

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**INDICADORES LACTACIONALES, MORFOFUNCIONALES, GENÉTICOS
Y PRODUCTIVOS DEL POTENCIAL GENÉTICO SEGÚN LAS PRUEBAS
DE PROGENIES OFICIALES EN TOROS HOLSTEIN, PARDO SUIZO Y
JERSEY UTILIZADOS EN LA CUENCA LECHERA DE BUGABA Y LAS
TIERRAS ALTAS DE CHIRIQUÍ**

GERARDO PEÑA MIRANDA

2-727-1685

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2019

INDICADORES LACTACIONALES, MORFOFUNCIONALES, GENÉTICOS Y PRODUCTIVOS DEL POTENCIAL GENÉTICO SEGÚN LAS PRUEBAS DE PROGENIES OFICIALES EN TOROS HOLSTEIN, PARDO SUIZO Y JERSEY UTILIZADOS EN LA CUENCA LECHERA DE BUGABA Y LAS TIERRAS ALTAS DE CHIRIQUI

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**SOMETIDA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
ZOOTECNISTA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. EDIL E. ARAÚZ S. M. Sc. _____

(DIRECTOR)

PROF. ING. PEDRO GUERRA M. Sc. _____

(COMITÉ)

PROF. ING. RUBEN D. RIOS M. Sc. _____

(COMITÉ)

DAVID, CHIRIQÚÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2019

AGRADECIMIENTO

“Lámpara es a mis pies tu palabra y lumbrera a mi camino” (Salmos119:105).

Mis primeras palabras van dirigidas a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres Elida J. Miranda de Peña y Gerardo. Peña Becerra quienes son mis progenitores y me trajeron a este mundo con la obra y gracias de Dios; además por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se han presentado. A mi hermana Janeth M. Peña M., quien ha sido mi compañera, amiga, consejera en todo momento desde que llego a mi vida.

Agradezco a Dios quien decidió poner en mi camino a la señora Isidra Sánchez C, quien a pesar de no ser familia, se convirtió en un pilar importante de mi vida, a ella doy gracias por apoyarme en todo momento como parte de la formación y superación personal; así también a mis familiares.

Agradezco al Profesor Edil E. Araúz S. por dirigirme en la estructuración y dirección de esta tesis, quien puso sus conocimientos y el empeño de la enseñanza; quien me ha brindado conocimientos que permanecerán en mi memoria y siempre estarán presentes; como buen consejero y amigo gracias por ser parte de mi formación universitaria.

Igualmente agradezco a los profesores Pedro Guerra y Rubén D. Ríos quienes me han brindado sus consejos y la orientación en esta investigación formando parte del Comité de la Tesis. Agradezco a los demás profesores de la Escuela de Ciencias Pecuarias y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá por brindarme todos los conocimientos a través de mi estancia como estudiante.

Agradezco a mis amigos Dalkys Rodríguez, Francisco Campos, Abner Valencia, Jeffrey, Anel Pérez Torres quienes siempre me han apoyado en los momentos más difíciles del diario vivir; así como también a todas las demás personas que estuvieron a mi lado apoyándome incondicionalmente con buenos consejos para seguir estudiando.

Gracias a todos ustedes, mi eterno agradecimiento.....

Gerardo. Peña Miranda.

DEDICATORIA

Dedico a DIOS y a mi familia quienes como guía estuvieron presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

Mil gracias a todos los que creyeron, creen y aún siguen aquí creyendo en mí a pesar de las adversidades.

A mis padres, mi hermana y personas que Dios ha puesto en mi camino; gracias por el apoyo incondicional, amor y confianza han permitido enseñarme el camino correcto y sobre todo por darme la fuerza necesaria para levantarme ante todas las pruebas y caídas, gracias a ustedes he logrado este éxito en mi vida.

Mil gracias a todos.....

Gerardo. Peña Miranda.

INDICADORES LACTACIONALES, MORFOFUNCIONALES, GENÉTICOS Y PRODUCTIVOS DEL POTENCIAL GENÉTICO SEGÚN LAS PRUEBAS DE PROGENIES OFICIALES EN TOROS HOLSTEIN, PARDO SUIZO Y JERSEY UTILIZADOS EN LA CUENCA LECHERA DE BUGABA Y LAS TIERRAS ALTAS DE CHIRIQUI

Gerardo Peña M.

