

CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN, REPRODUCCIÓN Y TIPO EN TOROS DE LAS RAZAS BROWN SWISS, HOLSTEIN Y JERSEY

Autores:

Fabián Augusto Almeida López

Paula Alexandra Toalombo Vargas

Diego Fabián Maldonado Arias

Carlos Andrés Mancheno Herrera

ISBN: 978-9942-44-486-8



EDITORIAL

InvestiGO

**CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN,
REPRODUCCIÓN Y TIPO EN TOROS DE LAS
RAZAS BROWN SWISS, HOLSTEIN Y JERSEY**

AUTORES:

**Ing. Fabián Augusto Almeida López Mgtr.
Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas Ph.D
Ing. Diego Fabián Maldonado Arias Mgtr.
Ing. Carlos Andrés Mancheno Herrera Mgtr.**

ISBN: 978-9942-44-486-8

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica del mismo.

©Publicaciones Editorial InvestiGo
Riobamba – Ecuador
investigoeditorial@gmail.com
<https://editorialinvestigo.renderforestsites.com>
REPOSITORIO



Almeida, F., Toalombo, P., Maldonado, D., Mancheno, C. (2023)
CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN, REPRODUCCIÓN Y TIPO EN TOROS DE
LAS RAZAS BROWN SWISS, HOLSTEIN Y JERSEY. EDITORIAL INVESTIGO.

© Fabián Augusto Almeida López
Paula Alexandra Toalombo Vargas
Diego Fabián Maldonado Arias
Carlos Andrés Mancheno Herrera

ISBN: 978-9942-44-486-8

El copyright promueve la libertad de expresión, protege la diversidad de ideas y conocimiento, además apoya la libre expresión. Se prohíbe de manera rigurosa la producción o el almacenamiento de esta publicación, ya sea en su totalidad o en parte, está estrictamente prohibido por ley, incluyendo el diseño de la portada, así como su difusión a través de cualquiera de sus medios, ya sean electrónicos, mecánicos, ópticos, de grabación o incluso de fotocopia, sin permiso de los propietarios de los derechos de autor.

EDITORIAL INVESTIGO ha puesto el máximo empeño en ofrecer una información completa y precisa. Sin embargo, no asume ninguna responsabilidad derivada de su uso, ni tampoco la violación de patentes ni otros derechos de terceras partes que pudieran ocurrir. Mediante esta publicación se pretende proporcionar unos conocimientos precisos y acreditados sobre el tema tratado. Su venta no supone para EDITORIAL INVESTIGO ninguna forma de asistencia legal, administrativa ni de ningún otro tipo.

Reservados todos los derechos de publicación en cualquier idioma.

Según el Código Penal vigente ninguna parte de este o cualquier otro libro puede ser reproducida, grabada en alguno de los sistemas de almacenamiento existentes o transmitida por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de EDITORIAL INVESTIGO: su contenido está protegido por la Ley vigente que establece penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reprodujeran o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica.

EDITORIAL
InvestiGO

FILIACIÓN DE AUTORES

FABIÁN AUGUSTO ALMEIDA LÓPEZ

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0000-0002-8728-3810>

fabian.almeida@esPOCH.edu.ec

PAULA ALEXANDRA TOALOMBO VARGAS

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0000-0002-7241-6852>

ptoalombo@esPOCH.edu.ec

DIEGO FABIÁN MALDONADO ARIAS

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0000-0002-3253-2103>

diego.maldonado@esPOCH.edu.ec

CARLOS ANDRÉS MANCHENO HERRERA

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0000-0002-2682-0336>

andres.mancheno@esPOCH.edu.ec

EDITORIAL

InvestiGO
→

PRÓLOGO

El sector lácteo en Ecuador contribuye al desarrollo económico, a la producción y exportación de productos de origen animal de alto valor nutricional, así como a la seguridad alimentaria y nutricional de comunidades urbanas y rurales, su importante valor socioeconómico con afectación directa en la calidad de vida de la población, cada vez es más notable, basados en la demanda por leche y derivados lácteos en los países en desarrollo, motivo por el cual este estudio tiene una proyección muy favorable tanto en precios como en la mecánica del comercio para continuar posicionando la lechería nacional en el concierto internacional.

La respuesta de las diferentes razas en parámetros ligados a la productividad, la salud, la reproducción y la rentabilidad en relación a las razas es merecedora de una investigación específica, comparativa y que esta permita realizar una correlación entre producción y reproducción para lo cual se han considerado las tres razas más importantes en el país las razas Jersey - Holstein y Brown Swiss mismas que son consideradas para su descripción después de un análisis correlacional en los animales de procedencia de USA, comercializados en Ecuador, los resultados se describen en cada cuadro comparativo por raza analizada.

INTRODUCCIÓN

Un elevado porcentaje de la ganadería lechera 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 se puede 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 que se describen en cada uno de los capítulos de este libro.

Los problemas que influyen en el proceso reproductivo de los animales son variados y serán explicados en el presente documento con el fin de obtener mejores resultados, esta obra trata en sus distintos capítulos la producción óptima de en función de los recursos disponibles de las razas de ganado Holstein, Jersey y Brown Swiss, respectivamente para explicar y determinar la tecnología más adecuada.

En cada capítulo se determinan los distintos cruzamientos y características de los animales, pues realizar amientos 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.

Cuando se habla de la selección de toros para la reproducción del hato lechero existen cuestionamientos que pueden estar resueltos y en este caso se irán tratando los casos que a lo largo de la experiencia en inseminación artificial se han ido resolviendo en función de las circunstancias actuales y las pruebas de toros para lograr los mejores resultados.

CONTENIDO

CAPÍTULO I **1**

1.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN - REPRODUCCIÓN Y TIPO DE LOS TOROS BROWN SWISS EN ECUADOR	1
1.2. MEJORAMIENTO GENÉTICO VS. MÉRITO GENÉTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO	5
1.3. GENOTIPO Y FENOTIPO	8
1.4. HEREDABILIDAD Y REPETIBILIDAD	9
1.5. CORRELACIONES GENÉTICAS	11
1.5.1. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE LECHE Y LONGEVIDAD DE LA VACA	11
1.5.2. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CLASIFICACIÓN LINEAL	13
1.5.3. MÁS PROBABLE HABILIDAD DE PRODUCIR (MPHP)	16
1.6. VALOR GENÉTICO	17
1.7. PARÁMETROS FENOTÍPICOS (CARACTERÍSTICAS DE CONFORMACIÓN)	19
1.8. EVALUACIÓN LINEAL DEL GANADO LECHERO	20
1.9. REGISTROS PRODUCTIVOS Y GESTIÓN DE DATOS	25
1.10. MODELOS DE EVALUACIÓN GENÉTICA	25
1.10.1. SELECCIÓN DE REPRODUCTORES	27
1.11. CORRELACIONES GENÉTICAS PRÁCTICAS	28
1.12. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON	28
1.12.1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS	28
1.12.2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARACTERÍSTICAS DE TIPO LINEAL	33
1.12.3. CARACTERÍSTICAS LINEALES Y REPRODUCTIVAS	40

CAPÍTULO II **47**

2.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN - REPRODUCCIÓN Y TIPO DE LOS TOROS HOLSTEIN EN ECUADOR	47
2.2. RAZA HOLSTEIN	53
2.3. AJUSTE A EQUIVALENTE ADULTO	55
2.4. MÉRITO GENÉTICO	56
2.5. GENOTIPO Y FENOTIPO	57
2.6. HEREDABILIDAD	58
2.7. REPETIBILIDAD	60
2.8. CORRELACIONES GENÉTICAS	60
2.9. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE LECHE Y LONGEVIDAD DE LA VACA.	60
2.9.1. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CLASIFICACIÓN LINEAL	61
2.10. MÁS PROBABLE HABILIDAD DE PRODUCIR (MPHP)	64
2.11. VALOR GENÉTICO	65
2.12. PARÁMETROS FENOTÍPICOS (CARACTERÍSTICAS DE CONFORMACIÓN)	66
2.13. EVALUACIÓN LINEAL DEL GANADO LECHERO	67
2.14. REGISTROS PRODUCTIVOS Y GESTIÓN DE DATOS	75
2.15. MODELOS DE EVALUACIÓN GENÉTICA	76
2.16. SELECCIÓN DE REPRODUCTORES	77

2.16. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON	79
2.16.1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS	79
2.16.2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARACTERÍSTICAS DE TIPO LINEAL	83
2.16.3. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y DETIPO LINEAL	88

CAPÍTULO III **97**

3.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN - REPRODUCCIÓN Y TIPO DE LOS TOROS JERSEY EN ECUADOR.	97
3.2. RAZA JERSEY	102
3.2.1. AJUSTE JOVEN (A LOS 305 DÍAS)	104
3.2.2. AJUSTE A EQUIVALENTE ADULTO	105
3.3. MERITO GENÉTICO	106
3.4. GENOTIPO Y FENOTIPO	106
3.5. HEREDABILIDAD	107
3.6. REPETIBILIDAD	109
3.7. CORRELACIONES GENÉTICAS	110
3.7.1. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE LECHE Y LONGEVIDAD DE LA VACA	110
3.7.2. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE LECHE Y CLASIFICACIÓN LINEAL	111
3.7.3. MÁS PROBABLE HABILIDAD DE PRODUCIR (MPHP)	113
3.8. VALOR GENÉTICO	114
3.8.1. PARÁMETROS FENOTÍPICOS (CARACTERÍSTICAS DE CONFORMACIÓN)	116
3.9. EVALUACIÓN LINEAL DEL GANADO LECHERO	117
3.10. REGISTROS PRODUCTIVOS Y GESTIÓN DE DATOS	119
3.10.1. MODELOS DE EVALUACIÓN GENÉTICA	120
3.10.2. SELECCIÓN DE REPRODUCTORES	121
3.10.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN (PTA)	122
3.10.4. MÉTODO BLUP MODELO ANIMAL	123
3.11. INTERPRETACIÓN DE LOS ÍNDICES GENÉTICOS DE TOROS Y VACAS	125
3.11.1. GENÓMICA EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL	125
3.12. CASO PRÁCTICO	127
3.13. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON	127
3.13.1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS	127
3.13.2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARACTERÍSTICAS DE TIPO LINEAL.	132
3.13.3. CORRELACIÓN DE PEARSON, PARA LAS CARACTERÍSTICAS LINEALES Y REPRODUCTIVAS.	136

4. BIBLIOGRAFÍA **142**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Heredabilidad de algunas características en ganado lechero	10
Tabla 2. Repetibilidad de algunas características en ganado lechero	11
Tabla 3. Correlaciones genéticas entre producción de leche (Kg) y varias características fenotípicas	15
Tabla 4. Evaluación lineal del ganado lechero	22
Tabla 5. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas	31
Tabla 6. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal	35
Tabla 7. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características lineales y reproductivas	42
Tabla 8. Heredabilidad y repetibilidad de la raza Holstein	59
Tabla 9. Correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas	63
Tabla 10. Coeficientes de reproductivas. Correlación de Pearson, para las características productivas	81
Tabla 11. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal.	87
Tabla 12. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características reproductivas y de tipo lineal	92
Tabla 13. Cálculo de la heredabilidad SCR	96
Tabla 14. Heredabilidad de algunas características en ganadolechero	108
Tabla 15. Repetibilidad de algunas características en ganadolechero	109
Tabla 16. Correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas	113
Tabla 17. Evaluación lineal del ganado lechero	118
Tabla 18. Ejemplo de un toro probado por evaluaciones tradicionales versus evaluación genómica (adaptado de Wilson, 2009)	127
Tabla 19. Datos toros	130
Tabla 20. Toros SCR	130
Tabla 21. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas	131
Tabla 22. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal	133
Tabla 23. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características lineales y reproductivas	137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Toro Brown Swiss. 54bs557 bmg lust get lucky et *tm	2
Ilustración 2. Toro Brown Swiss. 7BS00863 Seaman	7
Ilustración 3. Animal Brown Swiss. Jobo vigor bush et *tm 7bs854	13
Ilustración 4. Animal Brown Swiss. 54BS438 R N R payoff brookings et *tm	13
Ilustración 5. Toro Brown Swiss. La Rainbow Bfly Dynamite Et 014BS00393	15

Ilustración 6. Toro Brown Swiss. Cutting edge thunder*tm 7bs849	17
Ilustración 7. Toro Brown Swiss 54BS482 Voelkers td carter *tm	20
Ilustración 8. Toro Brown Swiss. 54BS456 Acres superiores C Wonderment ET *TM	26
Ilustración 9. Toro Brown Swis. 7BS905 Kar-linn reeses rampage	31
Ilustración 10. Toro Brown Swis. 7bs796 old mill wde supreme et *tm	41
Ilustración 11. Ganado Holstein. mountfield ssi dcy mogul-et	53
Ilustración 12. Ganado Holstein. Woodcrest king doc (ex 90)	55
Ilustración 13. Toro Holstein. 7ho14477 warrior-red	56
Ilustración 14. Ganado Holstein. 007HO11351 - Seagull-Bay Supersire-ET	57
Ilustración 15. Ganado Holstein. 200HO6480 Val-bisson Doorman	58
Ilustración 16. Toro Holstein. 200HO3205 Goldwyn	61
Ilustración 17. Ganado Holstein. 7HO10506 G W ATWOOD	62
Ilustración 18. Ganado Holstein 0200HO05567 R-E-W SEAVER	68
Ilustración 19. Estatura	68
Ilustración 20. Fortaleza	69
Ilustración 21. Profundidad corporal	69
Ilustración 22. Angulosidad o temperamento lechero	70
Ilustración 23. Ángulo de la grupa	70
Ilustración 24. Ancho de la grupa	71
Ilustración 25. Vista posterior de las patas	71
Ilustración 26. Vista lateral de las patas	72
Ilustración 27. Ángulo de pezuña	72
Ilustración 28. Inserción anterior de la ubre	73
Ilustración 29. Altura Inserción Posterior	73
Ilustración 30. Longitud de Pezones	74
Ilustración 31. Ligamento suspensor medio	74
Ilustración 32. Profundidad de ubre	75
Ilustración 33. Colocación de los pezones posterior	75
Ilustración 34. Toro Holstein. 0200HO05567 R-E-W Seaver	77
Ilustración 35. Ganado Holstein. 7HO10920 Gold Chip	78
Ilustración 36. Ganado Holstein. 7H12344 Rager - Red	83
Ilustración 37. Ganado Jersey. 7JE356SAMBO	102
Ilustración 38. Ganado Jersey. 7je1038 Valentino	104
Ilustración 39. Toro Jersey. 14JE725 Casino	106
Ilustración 40. Ganado Jersey. 7Je1294 Barnabas	107
Ilustración 41. Ganado Jersey 7JE1088 Chilli Action Colton-et	110
Ilustración 42. Ganado Jersey. 0200JE00384 Guimo Joel	112
Ilustración 43. Toro Jersey. 076JE00156 Tequila	115
Ilustración 44. Ganado Jersey. 7 JE 590 ACTION	117
Ilustración 45. Toro Jersey. 7je5004river valley cece chrome-et	123

CAPÍTULO I

1.1. Importancia de la producción - reproducción y tipo de los toros Brown Swiss en Ecuador

En el Ecuador la lechería comparte con un sector industrial exportador muy fuerte y un sector de pequeños y medianos productores con diferentes niveles de eficiencia y productividad. En tal sentido, resalta la necesidad de perfeccionar la coyuntura entre los distintos eslabones de la cadena producción-transformación-consumo y en la gran oportunidad de desarrollo y mejora de la calidad y la productividad que se lograría a través del reforzamiento de las asociaciones lecheras y de un mayor acceso de los pequeños productores a la tecnología, el crédito y los mercados.

Un eminente porcentaje de la ganadería lechera en el Ecuador, es operado bajo sistemas tradicionales, lo que trae consecuencias perjudiciales tanto en aspecto productivo y reproductivo del hato, estos inconvenientes influyen claramente en la rentabilidad de la empresa lechera.

La ejecución de un control anual de los parámetros productivos y reproductivos, permite conocer el estado existente de la explotación, además podemos detectar las probables faltas en el manejo, alimentación o sanidad, y a partir de estos valores se puede tomar las medidas adecuadas y establecer las maniobras que permitan mejorar los índices productivos y reproductivos tratando de alcanzar los ideales de cada raza en este caso de la raza Brown Swiss. Al mismo tiempo toda esta información permitirá la utilización de programas de mejoramiento genético mediante la selección de los más idóneos ejemplares, y de este modo, perfeccionar la producción al máximo en función de todos los recursos disponibles.

La ganadería lechera en el Ecuador y sobre todo en las zonas altas si pretende ser rentable y eficiente debe considerar con mucha importancia el gerenciamiento de la reproducción, en este caso no se habla específicamente del anestro post parto o de las retenciones placentarias, u otra patología que pueda interferir indistintamente en el rendimiento reproductivo, más bien deberá considerarse un manejo integral de la explotación dentro de parámetros técnicos, rentables y eficientes.

Lograr altos índices reproductivos es una combinación de lo técnico y lo práctico. Una buena reproducción es la base principal para cualquier sistema de producción bovina, sin olvidarnos que la producción es el principal ingreso económico en una explotación ganadera,

motivo por el que toda finca debe tener un manejo integrado, con programas de salud de hato que abarquen todas las áreas. Para lograr un rendimiento reproductivo adecuado del hato, se deben tomar en cuenta muchos factores, empezando por la selección genética de los animales, sin embargo, a pesar de controlar los factores, siempre se dan situaciones que atentan contra la eficiencia reproductiva en las fincas, como lo son abortos, vacas repetidoras, endometritis, mastitis, épocas climáticas difíciles, mal estado de los toros o el semen, así como el inapropiado escogimiento del material genético con toros importados que no cubren las necesidades de crianza de nuestros ganaderos, decayendo los niveles de producción y su consiguiente productividad.

