **Matukumalli, L.** (2009). *Development and Characterization of a High Density SNP Genotyping Assay for Cattle.* *PLOS one* 4(4): e5350. doi:10.1371/journal.pone.0005350.
- **Mendoza, B.** (2005). *Evaluacion tecnica y economica de la produccion animal.* Peru.
- **Meuwissen, T.** (2001). *Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps.* *Genetics* 157:1819–1829.
- **Moro, J.** (1998). *Mejoramiento genetico de características .* Colombia .
- **Ochoa, P.** (2008). *Mejoramiento genetico del ganado bovino productor de leche.* Departamento de genetica y Bioestadística. Chihuahua .
- **Pallete, A.** (2001). *Evaluacion y seleccion de toros lecheros en Peru.* Lima .

- **Rosati, A.** (2002). *Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in the Italian river buffalo population.* Livestock Production Science 74 (2):82-85.
- **Sanchez, J.** (2006). *La herencia genetica.*
- **Serrano, J.** (2009). *Evaluacion del ganado lechero .*
- **Schaeffer, L.** (2006). *Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle.* Journal of animal Breeding and genetics 123 (4):218-223.
- **Sharma, R.** (1988). *Genetic studies on murrah buffaloes in livestock farms in Uttar Pradesh.* In: World buffalo congress, 2., 1988, New Delhi. Proceedings. p.128-133.
- **Short TH, L.** (1992) *Genetic parameters of conformation traits, milk yield and herd life in Holstein.* J. Dairy Sci. 75: 1987-1998.
- **Robertson, A.** (1955). *Prediction Equations in Quantitative Genetics.* Biometrics, 11, 95-98.
- **Strandberg, E.** (1996) *Breeding for longevity and survival in dairy cattle.* Proc. International Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle. Faculte Universitaire des Sciences Agronomiques. Cembleux, Belgium. pp 111-119.
- **Telo, L.** (2002). *Mejoramiento genetico animal. Guia de estudio.* Portugal.
- **Tien, N.** (1991). *Effect of age and weight at first calving on first lactation production in Murrah buffaloes.* Buffalo Bulletin, Volume 10, Number 1, p.3-7, 1991.
- **Tonhati, M.** (2002). *Milk production and quality and buffalo genetic breeding in the state of Sao Paulo, Brazil.* In: the 1 StBuffalo symposium of Americas. September , Belen do Para. Brasil. Proceedings..2002 p 267 - 280
- **Trujillo, V.** (1994). *Estimacion de valores geneticos en ganado lechero en establo .* Mexico .

- **Vargas, B.** (2013). *Mejoramiento genético: herramienta para incrementar la productividad del hato lechero.*
- **VanRaden, P.** (2004). Invited review: *Selection on net merit to improve lifetime profit.* J Dairy Sci;(87):3125-3131
- **Vollema, A.** (1996) *Genetic parameters of longevity traits of an upgrading population of dairy cattle.* J. Dairy Sci. 79: 2261-2267.
- **Wiggans, G.** (2011). *The genomic evaluation system in the United States: Past, present, future.* J. Dairy Sci. 94 (6):3202–3211.
- **Zambrano, J.** (2014). *Parámetros genéticos para caracteres productivos y reproductivos en Holstein y Jersey colombiano.* Arch. Zootec. 63 (243): 495-506. 2014.