Marzo, 2019

RESUMEN

Las pruebas de progenies oficiales de los Estados Unidos de cien reproductores de las razas lecheras Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados a través de la inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí fueron utilizadas para determinar el valor genético promedio esperado por raza en la ganadería lechera. Según los registros suministrados en las fincas. La base de datos se conformó utilizando los registros reproductivos relacionados con los reproductores utilizados en la inseminación artificial y los resultados de los exámenes reproductivos confirmando la efectividad de la inseminación artificial. Los toros de la raza Holstein ocuparon el 75%, los Pardo Suizo 15% y los Jersey 10% de acuerdo con los registros de los servicios acumulados entre el 2014 y el 2018 en las doce fincas lecheras incluidas en el estudio. El semen utilizado fue proveniente de Select Sires, CRI, ABS, Tristate Breeders y Semex. El 52% de los toros utilizados pertenecen a la compañía Select Sires código genérico 07; y en la raza Holstein 49.33%, Pardo Suizo 73.3% y en la Jersey 80%. El análisis univariado por raza indicó que la media de los indicadores genéticos según la Habilidad Predicha para Transmitir (PTA) en la raza Holstein fueron: Leche $+860.44 \pm 571.96$ lb; Proteína $+28.99 \pm 16.51$ lb; Grasa Láctea $+34.96 \pm 24.9$ lb; Mérito Neto $+415.85$ \$, Mérito de Queso $+424.25$ \$, Mérito Fluido $+399.51$ \$; TPI 2150 ± 241.09 ; Compuesto de ubre $+1.16 \pm 0.86$ y el compuesto de patas y pezuñas $+0.73 \pm 0.69$. Las correlaciones dentro de la raza Holstein más relevantes fueron: producción de leche y mérito fluido 0.55 ($P < .001$), producción de leche y el rendimiento de proteína 0.64 ($P < .0001$) y tipo y producción de leche 0.34 ($P < .0001$). El promedio del costo de la pajilla del semen Holstein resultó en \$ 11.02 ± 1.47 . En los toros de la raza Pardo Suizo; el promedio de la Habilidad predicha para transmitir leche fue 583.53 ± 478.88 lb, proteína 20.27 ± 14.36 lb y grasa 24.33 ± 18.75 lb/lactación. Los índices productivos según el mérito neto, de queso y fluido fueron 215 ± 106.13 \$, 215.40 ± 101.65 y 202.13 ± 108.58 \$ por lactación. En los índices de conformación de los toros de la raza Pardo Suizo, la habilidad predicha para transmitir el tipo fue 0.587 ± 0.51 ; el compuesto de ubre fue 0.64 ± 0.62 y el índice de patas y pezuñas $.03 \pm 0.36$. Esta raza presentó los menores índices compuestos para el sistema mamario y para las patas y pezuñas entre las razas consideradas. La producción de leche y los rendimientos de proteína y grasa presentaron una correlación de 0.83 ($P < .0001$) y 0.46 ($P < .08$); mientras que la producción de leche y el índice compuesto de ubre fue correlacionado negativamente ($-.351$; $P > .05$) y con el índice de patas y pezuñas