Siempre que se habla de la selección de toros para el programa de reproducción del hato lechero surgen una serie de cuestionamientos que a ciertos niveles de desarrollo pueden estar totalmente resueltos pero que en otros pueden ser una interrogante constante por lo que de cualquier manera se tratará de abordar los que se han ido captando a lo largo de nuestro contacto con el mundo de la inseminación artificial y las pruebas de los toros. (Bertoni, 2014)

Los rasgos morfológicos son la base de los sistemas de clasificación lineal en diferentes razas bovinas (Wiggans, 2004). Este sistema está basado en medidas visuales de características individuales desde un extremo biológico observable a otro el cual varía de 1 a 50 en el sistema de evaluación estadounidense y de 1 a 9 en los sistemas canadiense y europeo (Berry, 2004). La importancia de estas características está dada con la posibilidad de estar genotípica y fenotípicamente relacionadas con la longevidad y la habilidad para producción de leche (Samoré, 2010).



Ilustración 1. Toro Brown Swiss. 54bs557 bmg lust get lucky et *tm

Fuente: New Generation (2023)

El deseo de escoger lo mejor siempre ha permanecido en mente del hombre. El selecciona todas las cosas que desea tener a su lado. En el caso concreto de nuestro ganadero, él por lo general, quiere tener los mejores animales en su finca. Por esta razón selecciona el mejor pie de cría dentro de lo que tiene y cuando lo compra. En esta cartilla usted va a aprender a seleccionar los mejores animales para pie de cría. También entenderá por qué, utilizando reproductores de buena calidad, usted logrará que su hato mejore mucho genéticamente; así aumentará su producción de carne, leche o ambas y, en fin, sus ingresos (Delgado, 2001).

La raza Brown Swiss se distingue por la calidad de leche, es decir un adecuado equilibrio entre cantidad y calidad de la leche producida, particularmente idónea para la producción de quesos madurados (caseificación), con un elevado contenido de genes para k-caseína BB. La raza Brown Swiss se distingue, además por la longevidad y por la funcionalidad, por la capacidad de adaptación a diversas condiciones, por la facilidad en el momento del parto, por la robustez, por la resistencia a las enfermedades y por su docilidad. La raza Brown Swiss, se cría en todo el mundo estimándose un total 10 millones de cabezas de ganado, (Asociación Brown Swiss. 2015).

El mejoramiento genético del hato lechero es un proceso paulatino que requiere de disciplina y conocimiento para asegurar que se camina en el sentido correcto y es por ello que es importante retomar el tema, actualizarse, asimilar y aplicar todo ese conocimiento en la toma de decisiones del porque utilizar un toro en el programa de reproducción. (Bertoni, 2014)

En este sentido la parte genética y reproductiva van de la mano y se puede considerar que la inversión en la genética puede ser y convertirse en la mejor apuesta sobretodo en épocas de crisis, recordando que lo que se invierte en este rubro será la generación de vacas que se tendrán en los próximos tres años, asimismo la utilización de nuevas tecnologías como el uso del semen sexado y de los toros cuya prueba es a partir de los datos que se generan de su genoma, han venido a impactar a la industria de la inseminación artificial, como productos resultado de la constante innovación y búsqueda de mejores opciones que permitan de alguna manera mejorar la competitividad de la industria lechera tan castigada y presionada en el aspecto económico. (Bertoni, 2014)

La magnitud de esta investigación se basa en detectar cuál de los caracteres fenotípicos se relacionan con la reproducción y han apoyado con la “Producción Lechera” lograda, para crear un animal de “Tipo Funcional Lechero”, en la raza Brown Swiss.

Lo importante es saber usar esta información de la manera más idónea y que esta impresione positivamente en la productividad del hato lechero. Estudiar las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros Brown Swiss con evaluación genética disponibles en Ecuador: Producción - Reproducción – Tipo, para lo cual es necesario evaluar parámetros productivos y reproductivos de los toros Brown Swiss disponibles en Ecuador, evaluar la clasificación lineal de los toros Brown Swiss disponible en el Ecuador, determinar la correlación entre parámetros productivos y reproductivos, a través de la determinación de la correlación entre parámetros productivos, reproductivos y de tipo, además de realizar un ranqueo de los toros Brown Swiss utilizados en el Ecuador.

La pregunta que nos hacemos con frecuencia es si en los toros Brown Swiss con evaluación genética disponible en Ecuador existe una alta correlación genética entre parámetros productivos-reproductivos-Tipo, para lo que iniciaremos determinando la raza Brown Swiss

La raza Brown Swiss conocida también como Pardo Suizo es originaria de Suiza. El color de su pelaje pasa por todas las tonalidades del marrón. Los ejemplares de esta raza provenientes de Europa son principalmente de doble propósito al contrario de las provenientes de Norteamérica donde han venido seleccionándose sobre la base exclusivamente de su producción lechera. Son animales poco propensos a enfermedades, longevos, de fácil manejo y gran rusticidad, fácil aclimatación, y buena capacidad para producir leche a partir del aprovechamiento de pasturas y forrajes (Swisslatin Portal Suizo, 2005).

Son longevas, tanto las hembras, suelen alcanzar hasta los 15 años de producción, como los machos, que se mantienen en servicio productivo hasta los 9 años de edad. La producción media en vacas selectas está estimada en unos 6,000 kg de leche en 305 días de lactación. Sin embargo, el 15 % de las lactaciones se sitúa alrededor de los 7,500 litros y un 2 % llega a producir los 9,000 litros. El tenor graso es alto, de 3.75 a 4.5 %, y el 3.3 % de proteína. El alto contenido en grasa la hace muy apta para la producción de quesos. La selección de los animales, se realiza con tendencia al nivel de producción, aptitud para el ordeño, conformación mamaria y estructura corporal, sin olvidar la producción cárnica (Swisslatin Portal Suizo, 2005)

La raza Pardo Suizo se caracteriza entre otras cosas por su talla mediana, su capa es de un color “café – gris” el cual varía en tono, aunque se prefieren las sombras oscuras, las áreas

de un color más claro se localizan en los ojos, hocico, orejas y en las partes bajas de las patas. El pelo es corto, fino y suave, la piel pigmentada; muestra negro en la parte como el hocico. Los cuernos son blancos con puntas negras, medios o pequeños, dirigidos hacia afuera y arriba, encorvándose en las puntas. La cabeza es ancha y moderadamente larga. La espalda es amplia y la línea dorsal recta. El pecho es profundo con costillas bien arqueadas, y los desarrollados cuartos traseros son carnosos, (Gasqué y Posadas, 2001).

El peso vivo puede ser de 600 a 750 kg en las hembras y 900 a 1,000 kg en los machos, no tiene problema de partos, el primero suele tenerlo con 29 a 30 meses de edad y el intervalo entre partos ronda a los 14 meses. La raza suiza es la segunda productora en leche del mundo. El promedio actual en la estirpe americana Estados Unidos (E.U.A.) es de 7,200 kg ajustado a edad adulta con 4 % de grasa, que es el más alto del mundo para esta raza. El promedio suizo austriaco de 5,013 kg, en Alemania de 6030 kg. La producción media anual de vacas Brown Swiss en Wisconsin de 18.800 libras de leche con grasa de 4,1% y 3,37 % de proteína (WDATCP, 2010). Las vacas Brown Swiss producen 9 % menos de leche por día que las vacas Holstein, pero la leche tiene una mayor concentración de proteínas, caseína, y la acidez valorable que las vacas Holstein (De Marchi et al., 2008), citados por (Wendorff B. y Paulus K., 2011)

1.2. Mejoramiento genético Vs. Mérito genético para la producción de leche y el desempeño reproductivo

En la actualidad los programas de mejoramiento genético han desarrollado estrategias biotecnológicas como la IA y la IATF para la obtención de animales doble propósito - producción de carne y leche-, a partir de los cruzamientos interraciales y selección genética.

Carvajal & Kerr (2015), afirman a través de estudios que la composición de la leche es regulada por varios factores siendo uno de los más importantes la genética, y para el ganado de carne en cuanto a la ganancia de peso a través de la IA, se pueden hacer los cruzamientos precisos para proveer tasa de crecimiento y musculatura a las crías con el uso del semen seleccionado, generando un animal para el mercado, producido en forma rentable.

En estudios genéticos, se ha establecido como manejo principal la identificación de los mejores animales, los cuales deben ser seleccionados y usados como los padres de la próxima generación, compartiendo la opinión de Uribe (s.f.) quien afirma “La inseminación artificial juega un rol preponderante en la diseminación de genes deseables en una población”. Cabe resaltar, que la genética y el principio del mejoramiento se basa principalmente en la

producción: “PRODUCCIÓN = GENOTIPO + MEDIO AMBIENTE” (Ruiz, 2013), el cual debe tenerse en cuenta para la su aplicación e implementación en las empresas ganaderas según su sistema de producción -carne, leche, doble propósito-, para así mejorar y competir en el sector productivo. También es importante resaltar que las prácticas de mejoramiento genético están directamente relacionadas con el manejo -Buenas Prácticas Ganaderas-BPG, el estado de las hembras y con las labores de administración a través del manejo de registros, lo cual puede repercutir favorable o desfavorablemente a la hora de la concepción luego de la aplicación de la IA-IATF y de la rentabilidad de los resultados.

Según el programa de información de hatos lecheros (DHI) del departamento de agricultura de los Estados Unidos, en los últimos 10 años la raza Holstein incremento su promedio de producción de leche en 51.3 kilogramos por año. Simultáneamente se ha registrado un deterioro en el desempeño reproductivo (Dairy Herds Improvement Association Records. 2002).

Existen evidencias que sugieren que el mejoramiento genético para la producción de leche está asociado con la disminución en la fertilidad. Las ganaderías de nuestro país no han sido ajenas a esta problemática debido a que allí se ha realizado un mejoramiento genético intenso, sin embargo, las condiciones nutricionales y de manejo no han evolucionado de la misma manera. El aumento en la producción de leche incrementa los requerimientos nutricionales de la vaca. Durante el posparto temprano se presenta de forma natural un balance energético negativo (BEN) que está en función de la producción de leche, y que según varios autores está correlacionado negativamente con los días a la primera ovulación posparto.

Bajo condiciones nutricionales deficientes y alta producción de leche, el BEN toma magnitudes desmesuradas, conduciendo a una exagerada movilización de reservas y produciendo cambios en la concentración de metabolitos y hormonas del metabolismo intermediario, las cuales interactúan con el eje hipotálamo-hipófisis-ovarios y causan un retraso en la reactivación fisiológica de la reproducción.



Ilustración 2. Toro Brown Swiss. 7BS00863 Seaman

Fuente: Select (2023)

A la vez que ha aumentado la ganancia genética para producción de leche, el desempeño reproductivo de las vacas ha desmejorado simultáneamente. Sin embargo, las razones fisiológicas de este antagonismo no están bien determinadas (García, F, 2003) (Harrison R, 1990). Existen varios parámetros para evaluar la reproducción de un hato bovino días abiertos y servicios por concepción, pero no todos sirven para establecer relaciones entre la fertilidad y la producción, ya que las decisiones de manejo pueden producir interacciones con los efectos biológicos (Butler W, 1987) (Nebel R, 1993).

En varios trabajos se han reportado correlaciones genéticas positivas entre el nivel de producción de leche y el intervalo entre partos (IEP), dichas correlaciones encontradas por (Olori V, 2002) y (Zambianchi A, 1999), oscilan entre 0.22 y 0.59. De esta forma, las producciones más altas se asocian con IEP más largos. Sin embargo, otros estudios han reportado correlaciones genéticas negativas entre producción de leche y el IEP, pero estos mismos estudios encontraron correlaciones fenotípicas positivas entre estas mismas variables, lo que sugiere que la relación antagónica entre producción y eficiencia reproductiva puede estar más afectada por factores medioambientales que por factores genéticos (Ojango J, 2001).

En nuestro medio se han informado resultados similares. Por ejemplo, en el trabajo de (Restrepo J, 1991), se reportaron correlaciones fenotípicas positivas entre la producción de leche y el intervalo entre partos, los días abiertos y el número de servicios por concepción. Sin embargo, las correlaciones genéticas entre producción de leche y, los días abiertos, el

IEP y los servicios por concepción, reportados previamente por (Londoño A, Parra, S 1990) para el mismo hato, fueron de muy baja magnitud. Por otro lado, una revisión amplia de (Nebel, R, McGilliard, 1993). Reportaron correlaciones fenotípicas y genéticas significativas entre la producción de leche y la alteración de los parámetros reproductivos, y además encontraron que la alteración de parámetros reproductivos se presenta principalmente como un retardo en la reactivación ovárica y una disminución de las tasas de concepción. Además, en la misma revisión (McClure T, 1994) se reitera que a medida que los hatos alcanzan mayores niveles de producción, la relación producción-reproducción se hace más evidente.

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)

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. (Galvis. R Munera, 2005)

1.3. Genotipo y fenotipo

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. (Apolo, 2012)

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)

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. (Martinez, 2003)

1.4. Heredabilidad y Repetibilidad

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)

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

(Benavides, 2003), aporta que la h^2 es la parte genética del animal que puede ser heredada. Para su estimación es necesario conocer registros de parientes en un mismo carácter. En el cuadro, 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. Heredabilidad de algunas características en ganado lechero

Característica	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).

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. (Castro, 2012)

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 estas 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 este carácter es de 0,53, este valor nos garantiza el comportamiento futuro del animal, en base a estos datos el productor tomará decisiones respecto a animales, es decir dejarlos o no en el hato, 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. (Calle, 2007)

Tabla 2. Repetibilidad de algunas características en ganado lechero

Característica	Repetibilidad %
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

Fuente: Ochoa, P. (2008).

1.5. Correlaciones genéticas

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

En los estudios genéticos es necesario distinguir dos causas de correlaciones entre caracteres: genéticas y ambientales. La causa genética de la correlación es principalmente la pleiotropía, y en otros casos el desequilibrio de ligamiento, particularmente en poblaciones derivadas de cruces entre lotes divergentes. La pleiotropía es la propiedad de un gen de afectar dos o más caracteres, por ejemplo, genes que incrementan la tasa de crecimiento influyen en la talla y el peso, existiendo correlación entre estos caracteres, sin embargo, genes que afectan la acumulación de grasas en el cuerpo influyen sobre el peso, pero no sobre la talla, por lo que no hay correlación (Falconer y Mackay, 1996). El primer problema a considerar en la

estimación de las correlaciones entre caracteres es 13 como las correlaciones genéticas y ambientales se combinan juntas para dar una correlación fenotípica directamente observable. Si ambos caracteres tienen una baja heredabilidad, la correlación fenotípica se determina fundamentalmente por la correlación ambiental, y si poseen una elevada heredabilidad, la correlación genética es la más importante (Roff y Mousseau, 1987). La forma de estimar las correlaciones genéticas es análoga a la estimación de la heredabilidad, partiendo de la similitud entre parientes, pero en este caso buscamos descomponer los componentes causales de covarianza entre dos caracteres, mediante un análisis de covarianza, el cual se realiza en el mismo contexto que la heredabilidad, esto es, estructurando a la población con un grado de parentesco conocido que permita derivar las varianzas y covarianzas causadas entre y dentro de familias para dos caracteres. (Beckert, 1984).

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. (Ochoa, 2008)

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)

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). (Hernandez, 2011)

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. (Ochoa, 2008)



Ilustración 3. Animal Brown Swiss. Jobo vigor bush et *tm 7bs854

Fuente: Select sires (2023)

1.5.2. Relación entre producción de leche y clasificación lineal

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



Ilustración 4. Animal Brown Swiss. 54BS438 R N R payoff brookings et *tm

Fuente: (New Generation 2023)

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)

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 tiene 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, 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, las

correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas. (Corrales, 2012)

Tabla 3. Correlaciones genéticas entre producción de leche (Kg) y varias características fenotípicas

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

Fuente: Ochoa, P. (2008); Corrales, A et al (2012).



Ilustración 5. Toro Brown Swiss. La Rainbow Bfly Dynamite Et 014BS00393

Fuente: Select sires (2023)

1.5.3. Más Probable habilidad de producir (MPHP)

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. (Mendoza, 2005)

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

Donde:

R= Repetibilidad

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.

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.

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).



*Ilustración 6. Toro Brown Swiss. Cutting edge thunder*tm 7bs849*

Fuente: Select sires (2023)

1.6. Valor genético

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 ω) 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. (Telo, 2002)

(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 prole, señalando que esto debe de considerarse a la población en que se han realizado los apareamientos.

Es de mucha importancia saber el valor genético de las vacas para así poder seguir utilizando a esa hembra en producción. (Mendoza, 2005)

Y señala la siguiente fórmula:

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

Dónde:

n = Número de registros.

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

r = Repetibilidad.

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

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

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

1.7. Parámetros Fenotípicos (características de Conformación)

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)

(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.

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. (Moro, 1998)

Al 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 *estándar* 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. (Serrano, 2009)

1.8. Evaluación lineal del ganado lechero

La asociación Brown Swiss, utiliza la tabla de puntuación que se muestra a continuación. Hay cinco rasgos principales de clasificación en los que un clasificador basa el puntaje de una vaca. Cada rasgo se desglosa en partes del cuerpo para observar y clasificar. A continuación, se enumeran las principales descripciones de los cinco desgloses principales. Dentro de cada área de desglose, los rasgos individuales considerados se enumeran en orden de prioridad. Las características están homologadas para todas estas razas aceptadas por la PDCA. (Asociación Brown Swiss Usa. 2009).