-0.083 ($P>.05$); y el precio por pajilla fue 12.58 ± 2.61 \$. Los toros de la raza Jersey promediaron una habilidad predicha para leche de $+1125.80 \pm 567.13$ lb, producción de proteína 31.40 ± 5.54 lb y grasa 37.50 ± 23.14 lb/lactación. Los índices de productividad según el mérito neto, de queso y fluido fueron 331.80 ± 135.88 \$, 326.30 ± 138.44 \$ y 314.7 ± 137.51 \$. El promedio del tipo fue 1.61 ± 0.40 ; resultando la raza con la mayor habilidad para transmitir leche y conformación lechera. El semen Jersey tuvo un costo promedio de 11.90 ± 2.46 \$/pajilla. La producción de leche estuvo correlacionada con el rendimiento de proteína y grasa en 0.66 ($P<.03$). La habilidad predicha para transmitir producción de leche fue diferente entre las razas ($P<.05$); pero no el contenido y rendimiento de proteína y grasa ($P>.05$). Según el índice de la producción de leche; la jersey ocupó el primer lugar; seguido de la raza Holstein y Pardo Suizo. En los índices de reproducción y salud en la raza Holstein; el puntaje para el conteo de células somáticas fue 2.85, el índice general de la mastitis 0.895 y la vida productiva 3.25. En reproducción, el índice de fertilidad de los toros Holstein fue 1.17 ± 1.84 , la dificultad de partos $6.76 \pm 1.18\%$ y la correlación entre la producción de leche y el índice de mastitis fue -0.319 ($P<.0005$) y entre producción y el índice de fertilidad -0.386 ($P<.0006$). La raza Pardo Suizo mostró el conteo de células somáticas de 2.89, vida productiva 1.21 y la tasa de preñez -0.55. Las correlación entre producción y vida productiva fue baja (0.10, $P>.73$), entre la tasa de preñez de las hijas y la vida productiva fue 0.79 ($P<.0004$) y entre el tipo y la producción de leche 0.045 ($P>.87$), destacándose una baja relación entre la conformación y la producción de leche de las progenies Pardo Suizo. En la raza Jersey, el puntaje del conteo de células somáticas fue 2.97, la vida productiva 2.9, la tasa de preñez para las hijas -1.99 ± 2.53 y la dificultad de parto $5.10 \pm 1.39\%$. La correlación entre el TPI y el mérito neto fue 0.986 ($P<.0001$) y entre la vida productiva y la producción de leche 0.506 ($P>.13$). Las cifras promedio de las pruebas de progenies indican con solidez que el potencial genético de los toros de la raza Jersey fueron superiores a la raza Holstein y Pardo Suizo; aunque las tres razas mostraron la potencialidad de efectuar aportes positivos genéticamente en la conformación, ubre, extremidades, producción de leche y rendimientos de proteína y grasa; por lo cual se proyecta un mejoramiento genético y productivo en las futuras vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en la Cuenca Lechera de Chiriquí; beneficiando el tipo funcional lechero con énfasis en la producción, forma lechera, salud, calidad láctea, reproducción y longevidad productiva; si garantizamos las condiciones ambientales y el manejo apropiado para la producción lechera tropical.

PALABRAS CLAVES: Potencial Genético, Progenie, Holstein, Pardo Suizo, Jersey, Forma Lechera, Habilidad Predicha de Transmisión, Producción de leche, Reproducción, Salud, Fincas Lecheras, Evaluación Lineal

Lactacional, morfofuncional, genetic and productive indicators of the genetic potential for Holstein, Brown Swiss and Jersey Bulls according to official progeny tests from USDA used in the Grade a Dairy Farms in Bugaba and the high lands of Chiriqui

Gerardo Peña M.

March, 2019

ABSTRACT

The official results from progeny tests performed with one hundred dairy bulls (Holstein, Brown Swiss and Jersey) in the United States of America; which have been used by artificial insemination across twelve dairy farms in Chiriqui Province during last five years were statistically evaluated to determine the average of genetic contribution by breed toward the dairy farms grade A. Main data was built up by checking the reproductive dairy records based on artificial insemination records and reproductive evaluation confirming the pregnancy in heifers and cows. The information regarding the dairy bulls were classified by breed (Holstein, Brown Swiss and Jersey). The statistical analysis included univariate procedures, correlation and the analysis of variance adjusted by sum of squares type III base on breeds using the SAS program; where the means and standard deviation were the main statistical descriptors. The proportion of semen by breed was in Holstein 75%, Brown Swiss 15% and Jersey 10% according to reproductive herd records accumulated from year 2014 to 2018 in twelve dairy farms according to validated and useful information. Semen was provided by Select Sires, CRI, ABS, Tristate Breeders and Semex. Select Sires (Coded as 07) was the company which provided 52%; representing in Holstein 49.33%, Brown Swiss 73.3% and Jersey 80%. The univariate analysis for the genetic indicators identified as Predicted Transmitted Ability (PTA) in 75 Holstein Bulls were for: milk production $+860.44 \pm 571.96$ pound; protein yield $+34.96 \pm 24.9$ pound; milk fat $+34.96$ pound; Net Merit $+415.85$ \$; Cheese Merit $+424.25$ \$, Fluid Merit $+399.51$; TPI 2150 ± 241.09 ; Udder Composite $+1.16 \pm 0.86$ and Feet and legs Composite $+0.73 \pm 0.69$. The most relevant correlations with the Holstein bulls were: milk yield and fluid merit 0.55 ($P < .0001$), milk yield and protein yield 0.64 ($P < .0001$) and milk yield and type 0.34 ($P < .0001$). A cost for a semen dose was 11.02 ± 1.47 \$. Brown Swiss Bulls averaged the following Predicted Transmitted Ability: Milk Yield $+583.53 \pm 478.88$ pound; protein 20.27 ± 14.36 and fat yield 24.33 ± 18.75 pound by lactation. Productive indexes were: net merit 215 ± 106.13 \$, cheese merit 215.40 ± 101.65 \$ and fluid merit 202.13 ± 108.58 \$ by lactation. Lineal traits and dairy functionality were: type $+0.587 \pm 0.51$; udder composite $+0.64 \pm 0.62$ and feet and legs $+0.03 \pm 0.36$. This breed showed the smallest lineal dairy traits as compared to Holstein and jersey bulls' progeny results. The correlations between milk yield and protein yield was 0.83 ($P < .0001$) and milk yield and milk fat 0.46 ($P < .08$). Others like milk yield and udder composite index was -0.351 ($P > .05$) and regarding feet and legs index -0.083 ($P > .05$). The semen dose in Brown Swiss bulls average 12.58 ± 2.61 \$. Jersey bulls