Ilustración 7. Toro Brown Swiss 54BS482 Voelkers td carter *tm

Fuente: New Generation (2023)

El Libro oficial de la Asociación Brown Swiss de USA maneja información de esta raza, en el cual se puede encontrar toda la información de toros y vacas de los estados unidos, esta analiza 16 características estandarizadas lineales de tipo. Fuerza y sustancia: 15% Se evalúa la constitución y el equilibrio general del cuerpo. Los rasgos que impactan positivamente en la salud y el vigor reciben una consideración importante. Enumeradas en orden de prioridad, las descripciones de los rasgos a considerar son las siguientes: Resistencia: 6% * Pecho: piso profundo y ancho. Circunferencia del corazón: profunda y con costillas bien arqueadas que se mezclan con los hombros. Masa ósea: fuerte sin aspereza. Hocico: amplio con grandes

fosas nasales abiertas y una mandíbula fuerte. Parte delantera: 5% * Hombros y codos: firmemente fijados contra la pared del cofre. Cultivos completos. Tamaño: la medición volumétrica de la capacidad de la vaca (largo x ancho x alto) se evalúa teniendo en cuenta las recomendaciones de edad y tamaño de raza. La altura a la cruz y las caderas debe ser relativamente proporcional. 4%. (Asociación Brown Swiss Usa. 2009)

Calidad láctea: 15% Se evalúa la evidencia física de la capacidad de ordeño. Enumeradas en orden de prioridad, las descripciones de los rasgos a considerar son las siguientes: Costillas: los huesos de las costillas están muy separados, planos, bien arqueados e inclinados hacia la parte posterior. 5% * Hueso: plano y limpio con la sustancia adecuada. 4% * Condición corporal: apropiada para la etapa de lactancia. 3% * Características de la raza: estilo general, fuerza y equilibrio. La cabeza debe ser femenina, con un cuello largo y delgado que se mezcle con un cuerpo largo. 3%, (Asociación Brown Swiss Usa. 2009)

Grupa - 10% Proporciona soporte central para la eficiencia reproductiva, una ubre saludable y las patas y patas traseras. El ancho adecuado en toda la grupa promueve la facilidad de parto y la eficiencia reproductiva. Enlistadas en orden de prioridad, las descripciones de los rasgos a ser considerados son las siguientes: Rump - los pasadores deben estar adecuadamente espaciados y ligeramente más bajos (2 pulgadas) que los huesos de la cadera; la grupa debe ser larga con espigas de ancho proporcional. La cabeza de la cola se coloca ligeramente arriba y perfectamente entre los huesos del alfiler, y la cola está libre de aspereza. 5% * Vulva: es casi vertical y el ano no debe estar empotrado. 2.5% * Espalda: debe ser recta y fuerte; el lomo ancho, fuerte y casi nivelado. 2.5%. (Asociación Brown Swiss Usa. 2009)

Movilidad: 20% Se evalúa la estructura y el movimiento de los pies, los patrones y las piernas. La evidencia de movilidad recibe mayor consideración. Enumeradas en orden de prioridad, las descripciones de los rasgos a considerar son las siguientes: Movimiento: libre y cómodo; capaz de levantarse y acostarse fácilmente. 7% * Pies: ángulo pronunciado y talón profundo con dedos cortos, bien redondeados y cerrados. 4% * Patas: 4% * Patas delanteras y traseras: seguimiento recto, ancho aparte con los pies colocados de forma cuadrada. Patas traseras - Vista lateral - un conjunto moderado (ángulo) al corvejón. Corvejones: moldeados de forma limpia, libres de aspereza e hinchazón con la flexibilidad adecuada. Posición Thurl: colocada en el centro entre los huesos de la cadera y los huesos del alfiler. 3% * Pasterns: cortos, fuertes y flexibles. 2%. (Asociación Brown Swiss Usa. 2009)

Sistema mamario: los rasgos de ubre del 40% reciben el mayor énfasis en la tarjeta de puntuación. Los rasgos que contribuyen al alto rendimiento de la leche y a una larga vida productiva reciben gran consideración. Enumeradas en orden de prioridad, las descripciones de los rasgos a considerar son las siguientes: Profundidad de la ubre: profundidad moderada en relación con el corvejón con capacidad y espacio libre adecuados. Se considera el número de lactancia y la edad. 9% * Ubre delantera: firmemente unida con longitud moderada y amplia capacidad. 7% * Ubre trasera: ancha y alta, firmemente unida con un ancho uniforme de arriba a abajo y una plenitud en la base de la ubre trasera donde se convierte para convertirse en el piso de la ubre. 6% * Colocación de pezones: colocados de forma cuadrada debajo de cada cuarto, aplomados y separados adecuadamente de las vistas lateral y posterior. 5% * Tetas: forma cilíndrica y tamaño uniforme con longitud y diámetro medios. 5% * Ubre hendida: evidencia de un fuerte ligamento suspensorio mediano indicado por la reducción a la mitad adecuadamente definida. 4% * Equilibrio y textura de la ubre: debe exhibir un piso de ubre nivelado como se ve desde un lado. Los cuartos deben estar equilibrados; suave, flexible y bien colapsado después del ordeño. 4%. (Asociación Brown Swiss Usa. 2009)

Tabla 4. Evaluación lineal del ganado lechero

CARACTERÍSTICA	EXPLICACIÓN
Estatura	Según, (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019), Mide la altura en las caderas. Por cada 1 "cambio de 56" (= 5 puntos) la asignación de puntos cambiará en 1. 1-Muy corto 52 "3-Corto 54" 5-Altura intermedia 56 "7-Alto 58" 9-Muy alto 60.
Fortaleza	Mide la profundidad y el ancho del pecho, la circunferencia del corazón y la masa ósea en relación con el resto de la vaca. 1 - Muy estrecho y frágil 3 - Estrecho y frágil 5 - Ancho y resistencia intermedios 7 - Ancho y fuerte 9 - Muy ancho y fuerte. (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Profundidad de cuerpo	Mide la profundidad general principalmente en la caja torácica en relación con el resto de la vaca. 1 - Extremadamente poco profundo 3 - Poco profundo 5 - Profundidad intermedia 7 - Profundo 9 - Extremadamente profundo. (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Formas lecheras	La estructura incluye evidencia de la capacidad de ordeño, incluida la limpieza, la nitidez, la apertura de la costilla, hueso plano y la longitud

	del cuello. 1 - Acanalado muy grueso y apretado 3 - Acanalado grueso y apretado 5 - Nitidez, apertura y limpieza intermedias 7 - Afilado, acanalado abierto y corte limpio. (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Angulo de la grupa (vista lateral)	Mide el grado de inclinación desde los ganchos hasta los pasadores. 1 - Pasadores más altos que los ganchos - Pendiente inversa de 2 "4 - Nivel de pasadores con ganchos 6 - Pendiente ideal de ganchos a pasadores - Pendiente 2" 7 - Pendiente moderada - Pendiente 4 "9 - Pendiente extrema - Pendiente 6" (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Ancho de grupa	Mide el ancho de grupa en relación con el resto de la vaca. 1 - Extremadamente estrecho en grupa 3 - Ligeramente estrecho en grupa 5 - Ancho intermedio en grupa 7 - Moderadamente ancho en grupa 9 - Extremadamente ancho en grupa (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Vista posterior de las patas	Marcado a medida que el animal camina o se para. 1 - Gravedad severa en 4 - Gravedad considerable en 6 - Gravedad moderada en 8 - Rastreo recto, patas traseras paralelas 9 - Grave excavación (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Vista lateral de las patas	Puntúa la cantidad de juego de la pierna. 1 - Extremadamente elegante 3 - Casi recto en el corvejón 5 - Conjunto ligero en el corvejón 7 - Conjunto moderado en el corvejón 9 - Extremadamente hoz (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Angulo de pezuña	Medido en la primera pulgada hacia abajo desde la línea del cabello (3''= 1 punto). 1 - Ángulo extremadamente bajo – 33'' 3 - Ángulo moderadamente bajo – 39'' 5 - Ángulo intermedio – 45'' 7 - Ángulo moderadamente empinado – 51'' 9 - Ángulo extremadamente empinado – 57'' (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Inserción anterior de la ubre	Mide la resistencia de la unión de la ubre anterior a la pared del cuerpo. 1 - Extremadamente flojo, débil o roto 3 - Muy flojo, débil 5 - Fuerte fijación 7 - Muy fuerte 9 - Extremadamente fuerte. (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)

Inserción posterior de la ubre	Medido en la parte superior del tejido secretor en relación con el punto medio de los alfileres y la punta del corvejón. 1 - Extremadamente bajo 3 - Bajo 5 - Altura intermedia (2 "por encima del punto medio) 7 - Alto 9 - Extremadamente alto. (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Anchura ubre posterior	Medido en la parte superior del pliegue entre la pierna y la ubre. 1 - Extremadamente estrecho - 4½ " 3 - Estrecho - 6" 5 - Ancho intermedio - 7½ " 7 - Ancho - 9" 9 - Extremadamente ancho - 10½ ". (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Ligamento suspensor medio	(Serrano, 2009)Mide la profundidad de la hendidura de la ubre (1/3 "por punto). 1 - Hendidura negativa, soporte roto 2 - Plano 3 - Hendidura leve - 1/3 " 5 - Hendido y hendido definidos - 1" 7 - Hendidura profunda - 1 2/3 " 9 - Hendidura extremadamente profunda - 2 1/3" (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Profundidad de ubre	Medido desde el punto del corvejón visto desde la parte posterior en relación con el piso de la ubre (1 "por punto). 1 - Extremadamente profundo - debajo del corvejón - 2 "debajo de 3 - Nivelar con el corvejón 5 - Ligeramente arriba del corvejón - 2" arriba 7 - Piso bien arriba del corvejón - 4 "arriba 9 - Extremadamente alto - poco profundo - 6" arriba (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Colocación de pezones posteriores	Mide la ubicación de las tetinas delanteras en el cuarto. 1 - Base de las tetinas delanteras extremadamente anchas 3 - Colocación moderada hacia afuera (ancho) 5 - Colocación ligeramente hacia afuera 6 - Colocado centralmente 7 - Colocación levemente hacia adentro (cerca) 9 - Base de las tetinas extremadamente cerca. (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)
Longitud de los pezones anteriores	De un promedio de 2 1/4 ", un cambio de 3/4" ajusta el puntaje 2 puntos. 1 - Extremadamente corto - ¾ " 3 - Moderadamente corto - 1½" 5 - Longitud intermedia - 2¼ " 7 - Moderadamente largo - 3" 9 - Extremadamente largo - 3¾ " (Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019)

1.9. Registros productivos y gestión de datos

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 (Mendoza, 2005).

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 (Benavides, 2003).

El control de la producción lechera es importante de ser implementado por dos razones fundamentales: La primera es que le permite al propio ganadero tomar una serie de decisiones, tales como optimizar la alimentación de sus animales de acuerdo con su producción y eliminar hembras poco productivas. La segunda es que permite establecer líneas de mejora en el predio basadas en la producción real de los animales.

Por otro lado, dado que la producción de leche no es uniforme a lo largo de toda la lactancia y además, es distinta entre las lactancias, hace necesario aplicar un sistema que permita conocer la cantidad de leche que produce el animal en una 24 lactancia completa, considerando las variaciones que experimenta a lo largo de dicho período, de tal manera que se puedan comparar las producciones entre animales. Todo esto se consigue a través del establecimiento de los factores de corrección del control lechero. (Ferreira, 2010).

1.10. Modelos de evaluación genética

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. (Moro, 1998)



Ilustración 8. Toro Brown Swiss. 54BS456 Acres superiores C Wonderment ET *TM

Fuente: New Generation (2023)

1.10.1. Selección de reproductores

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)

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. (Pallete, 2001)

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). (Vargas, 2013)

En evaluaciones de ganado existen 16 características de tipo, para reportar estos valores genéticos que están estandarizados, usualmente, recurrimos a la estadística. De esta manera tenemos STA (Standarized Transmitting Abilities) que nos permiten poner todo en el mismo cuadro y fácilmente comparar un toro con otro.

Para hallar las STA se toman los valores de las hijas de los toros de la población en evaluación, se tiene ya el promedio para la característica específica (base genética) y en base al promedio se calculan las desviaciones de cada toro con respecto a este valor. Tenemos que el 99% de la población se encuentra dentro de un rango que va desde -3 hasta +3. Para cada característica. (Cunliffe, 2008)

1.11. Correlaciones genéticas prácticas

Se determina las correlaciones genéticas de la base de datos de toros Brown Swiss de EEUU para el Ecuador, de esta manera mejorar los índices productivos reproductivos y de tipo, por ende ingresos económicos de las explotaciones, para lo cual se usó una población de estudio que va a ser toda la base de datos de toros Brown Swiss disponibles en EEUU que son comercializados en el Ecuador.

La unidad de análisis en el presente estudio será cada toro con sus correspondientes características, que comprende 25 toros Brown Swiss comercializados en Ecuador, utilizando el criterio de exclusión del total de toros comercializados en Ecuador, las técnicas de recolección de datos primarios y secundarios. Los instrumentos para procesar los datos recopilados son cuadros y gráficos estadísticos que describan los resultados obtenidos, por análisis descriptivo para comprobar la hipótesis de correlaciones genéticas para comprar los datos de los registros de los animales.

1.12. Coeficientes de correlación de Pearson

1.12.1. Características productivas y reproductivas

Los rasgos de conformación son elementos de los métodos o índices de selección recomendados o desarrollados en distintos países que combinan calificaciones genéticas de características de producción, reproducción, funcionales, longevidad y conformación, para

evaluar el valor económico total de los animales objetivo de la 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; 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 (PTAF), 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, No así con PL= vida productiva y LIV= habitabilidad con las que presenta alta correlación genética.

Estos datos coinciden con Almeida, F. (2018) quien indica que en el estudio de correlaciones en toros Jersey no presentan correlaciones genéticas entre los índices reproductivos y de producción. Los valores de este estudio difieren a Cucco, D. (2017), quien nombra que los coeficientes de Pearson lineales de correlación (r) entre PTA para las características de producción y reproducción de leche que se encuentran en este trabajo, se observó que la PTA para la leche tiene una correlación negativa con las características reproductivas, DPR (-0,37) y mortinatos (-0.14). Estos valores negativos muestran que los animales con alto potencial de producción de leche pueden tener una menor eficiencia reproductiva, en particular con respecto al DPR.

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 trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa y LIV. No se obtienen los mismos resultados con PL estas características son altamente significativas en su correlación.

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 trasmisión de leche; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; PTAP= Habilidad predicha de trasmisión de proteína; LIV=Habitabilidad, es decir no presentan correlación genética, esto nos indica que hay una independencia de uno a otro.

SCR=Taza de concepción del toro progresan independientemente el uno del otro con LIV=Habitabilidad, es decir no presentan correlación genética. La DPR=Taza de preñes de las hijas progresan independientemente con Leche (PTAM), Proteína (PTAP), Grasa (PTAF), Habitabilidad (LIV). Y tiene una dirección directa en forma significativa con (PL)=Vida productiva.

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. De acuerdo con Lucy (2007), una solución inmediata a los problemas que enfrentan reproductiva, sería el uso de toros con altas tasas de fecundidad y la implementación de programas de mejora con el objetivo de aumentar la eficiencia reproductiva. SCR.

En los últimos años, el mayor desafío que enfrentan los investigadores de todo el mundo se relaciona con el antagonismo entre la producción de leche y la fertilidad de las vacas lecheras, y una de las principales razones citadas es la selección genética realizados hasta la fecha Hansen (2000).

El enfoque para los rasgos de producción de leche tiende a disminuir la fertilidad y el rendimiento reproductivo de ganado, aumentando así la velocidad de descarga involuntaria de los mismos Collard et al (2000). Estos resultados difieren con Almeida, F. (2018). Quien indica que SCR=Taza de concepción del toro progresan en la dirección opuesta en forma

significativa con PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa.

Tabla 5. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y reproductivas

	DPR	CCR	HCR	SCR
PTAM	0,028	-0,218	-0,066	-0,349
PTAP	0,171	0,045	0,050	-0,267
PTAF	-0,168	0,015	-0,151	-0,209
PL	0,761	0,591	0,380	-0,409
LIV	0,728	0,514	0,303	-0,378

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 trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; PL=Vida productiva; LIV=Habitabilidad.



Ilustración 9. Toro Brown Swis. 7BS905 Kar-linn reeses rampage

Fuente: Select Sires (2023)

Los animales con un mayor potencial para la producción de proteínas y grasas (kg) presentan problemas relacionados principalmente con DPR y muerte fetal intrauterina. La facilidad de la entrega también puede verse afectada en animales con mayor capacidad de producción de proteínas. Selección de la Producción (Kg) puede resultar en disminución de la expresión de las características de reproducción tales como la DPR y facilidad de parto (Silva et al

1998). La inclusión de características de fertilidad en el ganado lechero índices de selección se justifica por el hecho de que la puntuación intervalo entre partos y la condición corporal fueron las características hereditarias y se correlacionó genéticamente Wall (2003).

La concentración (%) de grasa y proteína tiene de correlación más pequeñas características reproductivas en comparación con el volumen (kg), y lo más insignificante, y por lo tanto más factible para seleccionar para la concentración de estos elementos que por volumen, en especial a la concentración proteínas en comparación con los nacidos muertos y porcentaje de grasa en relación con la vida productiva. Por lo tanto, la selección de volumen (leche, proteínas o grasas) puede conducir a una disminución en la capacidad reproductora de la manada.

Según Weigel (2006), entre otras razones, debido a la mala condición corporal, la producción de vacas lecheras de alta, pueden verse afectados por trastornos metabólicos y las enfermedades infecciosas y estos pueden conducir a una baja fertilidad. Esta pobre intensidad de selección en las características de fertilidad es una consecuencia de las cuales eran las tendencias económicas globales de la producción de leche. Para los efectos nocivos sobre la reproducción y la salud de los animales se reducen al mínimo, los objetivos de cría deben ser ampliados Wall (2003).

Entre otras razones, debido a insuficiente condición corporal, un resultado del balance negativo de energía y la movilización de los tejidos corporales, vacas de alta producción pueden verse más afectadas por trastornos metabólicos, las enfermedades infecciosas, y esto puede conducir a problemas de fertilidad Weigel (2006). Las vacas con gran valor genético tienen una menor producción de leche y condición corporal de condición más perder corporal en vacas en lactancia temprana que el mérito genético promedio Pryce et al (2001). La condición corporal se puede medir fácilmente y podría ser utilizado para el manejo de los animales y los programas de cría como un criterio de selección indirectos para la fertilidad.