averaged the following predicted transmitted ability indicators: Milk yield $+1125.80 \pm 567.13$ pound, Protein yield 31.40 ± 5.54 pound and Milk fat 37.50 ± 23.14 pound/lactation. Productive indexes averaged net Merit 331.80 ± 135.88 \$, Cheese Merit 326.30 ± 138.44 \$ and fluid Merit 314.7 ± 137.51 \$. Besides, type averaged 1.61 ± 0.40 and these breed showed the highest genetic contribution for milk yield and dairy form. The cost for a semen dosage averaged 11.90 ± 2.46 \$. Correlations between milk yield and Protein yield and milk fat yield were 0.66 ($P < .03$). The analysis of variance for breeds indicated that predicted transmitted ability for milk yield were different between breeds ($P < .05$); but not Protein and milk fat yield ($P > .05$). As indicated by the milk yield differential in the progeny tests; the jersey bulls showed the first place among the three breeds; followed by Holstein bulls and Brown Swiss. The somatic cell score in Holstein bulls was +2.85, mastitis general index +0.895 and productive life +3.25. In reproduction, fertility index in Holstein bulls averaged $+1.17 \pm 1.84$, difficulty for parturition $6.76 \pm 1.18\%$ and the correlation between milk yield and difficulty for parturition was -0.319 ($P < .0005$) and between milk yield and fertility +0.386 ($P < .0006$). In the Brown Swiss Bulls somatic cell score average +2.89, productive life +1.21 and pregnancy rate was -0.55. The correlation between milk yield and productive life was quite low (0.10, $P > .73$), between pregnancy rate in daughters and productive life was 0.79 ($P < .0004$) and between type and milk yield +0.045 ($P > .87$); demonstrating a very low relationship between dairy form and milk yield for those bulls and their progenies evaluated in Brown Swiss bulls. In Jersey Bulls somatic cell score averaged +2.97, productive life +2.9, pregnancy rate for daughters -1.99 ± 2.53 and difficulty for parturition $5.10 \pm 1.39\%$. Correlation between total performance index (TPI) and net merit was +0.986 ($P < .0001$) and between milk yield and productive life was +0.506 ($P > .13$). The average for all those genetic indicators based on official progeny results reported in USA indicates that the best breed was Jersey because of the highest values for predicate transmitted ability for milk, protein and fat yield, productive indexes, health indicators and reproductive traits; however, all three breed did show genetic contributions to their progenies which represents genetic progress for the future dairy cows in Panama; including Holstein, Brown Swiss and Jersey. This impact will hopefully improve production, health, dairy form, productivity and longevity in future Holstein, Brown Swiss and Jersey cows in Chiriqui Province; raising overall production and economy for dairy farms; once we guarantee environmental conditions and appropriate management for milk production in the tropics.

KEYWORDS: Genetic Potential, Progeny tests, Holstein, Brown Swiss, Jersey, Predicted Transmitted Ability, Milk production, Dairy Form, Health, Reproduction, Productivity, Dairy farms, Lineal evaluation

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
INDICE DE CONTENIDO	Viii
INDICE DE CUADROS	xviii
INDICE DE FÍGURAS	xxvi
INDICE DE TABLAS	xxix
INDICE DE GRÁFICAS	xxx
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	5
1.2. Antecedentes	6
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
II. REVISION DE LITERATURA	10
2.1. ¿Qué es el mejoramiento genético del ganado lechero Bovino?	10
2.2. Logrando el mejoramiento genético lechero en la actualidad	11
2.3. Factores determinantes del progreso genético	13
2.3.1. La intensidad de selección y su importancia en el progreso genético	15
2.3.2. El valor genético y la capacidad prevista para transmitir a sus progenies	17

2.3.3.	Metas de la selección y el mejoramiento genético lechero.	18
2.4.	Bases para el mejoramiento genético	19
2.5.	Intervención de la ciencia en el mejoramiento genético	19
2.6.	Caracteres importantes en el mejoramiento del ganado lechero bovino	21
2.6.1.	Producción de leche	21
2.6.2.	Composición de la leche.	21
2.6.3.	El tipo y la selección de los bovinos de leche	22
2.6.4.	Tipo y Producción	23
2.6.5.	Cualidad de la ubre y del ordeño	23
2.6.6.	Eficiencia Reproductiva	24
2.6.7.	Fertilidad de la vaca	24
2.6.8.	Eficiencia en la detección del celo	25
2.6.9.	Índices Reproductivos	25
2.7.	Heredabilidad y su importancia en el mejoramiento genéticotipo leche	26
2.8.	La repetibilidad y su utilidad en la predicción del valor fenotípico lechero	29
2.9.	Relación entre la producción de leche y la calificación para tipo de animal y las correlaciones genéticas	31
2.10.	Relación entre la producción de leche y el tamaño de las vacas	33
2.11.	Situación actual de la producción bovina de leche en Panamá	34

2.11.1. Población de fincas lecheras y clasificación tecnológica por higiene y calidad.	34
2.11.2. Producción láctea nacional e indicadores del desempeño lactacional en Panamá	35
2.11.3. Perspectivas y mejoramiento de la producción lechera en Panamá	39
2.11.4. Razas bovinas tipo leche utilizadas en Panamá	40
2.11.4.1. Jersey	43
2.11.4.2. Pardo Suizo	48
2.11.4.3. Holstein	49
2.12. Estimación del valor genético de los progenitores e importancia de las progenies	52
2.13. Las pruebas de progenie en el ganado lechero	53
2.14. Como se realiza la prueba de progenie de los toros	55
2.14.1. Identificación y valoración de las vacas sobresalientes	58
2.14.2. Contratos de cruzamiento con padres predeterminados	60
2.14.3. Progenies de vacas elites privadas	60
2.14.4. Terneros sanos	61
2.14.5. La mayoría de los toros entran a las organizaciones de IA como becerros	61
2.14.6. Coleta del semen tempranamente	62
2.14.7. Importancia del semen al azar	62
2.14.8. Nueve meses más tarde nacen las becerras	62

2.14.9. Las hijas deben parir	63
2.14.10. El desempeño es la clave	63
2.14.11. Cálculos realizados con las bases de datos	63
2.14.12. El momento de la decisión	64
2.14.13. El toro puede ser desechado y sacrificado	64
2.14.14. Toros elites retornan al servicio activo	65
2.14.15. Toros sobresalientes usados como padres de sementales	65
2.14.16. Selección de toros	65
2.14.17. Superioridad de las hijas	66
2.14.18. Unidad básica de comparación	67
2.14.19. Éxito de la selección	67
2.15. Los registros y sus importancia en la ponderación biológica y productiva	68
2.16. Registros de producción, reproducción, salud y otros indicadores de la capacidad funcional de la vaca lechera	70
2.17. Indicadores en los catálogos de toros tipo leche para la inseminación artificial y el mejoramiento genético	76
2.17.1. Identificación del semental	76
2.17.2. Información del pedigrí	76
2.17.3. PTA de producción o habilidad predicha de producción de Leche, Proteína y Grasa	77
2.17.4. Ganancia de Peso (GP)	77