El antagonismo genético entre la producción y la fertilidad de las vacas, para gestionar mejor el rebaño puede reducir sustancialmente los efectos negativos del estrés en la producción de la fertilidad, pero el efecto del manejo disminuye a medida que aumenta la producción de las vacas Bagnato, P (1994). De esta forma se comprende que problemas reproductivos de las vacas no solo pueden ser solucionados con un adecuado manejo, en especial en vacas altas productoras de leche y sus componentes.

Otra explicación planteada por algunos autores para la ocurrencia de la depresión en la fertilidad de las vacas, es el impacto de la endogamia sobre el comportamiento reproductivo, lo que conduce a una mayor probabilidad de ocurrencia creciente de los genes recesivos letales Fritz et al (2013). La selección contadora para reducir la aparición de ciertas mutaciones y la operación de los animales de apareamiento puede resultar en efectos positivos sobre la fertilidad de las vacas lecheras.

1.12.2. Características productivas y características de tipo lineal

Las correlaciones para las características productivas y características de tipo lineal, PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo 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; pero tiene una correlación contraria significativa con LIV=Habitabilidad.

La importancia de la selección de animales para por sus adecuadas características de su composición y la producción de leche está dada por el hecho de que muchas características de composición pueden influir en la producción de leche. Los animales con valores genéticos altos para composición de la leche tienden a tener PTA más altos para la producción de leche, sin embargo, con un menor porcentaje de proteína, ya que estas dos características están correlacionadas negativamente.

DeGroot et al (2002) encontraron valores de las correlaciones genéticas de mayor magnitud y positivo para la leche para la producción de proteína y grasa en Kg. Según Campos et al (2015), las mejoras en la producción de leche y sólidos no ocurren siempre cuando se hizo la selección para la mayoría de las características de composición, sin embargo, se debe dar cuando se hace la selección para la composición de la ubre, en detrimento de su antagonismo con algunas características morfológicas y de producción, evitando el deterioro de estas características y otros como la longevidad y la reproducción provocando que animales sin una adecuada conformación duren menos en el hato.

UDC=Componente de ubre de Brown Swiss 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. Los toros PTA para la producción de leche tienen poca relación con el

compuesto de la ubre (-0,15). Concuerta con Cucco (2017). Quien sugiere que la selección de animales para UDC no afecta la producción de leche.

Tabla 6. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal

	PTAT	UDC	ST	SR	DF	RA	RW	RLSV	RLRV	FA	FU	RH	RUW	UC	UD	TP	TL
PTAM	0,079	-0,150	0,177	0,194	0,060	-0,101	0,203	-0,065	0,159	0,213	0,136	-0,210	-0,305	-0,267	0,146	-0,215	0,317
PTAP	0,036	-0,256	0,127	0,312	-0,236	0,026	0,073	-0,076	0,206	0,099	0,145	-0,365	-0,121	-0,260	0,082	-0,026	0,101
PTAF	0,210	-0,242	0,162	0,165	0,094	-0,316	-0,131	0,126	0,330	0,147	-0,062	-0,205	0,044	-0,269	-0,133	-0,162	-0,178
PL	-0,262	0,104	-0,527	0,037	-0,670	0,140	-0,071	-0,202	-0,018	-0,034	0,547	-0,087	-0,043	0,130	0,402	0,447	-0,015
LIV	-0,480	0,235	-0,543	-0,137	-0,647	0,164	-0,111	-0,336	-0,366	-0,221	0,132	-0,166	-0,186	0,448	0,292	0,385	-0,149

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=Patatas 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.

Según Berry et al (2004) en un estudio de las correlaciones genéticas entre características del tipo y de productividad para la mayoría de las correlaciones genéticas entre la composición de la ubre como la altura de la ubre y la inserción de la ubre encontró que los valores negativos de menor magnitud en comparación con la producción leche, se informa por Rennó et al (2003), que los problemas asociados en animales con alta producción de leche y la presencia de ubres más profundas, aumento de la tasa de descarte. Sin embargo, de mayores resultados de magnitud fueron encontrados por Esteves et al (2004), con correlaciones negativas, que enfatiza cuidado en la selección de animales para alguna composición características de la ubre ya que podría haber una reducción en la producción de leche y sólidos.

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; no es igual para PL=Vida productiva; LIV=Habitabilidad, las que progresan de forma opuesta significativamente.

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.

Cucco (2017) indica que estatura, fortaleza y profundidad cuerpo no tiene asociación con los rasgos de producción de leche y sólidos en volumen (Kg) y la concentración (%), indicando la selección de toros a estas características, en base a la PTA no afecta a la leche y sólidos. Sin embargo, Rennó et al (2003) en un estudio con vacas Gyr, encontraron correlaciones genéticas magnitud media y positivo para la altura, la fuerza y la profundidad del cuerpo en comparación con la producción de leche.

DF=Temperamento lechero progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de transmisión de leche; LIV=Habitabilidad; PL=Vida productiva. PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa.

Difiere con Almeida, F (2018) quien indica que PTAP=Habilidad predicha de transmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa progresan en la misma dirección en forma significativa con DF

RA=Angulo de anca progresan independientemente el uno del otro con 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.

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

RL=Patatas traseras progresan independientemente el uno del otro con 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. Similar resultado presenta las características RLSV=Patatas posteriores vistas de lado RLRV=Patatas posteriores vistas de atrás, FA= Angulo de pezuña.

Estudios de Almeida, F (2018) en toros de la raza jersey indica que las características de patas y grupa no tienen influencia en la producción de leche. 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. La composición de patas y pesuñas y la composición corporal no son significativamente relacionadas con los rasgos de producción, lo que sugiere que la selección de animales para compuestos de patas y pezuñas y compuesto cuerpo no afecta a la producción de leche. Según Berry et al (2004).

FU= Ubre anterior progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; LIV=Habitabilidad. No así con PL= vida productiva con quien progresa en la misma dirección significativamente. Corrales, A. et al. (2012), mencionan que diferentes estudios han mostrado la existencia de correlaciones genotípicas medias entre la producción de leche con inserción anterior de la ubre (0,32).

RH=Angulo del Anca progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; LIV=Habitabilidad. PL= vida productiva.

RW= Ancho de Anca progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; LIV=Habitabilidad.PL= vida productiva.

Estudios realizados por Bernal, Y y Cantel, R (2012). Indican que el tiempo medio de vida productiva fue de 1203 y 866 días para registros censurados y no censurados respectivamente, como se mencionó previamente, los caracteres con el mayor impacto en el cambio fueron altura al sacro, ancho de pecho, ubre delantera, dirección de anca, ancho de isquiones, implantación de pezones y ubre trasera. De manera específica, y teniendo en cuenta los factores con el mayor impacto presenta las soluciones para dichos efectos, recurriendo a la tasa relativa de descarte (Relative Culling Rate) con el fin de facilitar la interpretación de los resultados en términos de riesgo.

La tasa relativa de descarte corresponde al cociente entre el riesgo de descarte estimado para una vaca bajo la influencia de ciertos factores genéticos o ambientales y el riesgo medio, fijado en uno. A manera de ejemplo y de acuerdo con Ducrocq (1994), una vaca perteneciente a un hato con tasa relativa de descarte igual a 2, tendrá un riesgo de ser descartada dos veces mayor, en comparación con una vaca perteneciente a un hato promedio. Para el efecto altura al sacro, se observa una leve disminución en el riesgo relativo de descarte en relación a una mayor altura de las vacas. Es decir, vacas con una mayor altura al sacro tendrían una probabilidad mayor de permanecer en el hato en comparación con vacas de menor tamaño.

UC= Soporte de ubre progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; PL= vida productiva. No así con LIV=Habitabilidad con quien progresa en la misma dirección significativamente.

UD= Profundidad de ubre progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa; LIV=Habitabilidad. No así con PL= vida productiva con quien progresa en la misma dirección significativamente.

TP= Colocación de pezones progresan independientemente el uno del otro con PTAM=Habilidad predicha de trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión

de proteína; PTAF=Habilidad predicha de transmisión de grasa; LIV=Habitabilidad. No así con PL= vida productiva con quien progresa en la misma dirección significativamente.

TL= Longitud pezones anteriores 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.PL= vida productiva.

A pesar de la magnitud media de la correlación se encontró entre la composición de la leche con las ubres y las piernas y los pies, sin embargo, la influencia de estas características morfológicas puede afectar el comportamiento productivo de los animales. Especialmente con respecto a la conformación de la ubre (inserción central de ligamento, el tamaño de la ubre, etc.), y más en la cuestión de los problemas longevidad y la salud cuando se relaciona con buena conformación de las patas y las pezuñas, como con una buena angularidad, con capacidad desplazamiento adecuado cascos y adecuada angularidad.

Además de proporcionar la rentabilidad cuando se seleccionan los animales que tratan de permanecer más tiempo en la producción de convertirse en económicamente eficiente, como la reducción de costos de los fármacos, la eliminación de los animales por las pérdidas y posible aumento de la producción de leche (Campos et al 2015).

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.

1.12.3. Características lineales y reproductivas

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

Difiere con Almeida, F (2018) quien indica que progresa en la misma dirección SCR y progresa independientemente con CCR.

UDC=Componente de ubre de Brown Swiss 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.

ST=Estatura progresan de manera independiente con DPR=Taza de preñes de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro e inversa con CCR=Taza de concepción de la vaca y HCR=Taza de concepción de las hijas.

Almeida, F (2018) encuentra valores similares en 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.

SR=Fortaleza Estatura progresan de manera independiente con DPR=Taza de preñes de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro, CCR=Taza de concepción de la vaca e inversa con HCR=Taza de concepción de las hijas.

DF= Temperamento Lechero progresan de manera independiente con DPR=Taza de preñes de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro e inversa con CCR=Taza de concepción de la vaca y HCR=Taza de concepción de las hijas.

RW= Ancho del anca Fortaleza Estatura progresan de manera independiente con DPR=Taza de preñes de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro, CCR=Taza de concepción de la vaca e inversa con HCR=Taza de concepción de las hijas.

RA= Alto de Grupa, RLSV= Patas traseras vista lateral, RLSV= Patas traseras vista posterior, FA= Angulo de 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 los pezones anteriores. Progresan de manera independiente con DPR=Taza de preñes de las hijas; SCR=Taza de concepción del toro, CCR=Taza de concepción de la vaca y con HCR=Taza de concepción de las hijas.



Ilustración 10. Toro Brown Swis. 7bs796 old mill wde supreme et *tm

Fuente: Select sires (2023)

Tabla 7. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características lineales y reproductivas

	PTAT	UDC	ST	SR	DF	RA	RW	RLSV	RLRV	FA	FU	RH	RUW	UC	UD	TP	TL
DPR	-0,376	-0,122	-0,384	0,208	-0,837	0,215	0,075	-0,170	-0,095	-0,049	0,366	-0,320	-0,216	0,066	0,341	0,255	-0,109
CCR	-0,446	-0,013	-0,631	-0,141	-0,721	0,140	-0,255	0,060	0,198	-0,277	0,072	-0,159	0,109	-0,014	-0,037	0,194	-0,330
HCR	-0,382	,0211	-0,652	-0,423	-0,487	0,239	-0,483	-0,096	0,027	-0,190	0,027	0,233	0,275	-0,002	-0,258	-0,034	-0,102
SCR	0,249	-,0063	0,221	0,245	0,082	0,053	0,315	0,351	0,172	-0,288	0,043	0,239	0,147	0,043	-0,056	-0,107	0,102

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo; JUI=Índice ubre jersey; ST=Estatura; SR=Fortaleza; DF=Temperamento lechero; RA=Ángulo de anca; RW=Ancho de anca; RL=Patras traseras; FA=Ángulo 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; 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

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.

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, 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.

CAPÍTULO II

2.1. Importancia de la producción - reproducción y tipo de los toros Holstein en Ecuador

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

Los parámetros de tipo, reproductivos y productivos juegan un papel de vital importancia en las Unidades de Producción Animal (UPAS) de ganado de leche, ya que su finalidad es orientar al ganadero a mantener la rentabilidad de la unidad pecuaria; además, ayudan a valorar el éxito de los programas de manejo reproductivo que se lleve a cabo en las UPAS; investigaciones realizadas sobre niveles de producción y potencial reproductivo en diferentes razas en varios grupos de animales, tomando en consideración promedios nacionales, se pudo observar que los animales mestizos Holstein presentaron mejor comportamiento productivo; éstosresultados crean las condiciones para establecer programas de evaluación y selección de hembras con los mejores niveles productivos, así como la posibilidad de evaluación del comportamiento de los diferentes grupos raciales de una determinada zona (Rodríguez-Voigt y Verde, 2002).

Hace varios años las ganaderías han querido solucionar los problemas de las características morfológicas, anatómicas, que ellos creen aumentan la eficiencia y la rentabilidad de la empresa lechera, desde los inicios de la ganadería, los productores asocian que los animales con determinada conformación serían más productivos y por ende fueron adquiriendo mayor valor comercial. La relación de las características morfológicas deseables en el ganado especializado para la producción de leche, las diferentes asociaciones de ganaderos han establecido algunos prototiposde vacas y toros llamas habitualmente “True Type” o “tipo ideal en conformación” los cuales aunque varían en alguna medida de un país a otro, según las condiciones productivas existentes en cada uno de ellos, progresivamente se han ido

asemejando más entre sí, en la medida, que propenden a un ganado más especializado en producción de leche.

Algunas características de baja heredabilidad son la fertilidad de las hembras y resistencia a las enfermedades, con heredabilidad del 0.03 (Haard y Lindhé, 2005). Las características reproductivas en hembras bovinas productoras de leche tienen gran importancia, ya que afectan en gran medida la rentabilidad de los hatos lecheros especializados, estas características tienen en común que sus heredabilidades son muy bajas y como consecuencia su progreso genético es muy lento (Sbardella y Gaya, 2010 y Camargo, 2012). Las pérdidas económicas por problemas reproductivos son atribuidas principalmente a intervalos entre partos prolongados, incremento en los costos de inseminación, pocos terneros por vaca por año, incremento de descarte de animales, elevados costos de reemplazo y menor vida productiva de las vacas (Wall et al., 2003 y Camargo, 2012).

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

En el 2003 el MAGAP impulsó un programa de conservación de “Recursos Zoo genéticos”, con el apoyo de la FAO e IICA para desarrollar la conservación y mejoramiento genético de las especies bovinas criollas o adaptadas en el Ecuador desde el tiempo de colonización; de igual manera el programa mantiene como procedimiento, la caracterización 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.

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

características fenotípicas, morfológicas, del tipo productor lechero, “clasificación lineal” sobre el volumen de producción láctea y eficiencia reproductiva alcanzadas en vacas Holstein Ecuatorianas. La importancia de este estudio es, establecer cuál de los caracteres fenotípicos tienen relación con la reproducción y han contribuido con el volumen de “Producción Lechera” alcanzada, para lograr un animal de “Tipo Funcional Lechero”, en la raza Holstein. La relación de estas variables permitirá orientar criterios para obtener animales “Funcionales” de tipo lechero, diseñar claros progresos genéticos de funcionalidad, en rasgos estrechamente relacionados a la producción lechera, seleccionando los sementales que contribuyan de mejor forma al progreso del hato.

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

El propósito es desarrollar un programa de mejora con animales Holstein, adaptado a pequeñas unidades de producción situadas en las zonas altas del Ecuador que puedan producir según la zona, basados en los parámetros productivos, reproductivos y de tipo (Benavides, 2003). Los primeros análisis fenotípicos generales y los comprobados en campo, indican varios niveles de producción y un potencial reproductivo que no son explotados al 100% por no tomar en cuenta las correlaciones genéticas, producto de los diferentes cruzamientos, donde particularmente los animales mestizos de Holstein presentaron un mejor comportamiento (Mendoza, 2005), (Galvis, R. Munera, 2005). Los resultados crean las condiciones para establecer programas de evaluación y selección de hembras y machos con los mejores niveles productivos, así como la posibilidad de evaluación del comportamiento de los diferentes grupos raciales de una determinada zona (Hernandez V. M., 2013).

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

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

Cuando se lleva a cabo un plan de mejora genética por selección sobre una determinada raza es obligado conocer las características de dicha raza y necesariamente su grado de pureza. Si no conocemos realmente el material con el que estamos trabajando podemos llegar a encontrarnos con curiosos y sorprendentes resultados. Efectivamente en el desarrollo de un esquema de mejora por *selección* en raza pura, los criterios genéticos fundamentales que lo presiden son la heredabilidad y la repetibilidad del carácter o caracteres a mejorar. Por el contrario, en un plan de mejora por cruzamiento (entre razas) la transmisión de los caracteres a la descendencia ofrece mecanismos bien diferentes. Así fenómenos de aditividad (determinismo genético aditivo) y de heterosis, provocan una mayor capacidad de transmisión en cualquier carácter.

Generalmente se aduce que bajo circunstancias de manejo intensivo los cruces no son capaces de superar el rendimiento de las razas puras. Sin embargo, en países de tradición lechera tales como Nueva Zelanda, más del 20% del hato lechero está constituido por cruces, principalmente Holstein×Jersey (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 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.

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 empresalechera, desde los inicios de la ganadería, los productores asocian que los animales con determinada conformación serían más productivos y por ende fueron adquiriendo mayor valor comercial. Estos conceptos se van fijando más fuertemente durante los siglos XVIII y XIX con el establecimiento de los registros genealógicos, la creación de asociaciones de criadores de ganado registrado y, posteriormente, de registros productivos (Schaeffer, L. R. 2004), conjuntamente con la evolución de las organizaciones ganaderas se modifica el concepto acerca de las características morfológicas que deben poseer los animales para satisfacer de mejor manera los objetivos productivos. Esto es observable en diferentes especies y desde luego en el ganado bovino de leche.

La relación de las características morfológicas deseables en el ganado especializado para la producción de leche, las diferentes asociaciones de ganaderos han establecido algunos prototipos de vacas y toros llamas habitualmente “True Type” o “tipo ideal en conformación” los cuales aunque varían en alguna medida de un país a otro, según las condiciones productivas existentes en cada uno de ellos, progresivamente se han ido asemejando más entre sí, en la medida, que propenden a un ganado más especializado en producción de leche. La pregunta que ha dado motivo a muchas discusiones entre ganaderos, científicos y personas relacionadas con la inseminación artificial, es si este, “tipo Ideal”, reúne las

características que debe poseer una vaca para que ella realmente satisfaga adecuadamente los objetivos de mayor producción, funcionalidad, longevidad, y como consecuencia de lo anterior se más eficiente y rentable.

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

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

El calcular la relación entre el fenotipo individual, obtenido en base a la aplicación del sistema de calificación de las características fenotípicas, morfológicas, del tipo productor lechero, “clasificación lineal” sobre el volumen de producción láctea y eficiencia reproductiva alcanzadas en vacas Holstein Ecuatorianas, es de suma importancia. La importancia de este estudio es, establecer cuál de los caracteres fenotípicos tienen relación con la reproducción y han contribuido con el volumen de “Producción Lechera” alcanzada, para lograr un animal de “Tipo Funcional Lechero”, en la raza Holstein.

La relación de estas variables permitirá orientar criterios para obtener animales “Funcionales” de tipo lechero, diseñar claros progresos genéticos de funcionalidad, en rasgos estrechamente relacionados a la producción lechera, seleccionando los sementales que contribuyan de mejor forma al progreso del hato, la importancia de estudiar las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros de la Asociación Holstein del Ecuador con evaluación genética disponible en el país: Producción – Reproducción, nos

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



Ilustración 11. Ganado Holstein. mountfield ssi dcy mogul-et

Fuente: imfortambo-chile (2023)

2.2. Raza Holstein

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

Este tipo de ganado es uno de los más grandes y sus características son bastante definidas. Las hembras presentan la típica forma triangular, que caracteriza a las razas lecheras. En la mayoría de los animales de esta raza son dóciles y fáciles de manejar. Las vacas Holstein son

las mejores productoras de leche, pero el contenido de grasa butírica de la leche no es muy alto. Por su alta producción, los animales puros de raza Holstein no soportan bien los climas tropicales. Por tal razón, se realiza la cruce de estas razas con el ganado cebú. El resultado es un animal resistente con una mayor producción de leche.

Es considerada una de las razas lecheras más famosas, en el mundo entero por la alta producción que alcanza cada animal. (Trujillo, 1994) , menciona que, en 1985, la American Dairy Science Association de Estados Unidos, recomienda que los registros de lactación fueran estandarizados a un periodo fijo de 305 días, permitiendo una mejor estimación del coeficiente de heredabilidad y repetibilidad. De esta manera desarrollaron factores para proyectar las lactancias incompletas o sobrepasadas a la base común de 305 días, los cuales se han estimado en base a procedimientos que consideran el promedio del hato y la producción de la vaca en el último día de muestreo. Durante muchos años se consideró como ideal una lactación de 10 meses con partos a intervalos de 12 meses.

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

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

(Benavides, 2003), indica que los principales efectos ambientales controlados con factores de ajuste para producción de leche por lactancia envuelven otras características de desempeño de la vaca (duración del periodo seco anterior al parto, duración del periodo parto-concepción, días en lactancia, entre otros).

A su vez existen efectos causados por el manejo o nivel de producción de las haciendas (número de ordeñas diarias, el sistema de alimentación, el sistema de ordeña entre otros) y los efectos causados por el ciclo de vida del animal, como por ejemplo la edad y el número de partos de la vaca. El ajuste para estos efectos causa una disminución de la varianza ambiental, lo que permite comparar individuos que están sometidos a diferentes condiciones ambientales de manera confiable.



Ilustración 12. Ganado Holstein. Woodcrest king doc (ex 90)

Fuente: Select sires (2023)

2.3. Ajuste a equivalente adulto

(Mendoza, 2005), Señala que luego de ajustar los registros para días de lactancia se debe ajustar para edad adulta o equivalente adulto, la edad adulta estándar es de 60 meses, en nuestro medio puede ser más de 60 meses, esta edad también depende de la raza.

El procedimiento para ajustar a edad adulta es muy parecido al procedimiento para días de lactancia, podemos ajustar mediante el uso de valores tabulares, como también calculando calores propios de regresión buscando a través de la mejor curva de ajuste. (Mendoza, 2005), Que, para ajustar a edad adulta, es necesario que la producción de leche incremente hasta la edad adulta es decir hasta los 60 meses, luego tienda a decrecer, esta particularidad hace que la producción de leche de acuerdo a la edad sea doble exponencial, una curva ascendente hasta la edad madura y una decreciente posterior a esa edad. Esta es la razón porque los valores tabulares de ajuste inferiores y mayores a 60 meses de edad son mayores a 1.

(Trujillo, 1994), señala que, en el caso de los ajustes para la edad adulta, estos remueven el sesgo al comparar la producción de los animales a diferentes edades, ya que varios investigadores mencionan que la producción de leche aumenta con la edad y número de partos hasta la madurez, declinando después 9 ligeramente y la edad en la cual se alcanza la producción máxima puede variar con el manejo particular del hato.

Un solo registro de producción no predice lo que puede producir una vaca en el futuro, ya que esta predicción no se podría hacer con mucha precisión, puesto que le ocurren muchas cosas a la vaca antes de que llegue a su madurez, y las condiciones ambientales que afecten sus registros futuros pueden ser muy distintas.



Ilustración 13. Toro Holstein. 7ho14477 warrior-red

Fuente: Select sires (2023)

2.4. Mérito Genético

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

(Galvis. R Munera, 2005), el mérito genético es también considerado un valor matemático y puede expresarse en unidades absolutas en vez de desviaciones, interpretándose su valor

fenotípico. Los métodos para calcular el mérito genético varían dependiendo de los registros que dan la información (pedigrí, pruebas de progenie, por semejantes).

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



Ilustración 14. Ganado Holstein. 007HO11351 - Seagull-Bay Supersire-ET

Fuente: Holstein International (2023)

2.5. Genotipo y fenotipo

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

(Martinez, 2003), en sentido biológico, los individuos heredan únicamente las estructuras moleculares del que se desarrollaron. Mencionándose de igual forma que los individuos heredan sus genes, no los resultados finales de su desarrollo histórico individual, y para evitar esta confusión entre los genes (que se heredan) y los resultados visibles del desarrollo (que

no necesariamente se heredan, o no se heredan totalmente), los investigadores de la genética hacen una distinción fundamental entre el genotipo y el fenotipo de un organismo. Aclarando entonces que dos organismos comparten el mismo genotipo si tienen el mismo conjunto de genes, aunque pueden tener fenotipos muy distintos, particularmente si los ambientes en que crecieron esos dos individuos influyeron de manera diferente la expresión de sus genes.

(Martinez, 2003) , indican además que, en términos estrictos, el genotipo describe el conjunto completo de los genes heredados por un individuo y el fenotipo describe todos los aspectos de su morfología, fisiología, conducta y relaciones ecológicas. En este sentido, es muy difícil que en la naturaleza dos individuos tengan fenotipos idénticos, porque siempre existe alguna diferencia (por pequeña que sea) en su morfología o en su fisiología.

Los fenotipos idénticos son sólo posibles cuando los individuos se han reproducido asexualmente (por ejemplo, por clonación) y crecen en ambientes idénticos. Más aún, dos organismos cualesquiera difieren al menos un poco en su genotipo, exceptuando aquellos que proceden de otro organismo por reproducción asexual.



Ilustración 15. Ganado Holstein. 200HO6480 Val-bisson Doorman

Fuente: Semex (2023)

2.6. Heredabilidad

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

buena producción, y viceversa.

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

(Benavides, 2003), aporta que la h^2 es la parte genética del animal que puede ser heredada. Para su estimación es necesario conocer registros de parientes en un mismo carácter. En el cuadro 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 8. Heredabilidad y repetibilidad de la raza Holstein

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

PL= producción de leche; PP= porcentaje de proteína; PG= porcentaje de grasa; SCS= puntaje de Células somáticas; IEP= intervalo entre partos; DA= días abiertos; NSC= número de servicios por concepción; TC= tasa de concepción; h^2 heredabilidad; r=repetibilidad; EE=error estándar Fuente: Zambrano (2014).

(Castro, 2012), expresa que la h^2 es la medida de la magnitud relativa con que fluyen los factores genéticos y ambientales en la variación de un carácter. Este índice puede tener valores de cero a uno. Explicándose entonces que si el índice de herencia para un cierto carácter es 0 (cero), quiere decir que las diferencias entre animales son determinadas por factores ambientales solamente, si, 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 domésticas se manifiestan varias veces en la vida de un animal, para estas 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 este carácter es de 0,53; este valor nos garantiza el comportamiento futuro del animal, en base a estos datos el productor tomará decisiones respecto a animales, es decir dejarlos o no en el hato, basada en estudios del Departamento de Genética y Bioestadística de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM de la ciudad de México.

2.8. Correlaciones genéticas

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

2.9. 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), en sus estudios realizados en mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche, observó una alta correlación genética entre caracteres productivos y reproductivos, por lo que se puede explicar 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.



Ilustración 16. Toro Holstein. 200HO3205 Goldwyn

Fuente: Semex (2023)

2.9.1. 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.



Ilustración 17. Ganado Holstein. 7HO10506 G WATWOOD

Fuente: (Select Sires, 2023)

(Corrales, 2012), menciona que diferentes estudios han mostrado la existencia de correlaciones genóticas medias entre la producción de leche con estatura (0,42); profundidad del cuerpo (0,36); angularidad (0,48); ancho de isquiones (0,46); altura de la ubre posterior (0,48); e inserción anterior de la ubre 15 (0,32).

Internacionalmente se ha propuesto la utilización de índices de selección, los cuales incluyen la producción de leche y características de tipo (CT) que se relacionan con la producción, reproducción y salud de la vaca, con el objetivo de lograr un progreso genético que conduzca a un mejoramiento de la productividad y la funcionalidad de las vacas lecheras en los hatos.

(Corrales, 2012), la correlación de las características de las patas y pezuñas con producción de leche se encontró en un rango de (-0,13) con calidad de hueso y 0,35 con vista posterior de los miembros.

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

La correlación genética negativa entre profundidad de la ubre y producción de leche, indica que vacas con ubres muy profundas pueden tener mayor producción, pero presentar mayores

problemas sanitarios en la ubre y por ende un mayor riesgo de descarte. La correlación positiva entre las características ancho de la inserción y ligamento suspensorio medio se presenta porque ubres anchas de la inserción se relacionan con mayor capacidad de almacenamiento de la leche.

(Corrales, 2012), Las correlaciones genéticas encontradas para producción de leche y las características de tipo indican que las conformaciones del animal tienen de media a baja relación genética con producción de leche, a excepción de la característica profundidad de la ubre que tuvo una alta correlación negativa que indica que las vacas de alta producción tienden a tener unas ubres más profundas por efecto del peso de la leche.

Por lo tanto, indica que es posible seleccionar individuos para características de tipo sin afectar la producción de leche y de esta manera tener vacas funcionales con una larga vida productiva y 16 pocos problemas sanitarios, las correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas.

Tabla 9. Correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas

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

*Fuente:*¹ Ochoa, P. (2008) ² Corrales, A et al (2012) ³Telo, L. (2002)

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

2.10. Más Probable habilidad de producir (MPHP)

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

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

Dónde: R = Repetibilidad

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

$$\text{MPHP} = X \text{ hato} + R (X \text{ vaca} - X \text{ hato}) R = nr / 1 + (n - 1) r$$

Dónde: R = Grado de confiabilidad. n = Número de registros.

r = Repetibilidad.

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

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

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

indica que tan bueno es un individuo con relación al grupo contemporáneo.

2.11. Valor genético

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

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

(Mendoza, 2005), indica que el cálculo de valores genéticos en los animales se basa en las siguientes suposiciones: Los valores fenotípicos empleados en la evaluación, son una muestra al azar de la población. El medio ambiente actúa en forma aleatoria sobre la población en la que se evalúan las comparaciones.

La primera fase dentro del mejoramiento genético es identificar el valor genético de cada animal para el carácter o caracteres que se desean 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 prole, señalando que esto debe de considerarse la población en que se han realizado los apareamientos.

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

Y señala la siguiente fórmula:

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

Dónde:

n = Número de registros.

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

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

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

2.12. Parámetros Fenotípicos (características de Conformación)

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

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

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

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

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

2.13. Evaluación lineal del ganado lechero

La Asociación de Razas Puras de Ganado Lechero, es una organización integrada por representantes de cada una de las razas lecheras.

Esta asociación ha diseñado una tarjeta de calificación o puntaje de 100 puntos, consta de 5 grupos: *sistema mamario* recibe el 40% del puntaje total. *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.



Ilustración 18. Ganado Holstein 0200HO05567 R-E-W SEAVER

Fuente: Semex (2023)

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

a. Estatura

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



Ilustración 19. Estatura

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

b. Fortaleza

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

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



Ilustración 20. Fortaleza

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

c. Profundidad corporal

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

1 – 3 Poco profundo; 4 – 6 Intermedio; 7 – 9 Profundo

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

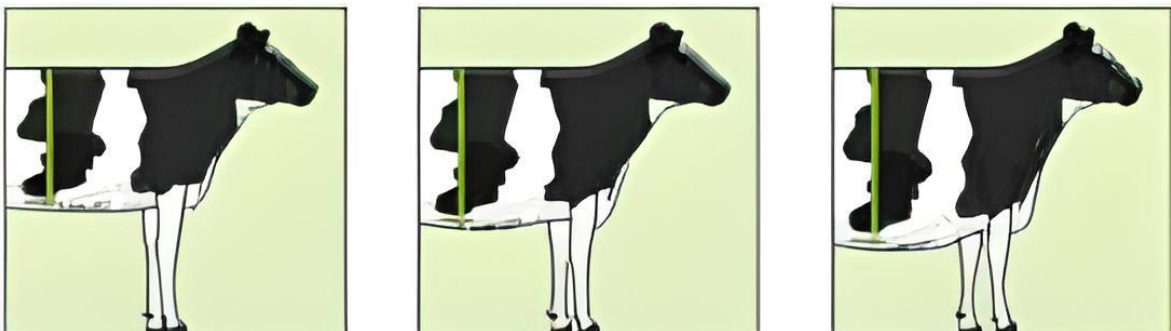


Ilustración 21. Profundidad corporal

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

d. Angulosidad o temperamento lechero

Ángulo y separación de las costillas, combinado con la calidad del hueso, evitando bastedades. No es un verdadero carácter lineal. 1-3 Falta de angulosidad 4-6 Ángulo intermedio con separación de costillas y calidad de hueso intermedia 7-9 Muy angulosa.

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



Ilustración 22. Angulosidad o temperamento lechero

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

e. Ángulo de la grupa

Se mide como el ángulo de la estructura de la grupa desde los isquiones hasta lo iliones
 Isquiones demasiado altos (+4 cm) Nivelados (+0 cm) Ligera caída (-2 cm) Intermedio (-4 cm) Isquiones demasiado bajos (-12 cm)



Ilustración 23. Ángulo de la grupa

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

f. Ancho de la grupa

Distancia entre la punta de los isquiones. 1-3 Muy estrecha, 4-6 Intermedia, 7-9 Ancha.
 Escala de referencia: 10 cm - 26 cm.; 2 cm por punto.



Ilustración 24. Ancho de la grupa

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

g. Vista posterior de las patas

Dirección que adoptan los pies vistos desde atrás.

1 Muy juntas; 5 Intermedia; 8 Paralelas

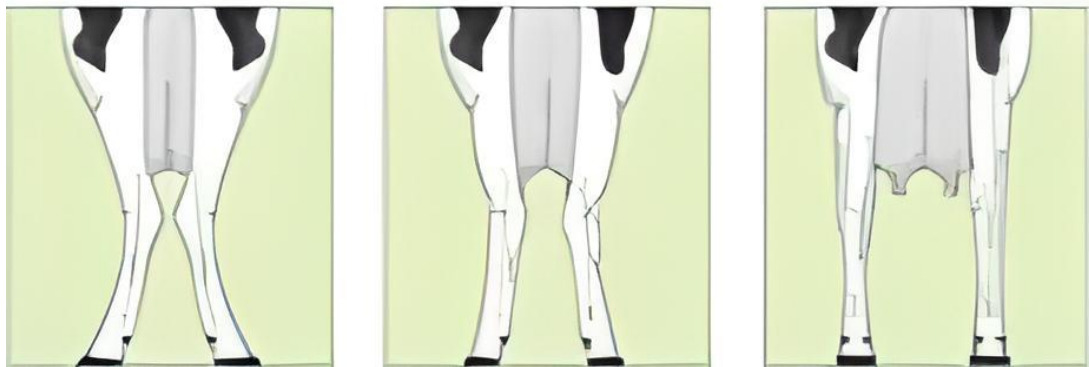


Ilustración 25. Vista posterior de las patas

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

h. Vista lateral de las patas

Ángulo formado en la parte delantera de los corvejones.

1-3 Rectas (160°); 4-6 Deseables (147°); 7-9 Curvadas (134°)



Ilustración 26. Vista lateral de las patas

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

i. Ángulo de pezuña

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

1-3 Angulo pequeño; 4-6 Intermedio; 7-9 Grande

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



Ilustración 27. Ángulo de pezuña

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

i. Inserción anterior de la ubre

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

1-3 Débil y suelta; 4-6 Intermedia y aceptable; 7-9 Fuerte y agarrada



Ilustración 28. Inserción anterior de la ubre

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

j. Altura Inserción Posterior

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

1-3 Muy baja; 4-6 Intermedia; 7-9 Alta

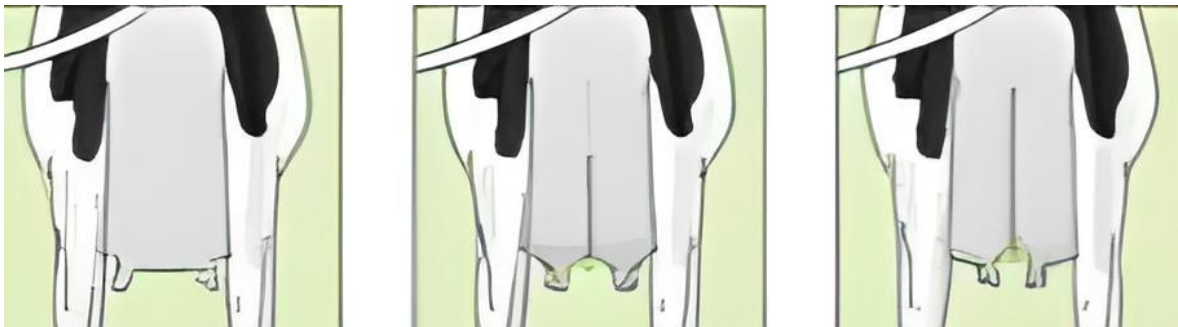


Ilustración 29. Altura Inserción Posterior

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

k. Longitud de Pezones

Longitud de los pezones anteriores.