2.17.5. Merito Neto (Net Merit \$)	77
2.17.6. Merito Queso (Cheese Merit \$)	77
2.17.7. Merito por Producción y Grasa (GM \$)	78
2.17.8. Merito Fluido (Fluid Merit \$)	78
2.17.9. Habilidad Predicha para Tipo (PTAT)	78
2.17.10. Índice de Tipo Producción Genérico (GTPI)	78
2.17.11. Tipo (Type)	79
2.17.12. Compuesto de Ubre (UDC)	79
2.17.13. Compuesto de Patas y Pezuñas (FCL)	79
2.17.14. Condición Corporal (BWC)	79
2.17.15. Comportamiento Lechero (MP)	80
2.17.16. Habilidad Predicha para Salud en General (PTA-Health)	80
2.17.17. Evaluación de Células Somáticas (SCS)	80
2.17.18. Mastitis	80
2.17.19. Permanencia en la Finca	80
2.17.20. Taza de Preñez de las Hijas (Daughter Pregnancy Rate)	81
2.17.21. Taza de Concepción en Vaquillas (Heifer Conception Rate)	81
2.17.22. Tasa de Concepción-Adultas	81
2.17.23. Facilidad de Partos	81
2.17.24. Facilidad de Parto-Toro	82
2.17.25. Facilidad de Parto-Hijas	82

2.17.26.	Nacimientos Muertos-Toro	82
2.17.27.	Nacimientos Muertos-Hijas	82
2.18.	Evaluación lineal del ganado lechero puntuación	83
2.18.1.	Patrón de la evaluación lineal en ganado lechero Holstein	85
2.18.1.1.	Estatura	86
2.18.1.2.	Capacidad o Pecho (Amplitud pectoral frontal)	87
2.18.1.3.	Profundidad Corporal	88
2.18.1.4.	Angulosidad, temperamento lechero o forma lechera	88
2.18.15.	Angulo de la grupa	89
2.18.15.1.	Anchura de la grupa	90
2.18.15.2.	Vista posterior de las patas	90
2.18.15.3.	Vista lateral de las patas	91
2.18.15.4.	Ángulo podal	92
2.18.15.5.	Inserción anterior de la ubre	92
2.18.15.6.	Colocación de los pezones anteriores	93
2.18.15.7.	Longitud de los pezones anteriores	94
2.18.15.8.	Profundidad de la ubre	94
2.18.15.9.	Inserción posterior de la ubre	95
2.18.15.10.	Ligamento medio suspensor	96
2.18.15.11.	Colocación de los pezones posteriores	96

2.19.	Índices compuestos relacionados con la conformación, producción, reproducción, longevidad y productividad	99
2.19.1.	Índice Compuesto de Ubre (ICU)	100
2.19.2.	Índice Compuesto de Patas y Pezuñas (ICPP)	101
2.19.3.	Índice Compuesto de Peso Corporal (ICPP)	103
2.19.4	Índice de Eficiencia Alimentaria (IEA)	103
2.19.5.	Índice de Fertilidad (IF)	103
2.19.6.	Índice de Desempeño Total (IDT)	104
2.20.	Promedio de la Habilidad Estándar para Transmitir los indicadores lineales en el modelo animal par las evaluaciones hasta Agosto, 2018	105
2.21.	Perfil de las Heredabilidades actualizadas para los caracteres lineales tipo leche en la raza Holstein	106
2.22.	Plantilla de información genética en los catálogos de toros para la inseminación artificial	110
III.	MATERIALES Y METODOS	111
3.1.	Ubicación del estudio	111
3.2.	El semen y razas como material genético y fuentes comerciales nacionales	111
3.3.	Encuesta para la recopilación de la información del semen y toros	112
3.4.	Perfil Genético de los toros utilizados en la cuenca lechera	112
3.5.	Perfil genético según la evaluación genética de los toros	113
3.6.	Diseño y Análisis Estadístico	114
3.7.	Cronograma de Actividades	116
3.8.	Financiamiento de la tesis	117
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	123
4.1 .	Fincas lecheras incluidas en el estudio y zonificación geográfica provincial	123
4.2 .	Clasificación de los toros utilizados para la inseminación artificial en las fincas lecheras evaluadas según la raza	124