1-3 Cortos; 4-6 Deseable; 7-9 Largos

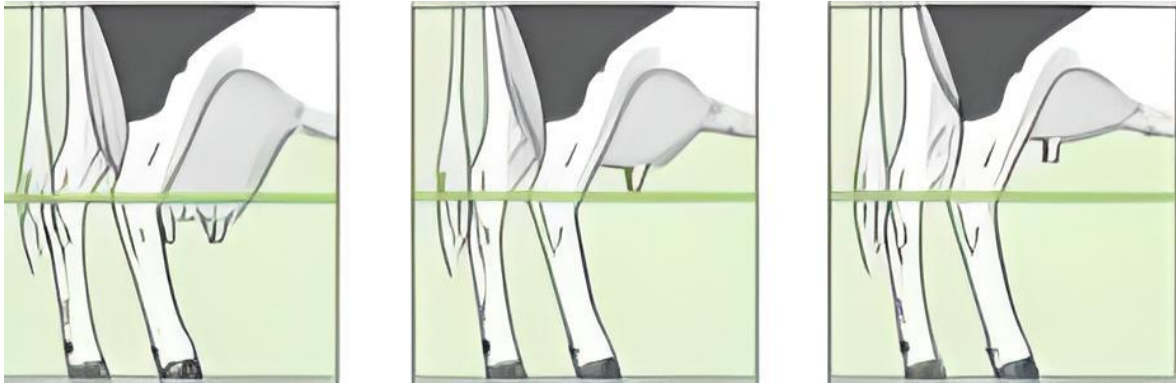


Ilustración 30. Longitud de Pezones

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

l. Ligamento suspensor medio

Profundidad del surco en la base de la ubre posterior.

1 Débil, sin divisiones definidas; 4 Ligera definición (-1 cm); 7 Profunda definición (-4 cm)



Ilustración 31. Ligamento suspensor medio

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

m. Profundidad de ubre

Distancia entre los corvejones y la parte más baja del piso de la ubre. 1 Por debajo del corvejón.

2 Al nivel del corvejón; 5 Intermedia; 8 Poco profunda; Escala de referencia: nivel=2 (0 cm);

3 por punto.

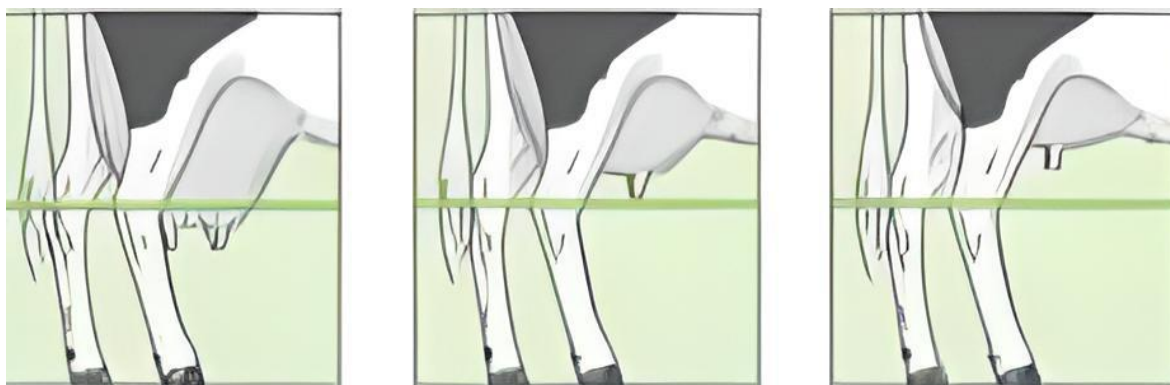


Ilustración 32. Profundidad de ubre

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

n. Colocación de los pezones posterior

Se mide como la posición que ocupa el pezón respecto al centro del cuarterón 1-2. Fuera de los cuartos.

4 Bien centrados; 7-9 Dentro de los cuartos. Muy juntos

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

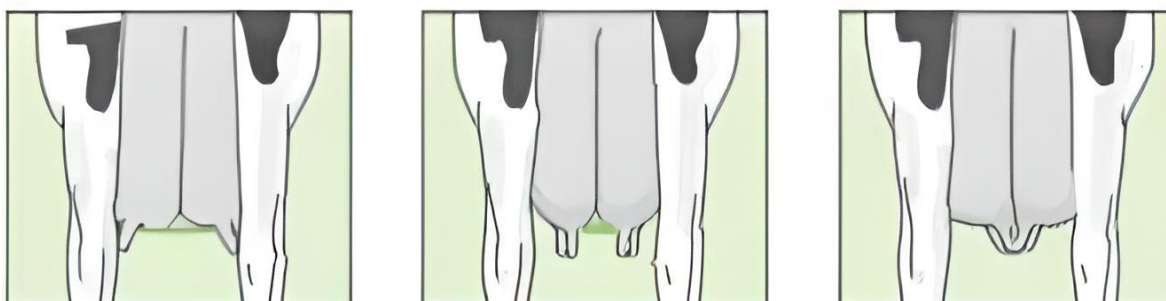


Ilustración 33. Colocación de los pezones posterior

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

2.14. 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.

2.15. Modelos de evaluación genética

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

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

animales sin registros, porque estas evaluaciones se realizan a partir de la información de sus parientes registrados.

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



Ilustración 34. Toro Holstein. 0200HO05567 R-E-W Seaver

Fuente: Semex (2023)

2.16. 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.



Ilustración 35. Ganado Holstein. 7HO10920 Gold Chip

Fuente: Select Sires (2023)

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

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

(Rodríguez, 2013), en evaluaciones de ganado existen 16 características de tipo, para reportar estos valores genéticos que están estandarizados, usualmente, recurrimos a la estadística. De esta manera tenemos STA (Standardized 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.

Para el caso práctico se determinó las correlaciones genéticas de la base de datos de toros Holstein de EEUU para el Ecuador, de esta manera mejorar los índices productivos reproductivos y de tipo, por ende, ingresos económicos de las explotaciones. La población de estudio fue toda la base de datos de toros Holstein disponibles en EEUU que son comercializados en el Ecuador. La unidad de análisis en el presente estudio fue cada toro con sus correspondientes características. El tamaño de la muestra en la presente investigación corresponde a 25 toros Holstein comercializados en Ecuador, para recolectar la información del caso práctico se debería usar:

- Los registros de la Asociación Holstein Ecuador (Ranking).
- Interpretación de los índices de los diferentes toros en el Red Book Holstein.

Y las observaciones para determinar la presencia o ausencia de correlaciones genéticas entre los parámetros de tipo – productivos – reproductivos.

2.16. Coeficientes de correlación de Pearson

2.16.1. Características productivas y reproductivas

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

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

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

La PTAP= Habilidad predicha de transmisión de proteína en relación con el DPR= Taza de preñez de las hijas con un valor de 0.017; el CCR= Taza de concepción de la vaca con un valor de 0.107; el HCR= Taza de concepción de las hijas con un valor de -0.233; el SCR= Taza de concepción del toro con un valor de -0.159 y el FI= Índice de fertilidad con un valor de -0.016 no presentan correlación genética con el PTAP son independiente el uno del otro.

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

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

El LIV= Habitabilidad en relación con el DPR= Taza de preñes de las hijas con un valor de 0.549 y el CCR= Taza de concepción de la vaca con un valor de 0.598 progresan en la misma dirección es decir presentan la correlación genética con el LIV; el HCR= Taza de concepción

de las hijas con un valor de 0.270 y el SCR= Taza de concepción del toro con un valor de -0.116 progresan de forma independientemente uno del otro y el FI= Índice de fertilidad con un valor de 0.631 progresa en la misma dirección presentando así la correlación genética con el LIV.

Tabla 10. Coeficientes de reproductivas. Correlación de Pearson, para las características productivas

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

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

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

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

genéticas entre NSC=número de servicios por concepción y TC= tasa de concepción y las características productivas mencionadas, presentaron asociaciones genéticas bajas y moderadas en las dos razas.

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

Las correlaciones entre los promedios mensuales de cada tipo animal a lo largo de las 49 semanas de lactancia (tipo Holstein) y 6 (tipo Jersey). En general, el patrón fue el mismo para ambos tipos de animales, con correlaciones cercanas a la unidad entre semanas adyacentes; disminuyen en la medida que se incrementa la diferencia en tiempo entre dos medidas de TD. Este tipo de tendencia ya ha sido publicada en un gran número de artículos relacionados con el uso de los modelos de RA con información de TD y no se estima necesario más argumentos (Schaeffer, 2004). Según estos resultados es evidente que los mejores animales en una etapa temprana de lactancia pueden no ser los mejores al final de la misma. En otras palabras, existe interacción entre animales en diferentes puntos de la lactancia. (Schaeffer, 2004). Algunos países han incluido características de fertilidad en sus índices de selección y consideran que su incorporación en esquemas de mejoramiento genético en ganado de leche tiene gran importancia (Kadarmideen *et al.*, 2003 y Walsh *et al.*, 2011). Determinar cuáles características reproductivas incluir en las evaluaciones genéticas es difícil porque son características complejas, afectadas por múltiples factores y de baja heredabilidad (Jamrozik *et al.*, 2005; Walsh *et al.*, 2011).

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

elevadas.

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



Ilustración 36. Ganado Holstein. 7H12344 Rager - Red

Fuente: Select sires (2023)

2.16.2. Características productivas y características de tipo lineal

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

Anchura ubre posterior con un valor de -0.057; la UC= Soporte de ubre con un valor de 0.086; la UD= Profundidad de ubre con un valor de 0.170; la FTP= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.043 y la RTP= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.32 son independientes el uno del otro con PTAM; y la TL= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.49 progresa de forma directa existiendo la correlación genética.

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

La PTAF= Habilidad predicha de transmisión de proteínas en relación con el PTAT= Habilidad predicha de transmisión tipo con un valor de 0.171; el UDC= Composición de ubre con un valor de 0.067; la FLC= Composición de patas y pezuñas con un valor de -0.161 y la BDI= Índice de composición de cuerpo con un valor de -0.133 son independientes el uno del otro con la PTAF; la CL= Carácter lechero con un valor de 0.511 progresa de forma directa existiendo la correlación genética; el ST= Estatura con un valor de -0.171; el DF= Temperamento lechero con un valor de -0.133; el SR= Fortaleza con un valor de 0.332 y el BD= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.133 son independientes el uno del otro con la PTAF; el RA= Angulo de anca con un valor de -0.428 progresa en dirección opuesta es decir no hay correlación genética; el RW= Ancho de anca con un valor de 0.110; el

RLSV=Patas vista lateral con un valor de 0.022; el RLRW =Pasta vista posterior con un valor de -0.108; la FA= Angulo de la pezuña con un valor de -0.059; el FLS= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.050; el FU= Ubre anterior con un valor de 0.170; el RH=Altura ubre posterior con un valor de 0.047; la RUW= Anchura ubre posterior con un valor de -0.086; la UC= Soporte de ubre con un valor de -0.160; la UD= Profundidad de ubre con un valor de -0.123; la FTP= Colocación de pezones anteriores con un valor de 0.162; la RTP= Colocación de pezones posteriores con un valor de 0.153 y la TL= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.125 son independientes el uno del otro con la PTAF.

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

LIV= Habitabilidad en relación con el PTAT= Habilidad predicha de transmisión tipo con un valor de -0.487 progresa en dirección opuesta; el UDC= Composición de ubre con un valor de 0.398 es independiente del LIV; la FLC= Composición de patas y pezuñas con un valor de -0.422 progresa en dirección opuesta; la BDI= Índice de composición de cuerpo con un valor de -0.379; la CL= Carácter lechero con un valor de -0.231; el ST= Estatura con un valor de -0.382; el DF= Temperamento lechero con un valor de -0.357; el SR= Fortaleza con

un valor de -0.181; el BD=Profundidad de cuerpo con un valor de -0.340; el RA= Angulo de anca con un valor de -0.087; elRW= Ancho de anca con un valor de 0.143 y el RLSV=Patas vista lateral con un valor de -0.239son independientes con el LIV; el RLRW =Pasta vista posterior con un valor de -0.528; la FA=Angulo de la pezuña con un valor de -0.619; el FLS= Puntuación de patas y pezuñas con un valorde -0.829; el FU= Ubre anterior con un valor de -0.485; el RH=Altura ubre posterior con un valorde -0.652 y la RUW= Anchura ubre posterior con un valor de -0.491 progresan en dirección opuesta; la UC= Soporte de ubre con un valor de 0.091; la UD= Profundidad de ubre con un valorde -0.978 son independientes del LIV; la FTP= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.430 progresa en dirección opuesta; la RTP= Colocación de pezones posteriores con un valorde -0.275 y la TL= Longitud de pezones anteriores con un valor de 0.196 son independientes delLIV.

Tabla 11. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características productivas y características de tipo lineal.

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

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

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

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

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

2.16.3. Características reproductivas y de tipo lineal

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

patas y pezuñas con un valor de -0.332 y la FU= Ubre anterior con un valor de -0.117 son independientes del DPR; la RH= Altura ubre posterior con un valor de -0.470; la RUW= Anchura ubre posterior con un valor de -0.478 progresan en dirección opuesta es decir es inverso; la UC= Soporte de ubre con un valor de - 0.139; la UD= Profundidad de ubre con un valor de -0.350; la FTP= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.176; la RTP= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.036 y la TL= Longitud de pezones anteriores con un valor 0.019 son independientes del DPR.

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

El HCR= Taza de concepción de las hijas en relación con el PTAT= Habilidad predicha de transmisión de tipo con un valor de -0.085; la UDC= Composición de ubre con un valor de 0.175; la FLC composición de patas y pesuñas con un valor de -0.186; la BDI= Índice de composición de cuerpo con un valor de 0.031 ; la CL= Carácter lechero con un valor de -0.263; la ST= Estatura con un valor de -0.089; la DF= Temperamento lechero con un valor de -0.294 la SR= Fortaleza con un valor de -0.041; la BD= Profundidad de cuerpo con un valor de -

0.239; la RA= Ángulo de anca con un valor de -0.075; la RW= Ancho de anca con un valor de -0.221; la RLCV= Patas vista lateral con un valor de -0.177; la RLRW= Patas vista posterior con un valor de -0.202; la FA= Ángulo de la pezuña con un valor de -0.215; la FLC= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.039; la FU= Ubre anterior con un valor de 0.185; la RH= Altura ubre posterior con un valor de -0.180; la RUW= Anchura ubre posterior con un valor de -0.210; la UC= Soportede ubre con un valor de -0.127; la UD= Profundidad de ubre con un valor de -0.002; la FTP= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.177; la RTP= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.234 y la TL= Longitud de pezones anteriores con un valor -0.089 son independientes del CCR.

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

El FI= Índice de fertilidad en relación con el PTAT= Habilidad predicha de transmisión de tipo con un valor de -0.449 progresa en dirección opuesta; la UDC= Composición de ubre con un valor de -0.108 es independiente del FI; la FLC composición de patas y pesuñas con un valor de -0.509 progresa en dirección opuesta; la BDI= Índice de composición de cuerpo con un valor de 0.371 es independiente del FI ; la CL= Carácter lechero con un valor de -0.620; la ST= Estatura con un valor de -0.548 y la DF= Temperamento lechero con un valor de -

0.569 progresan en dirección opuesta es decir es inversa; la SR= Fortaleza con un valor de -0.381 es independiente del FI; la BD= Profundidad de cuerpo con un valor de -0.592 progresa en dirección opuesta; la RA= Ángulo de anca con un valor de -0.180 es independiente del FI; la RW= Ancho de anca con un valor de -0.489 progresa en dirección opuesta ; la RLCV= Patas vista lateral con un valor de 0.057 es independiente del FI ; la RLRW= Patas vista posterior con un valor de -0.555; la FA= Ángulo de la pezuña con un valor de -0.605 y la FLC= Puntuación de patas y pezuñas con un valor de -0.406 progresan en dirección opuesta es decir es inverso ; la FU= Ubre anterior con un valor de -0.294 es independiente del FI; la RH= Altura ubre posterior con un valor de -0.645 y la RUW= Anchura ubre posterior con un valor de -0.597 progresan en dirección opuesta; la UC= Soporte de ubre con un valor de 0.006 es independiente del FI; la UD= Profundidad de ubre con un valor de -0.413 progresan en dirección opuesta; la FTP= Colocación de pezones anteriores con un valor de -0.108; la RTP= Colocación de pezones posteriores con un valor de -0.137 y la TL= Longitud de pezones anteriores con un valor -0.012 son independientes del FI.

Tabla 12. Coeficientes de correlación de Pearson, para las características reproductivas y de tipo lineal

	PTAT	UDC	FLC	BDI	CL	ST	DF	SR	BD	RA	RW	RLSV	RLRW	FA	FLS	FU	RH	RUW	UC	UD	FTP	RTP	TL
					-																		
DPR	-0,359	0,030	-0,438	0,050	0,618	-0,477	-0,519	-0,498	-0,549	-0,181	-0,440	0,024	-0,493	-0,547	-0,332	-0,117	-0,470	-0,478	-0,139	-0,350	-0,176	-0,036	0,019
					-																		
-CCR	-0,333	0,021	-0,512	-0,385	0,500	-0,502	-0,582	-0,350	-0,596	-0,266	-0,385	-0,072	-0,548	-0,562	-0,339	-0,082	-0,524	-0,550	-0,132	-0,380	-0,185	-0,043	-0,051
					-																		
HCR	-0,085	0,175	-0,186	0,031	0,263	-0,089	-0,294	-0,041	-0,239	-0,075	-0,221	-0,177	-0,202	-0,215	-0,039	0,185	-0,180	-0,210	-0,127	-0,002	-0,177	-0,234	-0,089
SCR	0,566	0,367	0,317	0,505	0,281	0,326	0,285	0,163	0,333	0,397	0,207	0,159	0,319	0,369	0,296	0,409	0,477	0,367	-0,189	0,325	-0,024	-0,175	0,102
					-																		
FI	-0,449	-0,108	-0,509	-0,371	0,620	-0,548	-0,569	-0,381	-0,592	-0,180	-0,489	0,057	-0,555	-0,605	-0,406	-0,294	-0,645	-0,597	0,006	-0,413	-0,108	0,137	-0,012

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

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

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

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

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

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

Esto confirma que las características reproductivas y de salud de la ubre son poco heredables, lo que conlleva a que el progreso genético para estas características sea bajo y que por lo tanto deben establecerse prácticas ganaderas que garanticen un buen manejo ambiental en los hatos

lecheros para mejorar la eficiencia reproductiva y la salud de la ubre. Contrario a los resultados anteriores, las características PL, PP y PG presentaron heredabilidades más altas. Para PL las heredabilidades fueron: 0,24 para Holstein y 0,34 para Jersey. Estos valores fueron similares a los obtenidos por varios autores, que reportan resultados que oscilan entre 0,20 y 0,40 (Makgahlela et al., 2007; Abe et al. 2009); Corrales et al., 2011; Zink et al., 2012). Para PP y PG, las heredabilidades obtenidas fueron medias con valores de 0,29 y 0,35 para Holstein y 0,28 y 0,22 para Jersey.

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

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

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

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

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

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

Para NSC y PP, las correlaciones genéticas obtenidas en este estudio para Holstein y Jersey

fueron bajas (-0,12 y -0,27), igualmente para NSC y PG que fueron (0,07 y 0,27) respectivamente. Hermas et al. (1987) y Raheja et al. (1989) determinaron correlaciones genéticas entre NSC y PG cercanas a cero con valores que oscilan entre 0,01 y 0,11. Estos resultados sugieren que las características de calidad composicional de la leche han sido recientemente incorporadas en programas de mejoramiento genético y por tanto no presentan un fuerte antagonismo con características de fertilidad.

Tabla 13. Cálculo de la heredabilidad SCR

PADRES	HIJAS	N.º HIJAS	OBSERVACIONES O REPETIBILIDAD
3,8	0,7	916	76%
3,5	2,7	4183	90%
3,6	-0,8	12515	95%
2,9	-1,5	4280	96%
2,9	-0,8	11419	88%

CAPÍTULO III

3.1. Importancia de la producción - reproducción y tipo de los toros Jersey en Ecuador.

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, optimizarla 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.

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

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; para lo cual se estudia las correlaciones entre PTA (habilidad de transmisión predicha) de los toros Jersey con evaluación genética disponibles en Ecuador: Producción - Reproducción – Tipo, para que se evalúen parámetros productivos y reproductivos de los toros Jersey disponibles en Ecuador, así como 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.

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



Ilustración 37. Ganado Jersey. 7JE356SAMBO

Fuente: Select sires (2023)

3.2. 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.

(Sánchez, 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 oscura. El color más común es el café con oscurecimiento en el cuello, cabeza y ancas. Ocasionalmente se encuentran ejemplares con manchas blancas bien definidas. El tamaño de los animales al nacer es pequeño. Pesan en promedio de 20 a 25 Kg. 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.

(Sánchez, 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 las hembras 500 Kg. Producciones reportadas de 3500 Kg. Con 6% de grasa.



Ilustración 38. Ganado Jersey. 7je1038 Valentino

Fuente: Select Sires (2023)

3.2.1. Ajuste Joven (a los 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.

3.2.2. 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 tiende 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.

3.3. 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.



Ilustración 39. Toro Jersey. 14JE725 Casino

Fuente: Select Sires (2023)

3.4. 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. (Martínez, 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.

(Martínez, 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.



Ilustración 40. Ganado Jersey. 7Je1294 Barnabas

Fuente: Select Sires (2023)

3.5. 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. 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 14. Heredabilidad de algunas características en ganadolechero

CARACTERÍSTICA	HEREDABILIDAD %
Producción	
Leche	25
Grasa	25
Sólidos no grasos	21
% de grasa	57
Proteína	25
% sólidos no grasos	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 si 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.

3.6. 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 estas 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 este carácter es de 0,53, este valor nos garantiza el comportamiento futuro del animal, en base a estos 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 15. Repetibilidad de algunas características en ganadolechero

CARACTERÍSTICA	REPETIBILIDAD %
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

Fuente: Ochoa, P. (2008)

3.7. 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:

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

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

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



Ilustración 41. Ganado Jersey 7JE1088 Chilli Action Colton-et

Fuente: Select Sires (2023)

(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.

3.7.2. Relación entre producción de leche y clasificación lineal

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

(Corrales, 2012), mencionan que diferentes estudios han mostrado la existencia de correlaciones genéticas 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 una 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 tiene 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.



Ilustración 42. Ganado Jersey. 0200JE00384 Guimo Joel

Fuente: Semex (2023)

Tabla 16. Correlaciones genéticas entre producción de leche (kg) y varias características fenotípicas

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

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

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

3.7.3. 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:

$$M\text{PHP} = \bar{X} + R(X_{\text{vaca}} - \bar{X})R = nr/1 + (n - 1)r$$

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.

3.8. 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 ω) del individuo, relativo a la media de la población. (Telo, 2002), el valor genético de un animal se expresa como una diferencia relativa a la media de la población y depende de las frecuencias génicas y por lo tanto de la población donde la comparación es realizada.

Naturalmente, el individuo posee un valor genético para cada carácter que deseamos considerar, independientemente que el carácter sea o no medido en el animal. Siendo que el valor genético real de un animal nunca llega a ser conocido, pero es estimado con mayor o menor precisión de acuerdo a la información disponible. (Mendoza, 2005), indica que el cálculo de valores genéticos en los animales se basa en las siguientes suposiciones: Los valores fenotípicos empleados en la evaluación, son una muestra al azar de la población. El medio ambiente actúa en forma aleatoria sobre la población en la que se evalúan las comparaciones. La primera fase dentro del mejoramiento genético es identificar el valor

genético de cada animal para el carácter o caracteres que se desean mejora, para determinar dicho valor es necesario tener una o varias fuentes de información, como son registros del individuo, de sus progenitores, de sus parientes colaterales, o de su descendencia, en el caso de animales jóvenes, la genealogía es la fuente más importante, por lo que en toda explotación es necesario llevar a cabo registros adecuados de producción.

Se define como valor genético al valor de un individuo juzgado por el valor medio de su progenie, señalando que esto debe de considerara 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:

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

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 hatos= Media del hatos 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.



Ilustración 43. Toro Jersey. 076JE00156 Tequila

Fuente: STgenetics (2023)

3.8.1. 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 *standard* 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.

3.9. 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.



Ilustración 44. Ganado Jersey. 7 JE 590 ACTION

Fuente: Select Sires (2023)

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.

Tabla 17. Evaluación lineal del ganado lechero

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
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).
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
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
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.
Ángulo de pezuñas	(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°
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.
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.
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).
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.
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 cm. o más). Un puntaje de 7 se asigna a una ubre posterior con 20 cm. de ancho. Un puntaje de 5 a una ubre posterior que tiene 15 cm. de ancho y un puntaje de 3 a una ubre posterior de 10 cm. de ancho.
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.
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.
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
Longitud de los pezones anteriores	(Jersey Association USA, 2007) (largos/cortos) es la longitud de los pezones delanteros de la baseal extremo del pezón. Un puntaje de 1 indica pezones cortos (0 cm.), 5 indica pezones intermedios(5 cm.) y 9 indica pezones largos (12 cm.)
Colocación de los pezones posterior	(Jersey Association USA, 2007) punto de referencia: posición de pezones posteriores respecto alcentro 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)
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.

3.10. 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.

3.10.1. 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.

3.10.2. 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 prole. 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 (Standardized 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.

3.10.3. 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 Transmisión de Grasa): Este índice representa la cantidad de libras de grasa en promedio, las hijas de determinado toro producen 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.



Ilustración 45. Toro Jersey. 7je5004river valley cece chrome-et

Fuente: Select sires (2023)

3.10.4. 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 simultánea 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.

3.11. 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.

3.11.1. 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 genéticos 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. (Marin, 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 18. 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

3.12. Caso práctico

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, en una población de estudio fue toda la base de datos de toros Jersey disponibles en EEUU que son comercializados en el Ecuador, considerando la unidad de análisis en cada toro con sus correspondientes características; de la población de toros Jersey registrados en EEUU, fueron seleccionados los animales comercializados en Ecuador, corresponde a 25 toros Jersey comercializados en Ecuador, para lo cual se usaron técnicas de recolección de datos primarios y secundarios como registros de la Aso Jersey Ecuador (Ranking), interpretación de los índices de los diferentes toros en el Green Book Jersey, las observaciones para determinar la presencia o ausencia de correlaciones genéticas entre los parámetros de tipo – productivos - reproductivos

3.13. Coeficientes de correlación de Pearson

3.13.1. Características productivas y reproductivas

Las características de conformación son parte de los criterios o índices de selección recomendado 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 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 trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa, es decir no presentan correlación genética.

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 trasmisión de leche; PTAP=Habilidad predicha de trasmisión de proteína; PTAF=Habilidad predicha de trasmisión de grasa, es decir no presentan correlación genética.

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 trasmisión de leche; PTAF=Habilidad

predicha de transmisión de grasa; LIV=Habitabilidad, es decir no presentan correlación genética.

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

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

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.

Tabla 19. 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%
	1,3	

Tabla 20. 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 21. 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-MuñozM 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 $1,04758\text{kg}^2$ hasta $0,15803\text{kg}^2$, 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 $1,074\text{kg}^2$ a $0,948\text{kg}^2$,

respectivamente, mientras el menor valor fue observado en la mitad de la lactancia 0,791 kg².

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.

3.13.2. Características productivas y características de tipo lineal

Las correlaciones para las características productivas y características de tipo lineal, se puede observar, PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo 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 22. 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)
PTAM	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
PTAP	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
PTAF	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
PL	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
LIV	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.

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.

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.

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.

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.

RL=Patras 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.

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 presentan 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 tiene 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, las correlaciones genéticas entre producción

de leche (kg) y varias características fenotípicas.

3.13.3. Correlación de Pearson, para las características lineales y reproductivas.

PTAT=Habilidad predicha de trasmisión 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.

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.

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=Tazade concepción de las hijas.

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 porconcepción 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 serviciospor concepción, y de días abiertos con tasa de gestación, fueron moderados.

Tabla 23. 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)
DPR	-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
CCR	-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
HCR	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
SCR	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			0,534	0,188

PTAT=Habilidad predicha de transmisión de tipo; JUI=Índice ubre jersey; ST=Estatura; SR=Fortaleza; DF=Temperamento lechero; RA=Ángulo de anca; RW=Ancho de anca; RL=Patas traseras; FA=Ángulo 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; 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, 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 SuizoPardo que requieren menos días para ser inseminadas y/o gestadas conduciría a una disminución del intervalo entre partos.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Abe, H.; Masuda, Y. and Susuki, M. (2009). *Relationship between reproductive traits of heifers and cows and yield traits for Holsteins in Japan*. J Dairy Sci, 92: 4055-4062.
- Almeida, F. (2018). Estudio de las correlaciones entre producción-reproducción y tipo de los toros Jersey en Ecuador. ESPOCH. Ecuador.
- 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). *caracterización fenotípica y genotípica de las poblaciones de bovinos lecheros*. Loja
- Asociación Brown Swiss Usa. 2009. Pleasant Street, Beloit, Wisconsin. Usa. info@brownswissusa.com
- Asociación Holstein Friesian del Ecuador (1992). *Manual Práctico de control Lechero*. Quito, Ecuador.
- Bagnato P. (1994) Evaluación fenotípica de los rasgos de fertilidad y su asociación con la producción de leche de ganado Friesian italianos. Journal of Dairy Science 77: 874-882.
- Batista, P. (2011). *Parametros zootecnicos: heredabilidad y repetibilidad* .
- BECKER, W.A (1984): Manual of Quantitative Genetics. Publishery by Academic Enterprises. USA.
- Benavides, O. e. (2003). *Factores de ajuste para producción de leche en bovinos* . Colombia.
- Bernal Y, Cantet R (2012). Efecto de caracteres de tipo en la vida productiva de vacas normando colombiano. Departamento de producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina. ylbernal@agro.uba.ar.
- Bertoni, C. “Selección genética de toros y su impacto en la producción lechera”. AG link Genetics Mexico, S.A. de C.V (en línea), 2014. [Consulta: 11 de noviembre 2019]. Disponible en: <https://engormix.com-articulos>.
- Berry DP, Buckley F, Dillon P, Evans RD, Veerkamp RF (2004). Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows. Ir J Agr Food Res 2004; 43: 161-176. 3.

- Brown Swiss Cattle Breeders' Association of the U.S.A. 2019. Pleasant Street, Beloit, Wisconsin, Usa. info@brownswissusa.com
- Bulmer, M. G. (1980), *The Mathematical Theory of Quantitative Genetics*, Oxford: Oxford University Press.
- Buxadera, A. (2017). *Variación mensual de la producción de leche en mestizos Holstein, Pardo Suizo y Jersey de la zona alta de Mérida, Venezuela*. *Zootecnia Trop.*, 34 (2): 107-118. 2016.
- Calle, C. (2007). *Pautas actuales de mejoramiento genético de cría Tesis de grado*. Cuenca.
- Camargo, O. (2012). *La vaca lechera: Entre la eficiencia económica y la ineficiencia biológica*. *Arch Zootec*, 61: 13-29.
- Campos VR, Cobuci AJ, Kern LE, Costa NC y McManus MC (2015). Parámetros genéticos para los rasgos lineales de tipo y la leche, grasa y proteína en la producción de las vacas Holsteins en Brasil. *Journal of Animal Science* 28 (4): 476-484.
- Carvajal, A.M. & Kerr, B. (2015). Factores genéticos que influyen la composición de la leche bovina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue. Recuperado de <http://bit.ly/2uLh8Qz>
- Castillo-Juárez, H.; Oltenacu, P.A.; Blake, R.W.; McCulloch, C.E. and Cienfuegos-Rivas, E.G. (2000). *Effect of herd environment on the genetic and phenotypic relationships among milk yield, conception rate and SCS in Holstein cattle*. *J Dairy Sci*, 83: 807-814.
- Castro, A. (2012). *ganadería de leche. Enfoque empresarial, San Jose*. Costa Rica.
- Collard BL, PJ Boettcher, JCM Dekkers, y Schaeffer Petitclerc D LR (2000). Relaciones entre el balance de energía y rasgos de salud de las vacas lecheras en lactación temprana. *Journal of Dairy Science* 83: 2683-2690.
- Contextoganadero. (2015). *Razas lecheras y sus valores en calidad y cantidad*. Obtenido de <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/5-razas-lecheras-y-sus-valores-en-calidad-y-cantidad>
- Corrales, A. J. (2012). *Parametros geneticos de características de tipo y producción lechera*. Cordova. Argentina.
- Corrales, J.; Cerón-Muñoz, M.; Cañas, J.; Herrera, C. y Calvo, S. (2011). *Parámetros genéticos de características de tipo y producción en ganado Holstein del Departamento de Antioquia*. *RevMVZ. Córdoba*, 17: 2870-2877.

- Cucco DC, Pilonetto F, Calgaro J, (2017). Estudio de las correlaciones entre PTA (capacidad de trasmisión proporcionado) de los toros Holstein con evaluación genética disponibles en Brasil: características de producción, reproducción y conformación. Universidad Santa catarina . Brasil.
- Dairy Herds Improvement Association Records. 2002; URL: <http://www.cdhia.org/links/national.html>.
- De Franciscis G and Di Palo R 199 Buffalo milk production. In: World buffalo congress, 4., 1994, São Paulo. Proceedings. Volume1, p.137-146.
- DeGroot BJ, Keown JF, LDV y Vleck Marotz EL (2002) Los parámetros genéticos y respuestas de tipo lineal, rasgos de producción, y las células somáticas a la puntuación selección divergente se prevé transmitiendo la capacidad para el tipo de raza Holstein. Journal of Dairy Science 85: 1578-1585.
- Dekkers, J. (1994). *Relationship between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters*. J Dairy Sci;(77):844-849.
- Delgado, M. (2001). "Caracterización de los ovinos criollos y mestizos en las comunidades de Santa Lucia y el Cortijo". Tesis de grado. FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 118, 125, 134, 141.
- Ducrocq V. 1994. Statistical analysis of length of productive life for dairy cows of the Normande breed. J. Dairy Sci. 77: 855-866
- Duarte J, Tonhati H, Ceron-Muñoz M, Seno L, Lima L, Chabariberi L, Oliveira J and Reichert R 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 2004. Argentina.
- Dutt, G. (1988). *A genetic study of milk yield in Nili-ravi buffaloes*. Indian Veterinary Journal, Volume 65, Number 6, p.512-515.
- Echeverry, et al. (2013). *Asociación de tres SNPS con algunas características productivas y de calidad de la leche en hatos Holstein en Antioquia, Colombia*. Revista EIA, vol. 10, núm. 20, julio-diciembre, 2013, pp. 63-72.
- El Faro. (2002). *Estimação 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.

- Esteves CMA, Bergman GAJ, Durães CM, CN y Costa Silva MH (2004). Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre los caracteres de tipo y producción de leche en vacas Holstein. Archivos Brasileña de Medicina Veterinaria y Zootecnia 56 (4): 529-535.
- Falconer, D.S. y T.F.C. Mackay (1996): Introduction to quantitative genetics. Logman, England, 464 pp.
- Falconer, D.S. y Mackay, T.F. (2001). *Introducción a la genética cuantitativa*. 4ª. ed. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Ferreira, O. e. (2010). *El control lechero bovino en Chile y su importancia del mejoramiento genético*. Santiago de Chile .
- Fritz S, Capitan A Djari A, Rodríguez SC, Barbat A, Baur A Grohs C, Weiss B, D Boussaha D. ESQUERRE Klopp C, D y Rock D 2013 Boichard La detección de haplotipos asociados con la muerte prenatal en el ganado lechero y identificación de mutaciones deletéreas en GART, SLC37A2 y SHBG. Plos One 8 (6): e65550.
- Gadini, C. (1997). *Correlações entre produções no dia do controles e em 305 dias de lactação de vacas da raça Holandesa*. Anais 34ª Reunião Anual da SBZ. Juiz de Fora, p.44-46.
- Galvis. R Munera, E. y. (2005). *Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción*. . Colombia
- García F. Nutrición y fertilidad de la vaca lechera. Monografía. Facultad de Veterinaria, Universidad de Buenos Aires, Buenos aires, 2003; URL: www.nutrihelpanimal.ar
- Gasque, R. Enciclopedia Bovina, 1ra edición, 2008. D.R Universidad Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México 04510, DF. ISBN 978-970-32-4359-4.
- Galvis. R Munera, E. y. (2005). *Relacion entre el merito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción*. . Colombia.
- Ghiasi, H.; Pakdel, A.; Nejati-Javaremi, A.; Mehrabani-Yeganeh, H.; Honarvar, M.; González- Recio, O.; Carabaño, M.J. and Alenda, R. (2011). *Genetic variance components for female fertility in Iranian Holstein cows*. Livest Sci, 139: 277-280.
- Gianola, D. y Fernando, R. (1986). *Bayesian Methods in Animal Breeding Theory*. Journal of Animal Science, 63, 217-244.
- Gogoi, P. (1985). *Genetic analysis of milk yield in Murrah buffaloes*. Indian

Veterinary Journal, Volume 62, Number 11, p.970-975.

- Goldberger, A. (1992). *Best Linear Unbiased Prediction in the Generalized Linear Regression Model*. Journal of the American Statistical Association, 57, 369-375.
- Hansen LB. (2000). Consecuencias de la selección para producción de leche desde el punto de vista de la genética. Journal of Dairy Science 83: 1145-1150.
- 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. e. (2011). *Parametros geneticos en rasgos de la produccion lechera y longevidad de vacas*. Cuba.
- Hernandez, V. M. (2013). *Principales Razas Productoras De Leche*. Obtenido de <http://http-produccionlecherarazas.blogspot.com/2013/12/principalesrazas-de-bovinos-productores.html>
- Hermas, S.A.; Young, C.W. and Rust, J.W. (1987). *Genetic relationships and additive genetic variation of productive and reproductive traits in Guernsey dairy cattle*. J Dairy Sci, 70:1252-1257.
- 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.
- 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.
- Jagusiak, W. (2006). *Fertility measure in Polish Black-and-White cattle. Phenotypic and genetic correlations between fertility measures and milk productions traits*. 371-380.
- Jairath, L. (1995). *Correlations between first lactation and lifetime performance traits of Canadian Holsteins*. J. Dairy Sci. 78: 438-448.
- 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.
- Jamrozik, J.; Fatehi, J.; Kistemaker, G.J. and Schaeffer, L.R. (2005). *Estimates of genetic parameters for Canadian Holstein female reproduction traits*. J Dairy Sci, 88: 2199-2208.
- Kadarmideen, H.N.; Thompson, R.; Coffey, M.P. and Kossaibati, M.A. (2003). *Genetic parameters*.
- Londoño AP, Parra S. Heredabilidad y correlaciones entre producción de leche y algunas características reproductivas en un hato lechero. Trabajo de Grado de Zootecnia, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1990, 97p.
- Lopez - Villalobos, N., Garrick, D.J., Holmes, C.W., Blair, H.T. and Spelman, R.J. (2000) J. Dairy Sci. 83 : 164.

- Lucy M 2007 de la fertilidad en vacas lecheras de alta producción: Las razones de la decadencia y estrategias correctivas para la mejora sostenible. Sociedad para la reproducción y Fertility 64: 237-54.
- Lush, J. (1931). *The Number of Daughters Necessary to Prove a Sire*. Journal of Dairy Science, 14, 209-220.
- Makgahlela, M.L.; Banga, C.B.; Norris, D.; Dzama, K. and N'gambi, J.W. (2007). Genetic correlations between female fertility and production traits in south African Holstein Cattle. S Afr J Anim Sci, 37: 180-187.
- Martínez, M. y. (2003). Principios de la genética mendeliana Universidad Michoacana. México. M'Hamdi, N.; Aloulou, R.; Brar, S.K.; Bouallegue, M. and Ben Hamouda, M. 2010. Phenotypic and genetic parameters of reproductive traits in Tunisian Holstein Cows. Biotech Anim Husband, 26: 297-307.
- 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). *Evaluación técnica y económica de la producción animal*. Perú.
- Meuwissen, T. (2001). *Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps*. Genetics 157:1819–1829.
- McClure TJ. Nutritional and metabolic infertility in the cow. United Kingdom: CAB International; 1994.
- Moro, J. y. (1998). *Mejoramiento genético de características*. Colombia .
- Mrode, R. and Thompson R. (2005). *Linear models for the prediction of animal breeding values*. 2nd ed. CAB Publishing. Oxford, UK.
- Nebel RL, McGilliard. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. J. Dairy Sci 1993; 76: 3257-3268.
- Ochoa, P. (2008). *Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche*. Departamento de genética y Bioestadística. Chihuahua .
- Olori VE, Meuwissen TH, Veerkamp RF. Calving interval and survival breeding values as measure of cow fertility in a pasture-based production system with seasonal calving. J Dairy Sci 2002; 85:689-696.
- Pallete, A. (2001). *Evaluación y selección de toros lecheros en Perú*. Lima .
- Pino, T., G. Martínez, R. Galíndez, M. Castejón y A. Tovar. (2009). Efecto del grupo racial y algunos factores no genéticos sobre la producción de leche e intervalo entre partos en vacas doble propósito. Rev. Fac. Cs. Vets. UCV, 50 (2)93-104.

- Pryce, J.E.; Coffey, M.P.; Brotherstone, S.H. and Woolliams, J.A. (2002). Genetic relationships between calving interval and body conditions score conditional on milk yield. *J Dairy Sci*, 85: 1590-1595.
- Pryce JE, Coffey y MP, Simm (G 200). La relación entre la condición corporal y el rendimiento reproductivo. *Journal of Dairy Science* 84: 1508-1515.
- Raheja, K.L.; Burnside, E.B. and Schaeffer, L.R. (1989). *Relationships between fertility and production in Holstein dairy cattle in different lactations*. *J Dairy Sci*, 72: 2670-2678.
- Ríos-Utrera, A., R. Calderón-Robles, J. Reyes, V. Galavíz-Rodríguez, E. Vega-Murillo y J. Lagunes-Lagunes. (2015). *Correlaciones genéticas entre días abiertos con producción de leche y peso metabólico en vacas Holstein y Pardo Suiza*. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXV, N° 1, 51 – 56*.
- Rodríguez-Neira, J.D., Correa-Londoño, G.A. y Echeverri-Zuluaga, J.J. (2013). *Prediction Models for Total Milk yield and Fat Percentage Using Partial Samples*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*, 66(1), pp. 6909-6917.
- Roff, D.A and T.A.MOUSSEAU (1987): Quantitative genetics and fitness: lessons from *Drosophila*. *Heredity* 58:103-118.
- 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.
- Ruiz, E. (2013). *Mejoramiento genético en ganado de carne para el trópico*. Guía técnica-Agrocampo, Perú. Recuperado de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-c-ganado.pdf>
- Samoré AB, Rizzi R, Rossoni A, Bagnato A. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. *Ital J Anim Sci* 2010; 9:145-152.
- Sanchez, J. (2006). *La herencia genética*.
- Sbardella, M. and Gaya, L.G. (2010). *Unfavourable side implications of animal breeding in livestock species*. *Arch Zootec*, 59: 157-168.
- Schaeffer, L. R. (2004). *Application of random regression models in animal breeding*. *Livestock Production Science* 86:35-45.
- Schaeffer, L. (2006). *Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle*. *Journal of animal Breeding and genetics* 123 (4):218-223.

- Serrano J. (2009). *Evaluación lineal del ganado lechero*. Disponible en <http://jairoserano.com/?p=669>.
- Sewalem, A.; Kistemaker, G.J. and Miglior, F. (2010). *Relationship between female fertility and production traits in Canadian Holstein*. J Dairy Sci, 93: 4427-4434.
- Short TH, L. (1992) *Genetic parameters of conformation traits, milk yield and herd life in Holstein*. J. Dairy Sci. 75: 1987-1998.
- Silva BGVM, Bergmann JAG, Martínez ML, Pereira CS, JBS Ferraz Silva y HCM (1998). Evaluación genética, fenotípica y las medidas ambientales de la eficiencia reproductiva y la producción de leche en la carrera holandesa. Journal of Animal Science 27 (6): 1115-1122.
- Rennó FP, Araujo VC, Pereira CJ, Freitas SM, AR Torres, Rennó NL, Azevedo AG y Kaiser AF (2003). Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre los caracteres de tipo y producción de leche en el ganado vacuno de la raza pardo suizo en Brasil. Journal of Animal Science 32 (6): 1419-1430.
- Restrepo JJ. Factores de variación que afectan algunas características reproductivas de un hato lechero. Trabajo de Grado de Zootecnia, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1991, 78p.
- 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 genético animal. Guía 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.
- Toghiani, S. (2012). *Genetic relationships between production traits and reproductive performance in Holstein dairy cows*. Arch Tierz, 55: 458-468.
- Tonhati, M. (2002). *Milk production and quality and buffalo genetic breeding in the state of Sao Paulo, Brazil*. In: the 1 St Buffalo symposium of Americas. September, Belen do Para. Brasil. Proceedings..2002 p 267 - 280
- Trujillo, V. (1994). *Estimación de valores genéticos en ganado lechero en establo*. Mexico.

- Uribe, H. (s.f.). *Mejoramiento Genético de Ganado de Leche*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín Inia N°148.
- VanRaden, P.M.; Sanders, A.H.; Tooker, M.E.; Miller, R.H.; Norman, H.D.; Kuhn, M.T. and Wiggans, G.R. (2004). *Development of a national genetic evaluation for cow fertility*. J Dairy Sci, 87: 2285-2292.
- Vargas, B. (2013). *Mejoramiento genético: herramienta para incrementar la productividad del hato lechero*.
- Vollema, A. (1996) *Genetic parameters of longevity traits of an upgrading population of dairycattle*. J. Dairy Sci. 79: 2261-2267.
- Veerkamp, R.F.; Koenen, E.P.C. and De Jong, G. (2001). *Genetic correlations among body conditionscore, yield, and fertility in first-parity cows estimated by random regression models*. JDairy Sci, 84: 2327-2335.
- Wall, E.; Brotherstone, S.; Woolliams, J.A.; Banos, G. and Coffey, M.P. (2003). *Genetic evaluation of fertility using direct and correlated traits*. J Dairy Sci, 86: 4093-4102.
- Walsh, S.W.; Williams, E.J. and Evans, A.C.O. (2011). *A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows*. Anim Reprod Sci, 123: 127-138.
- Weigel KA (2006). *Perspectivas de mejorar el rendimiento reproductivo a través de la selección genética*. Reproducción Animal Ciencia 96: 323-330.
- Wendorff, B.; Paulus, K (2011). *Impact of breed on the cheesemaking potential of milk; volume vs content- Dairy Pipeline*. Wisconsin Center for Dairy Research. Volume 23 Number 1, 2011
- Wiggans, G.R.; Van Raden, P.M.; Cooper, T.A. (2011). *The genomic evaluation system in the United States: Past, present, future*. J. Dairy Sci. 94 (6):3202–3211.
- Wiggans GR, Gengier N, Wright JR. *Type trait (Co)Variance components for five dairy breeds*. J Dairy Sci 2004; 87:2324-2330.
- Worldholsteinfriesianfederation. (2005). Obtenido de http://whff.info/documentation/documents/typetraits/type_esp_2005-2.pdf
- Yang, L. (2009). *Phenotypic relationships between milk protein percentage, reproductive performance and body condition score in Irish dairy cattle*. Thesis MSc. Massey University. Palmerston North. New Zelanda.

- Zambianchi AR, Freitas MA, Pereira CS. Efeitos Genéticos e de ambiente sobre produção de leite e intervalo dos partos em rebanhos leiteros monitorados por sistema de informação. *Revista brasileira de zootecnia* 1999; 28:1263-1267.
- Zambrano, R., H. Santos, R. Contreras, A. Moreno y Z. Chirinos. (2013). *Características productivas de un rebaño mestizo bovino doble propósito comercial en Venezuela*. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 3:15-19.
- Zambrano, J.C. (2014). *Parámetros genéticos para caracteres productivos y reproductivos en Holstein y Jersey colombiano*. *Arch. Zootec.* 63 (243): 495-506. 2014. Colombia.
- Zink, V.; Lassen, J. and Štípková, M. (2012). *Genetic parameters for female fertility and milk production traits in first-parity Czech Holstein cows*. *Czech J Anim Sci*, 57: 108-114.



CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN, REPRODUCCIÓN Y TIPO EN TOROS DE LAS RAZAS BROWN SWISS, HOLSTEIN Y JERSEY se publicó en el mes de mayo de 2023.

InvestiGo

ISBN: 978-9942-44-486-8

**Editorial InvestiGo
Riobamba – Ecuador
Cel: +593 97 911 9620
investigoeditorial@gmail.com**

FABIÁN AUGUSTO ALMEIDA LÓPEZ. Ingeniero Zootecnista Magister en Reproducción Animal mención en Reproducción Bovina. Administrador de Haciendas productoras de leche. Gerente técnico línea ganadera Balanceados Balanfarina SA. Gerente de HENOMAQ, SA empresa de maquinaria agrícola, Asesor pecuario Centro Agrícola de Riobamba. Coordinador de salud pecuaria de Bolívar (SESA) AGROCALIDAD. Distribuidor de Select Sires SA para Chimborazo, Bolívar y Tungurahua. Docente catedra Juzgamiento ganadero, equinos y otras Facultad de Ciencias Pecuarias - ESPOCH. Evaluador de ganado para Select Sires en diferentes haciendas de Chimborazo y Bolívar. Jefe de jueces de patio en feria de Macají concurso ganadero. Juez de ganado lechero en diferentes ferias a nivel nacional.

PAULA ALEXANDRA TOALOMBO VARGAS. Ingeniera Zootecnista, Máster en Medicina, Sanidad y Mejora Animal; Doctora, Ph.D en Recursos Naturales y Gestión Animal, por la Universidad de Córdoba - España con nota máxima mención CUM LAUDE. Docente Titular Auxiliar 2 e investigadora de la ESPOCH; Coordinadora del Programa de Maestría en Reproducción Animal - ESPOCH. Coordinadora de la Red para la Conservación de la Biodiversidad para la Conservación de Animales Domésticos - Ecuador. Coordinadora de la Carrera de Zootecnia. Coordinadora de la Carrera de Medicina Veterinaria (actualmente).

DIEGO FABIÁN MALDONADO ARIAS. Ingeniero Zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Magister en Reproducción Animal Mención en Reproducción Bovina. AGROCALIDAD Supervisor de las Fases de Vacunación de la Fiebre Aftosa Chimborazo - Ecuador. Técnico Facilitador de Campo de la Dirección Provincial Agropecuaria Chimborazo. Docente de Genética Animal, juzgamiento Ganadero, Alimentación de Monogástricos y Producción de Bovinos de Leche de la Carrera de Zootecnia. Francisco de Orellana-Ecuador. Juez de la primera feria Ovina de la raza Corriedale y 4M Chimborazo -Ecuador. Juez de la Feria Ganadera Lechera del Cantón Guamote 2019-2020. Chimborazo-Ecuador.

CARLOS ANDRÉS MANCHENO HERRERA. Ingeniero Zootecnista, Magister en Reproducción Animal. Docente Investigador Facultad de Ciencias Pecuarias - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Asesor comercial "El Agro" (2015-2016) Responsable del Laboratorio de Reproducción Animal Facultad de Ciencias Pecuarias (ESPOCH) (2016-2020). Docente de la catedra de Reproducción Animal Facultad de Ciencias Pecuarias (ESPOCH) (2020/ Actualidad). Miembro fundador de la Sociedad Ecuatoriana de Tecnologías Embrionarias "SETE" (2020-Actualidad). Investigador de la Facultad de Ciencias Pecuarias (ESPOCH)(2017-Actualidad)

**Editorial InvestiGo
Riobamba – Ecuador
Cel: +593 97 911 9620
investigoeditorial@gmail.com**

CORRELACIONES ENTRE PRODUCCIÓN, REPRODUCCIÓN Y TIPO EN TOROS DE LAS RAZAS BROWN SWISS, HOLSTEIN Y JERSEY

Realizamos la invitación a los lectores a revisar el libro Correlaciones entre producción, reproducción y tipo en toros de las razas Brown Swiss, Holstein y Jersey por su contenido, la obra es un material bibliográfico relevante en temas relacionados a la ganadería de toros Jersey, Holstein y Brown Swiss abordando temas fundamentales como su producción, reproducción y tipo. Profundizando en cada una de sus tópicos. La obra ha sido realizada con el objetivo de despertar el mayor interés posible en las personas afines al medio técnico y experto, aportando al complemento para su formación profesional.

INVESTIGO

ISBN: 978-9942-44-486-8

**Editorial InvestiGo
Riobamba – Ecuador
Cel: +593 97 911 9620
investigoeditorial@gmail.com**