4.3 . Toros que se están utilizando en la Cuenca Lechera de Bugaba y Tierras altas.	125
4.4 . Características descriptivas según las pruebas de progenies oficiales de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey seleccionados para el programa de Mejoramiento Genético a través de la inseminación artificial en fincas lecheras Grado A en la Provincia de Chiriquí	127
4.4.1. Descriptores genéticos de producción, conformación y productividad según las pruebas de progenies oficiales de los Estados Unidos para los Toros de la raza Holstein	127
4.4.1.1. Habilidad Predicha para Transmitir Producción de Leche	127
4.4.1.2. Habilidad Predicha para transmitir rendimiento de proteína (PTA – Protein)	132
4.4.1.3. Habilidad Predicha para Transmitir Grasa Láctea	134
4.4.1.4. Índices de desempeño productivo (biológico y económico) en las pruebas de progenie para los toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	138
4.4.1.5. Mérito Neto, Merito de Queso, Mérito de Producción y Sólidos Grasos y Mérito Fluido	138
4.4.1.6. Índice de Desempeño Total (IPT o GTPI)	142
4.4.1.7. Índice de la Habilidad para Transmitir el Tipo (HPT – Tipo)	148
4.4.1.8. Índice del Compuesto de ubre	149
4.4.1.9. Índice Compuesto de patas y Pezuñas	153
4.4.1.10. Otros índices complementarios en las pruebas de progenie de los toros Holstein utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí	158
4.4.1.10.1. Precio de la pajilla del semen en toros Holstein	159
4.4.1.11. Correlaciones entre los componentes de las pruebas de progenie entre los toros de la raza Holstein que están siendo utilizados en la Cuenca Lechera de Bugaba y las Tierras Altas de Chiriquí	161
4.4.2. Descriptores genéticos de producción, productividad y conformación según las pruebas de progenies oficiales de los Estados Unidos para los Toros de la raza Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera en la	169

Provincia de Chiriquí	
4.4.2.1. Indicadores de la producción de leche y composición láctea	169
4.4.2.2. Diferencial para los indicadores del mérito funcional en las progenies de los toros Pardo Suizo	173
4.4.2.3. Otros Índices genéticos para las progenies de toros Pardo Suizo	176
4.4.2.4. Correlaciones entre los parámetros de las pruebas de progenies en los Toros Pardo Suizo utilizados en las Fincas Lecheras en la Provincia de Chiriquí	180
4.4.3. Indicadores genéticos de producción, productividad y conformación según las pruebas de pro genie de los toros Jersey utilizados para el mejoramiento genético en la cuenca lechera de Chiriquí	187
4.4.3.1. Indicadores de la producción y composición láctea para el rendimiento de proteína y grasa	188
4.4.3.2. Índices de productividad según las pruebas de progenies en toros Jersey	191
4.5. Clasificación de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey según el Índice combinado de producción y tipo general utilizados en Chiriquí	199
4.5.1. Reproductores de la raza Holstein para la Inseminación Artificial	199
4.5.2. Reproductores de la raza Pardo Suizo para la Inseminación Artificial en la Provincia de Chiriquí	203
4.5.3. Reproductores de la raza Jersey para la Inseminación Artificial en la Provincia de Chiriquí	205
4.6. Perfil de la salud del sistema mamario y desempeño reproductivo en las pruebas de progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en las fincas lecheras Grado A en la Provincia de Chiriquí	209
4.6.1. Rasgos de salud y reproducción en los Toros de la raza Holstein según las pruebas de progenies oficiales en Estados Unidos	209
4.6.1.1. Puntaje del conteo de células somáticas y el índice de mastitis	209
4.6.1.2. Vida Productiva	213
4.6.1.3. Rasgos Reproductivos según las pruebas de progenies	216
4.6.1.4. Correlaciones entre los rasgos de salud y reproducción en los toros Holstein empleados en el programa de mejora genética en Chiriquí	223
4.6.2. Rasgos de salud y reproducción según las pruebas de pro genie en	227

los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca lechera de Chiriquí.	
4.6.2.1. Rasgos de la salud en las progenies de los toros Pardo Suizo	228
4.6.2.2. Indicadores del potencial reproductivo en las progenies de los reproductores Pardo Suizo	230
4.6.2.3. Correlaciones de los indicadores de salud, conformación y reproducción en Toros Pardo Suizo	233
4.6.3. Indicadores de la salud y reproducción según las pruebas de progenies de los reproductores Jersey utilizados en la Provincia de Chiriquí	236
4.6.3.1. Indicadores de la salud y calidad láctea	236
4.6.3.2. Indicadores reproductivos en las pruebas de progenies Jersey	237
4.6.3.3. Perfil de las correlaciones más sobresalientes de las progenies de los reproductores Jersey	239
4.7. Comparación de los indicadores de producción, salud, reproducción y conformación entre las progenies de toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	242
4.7.1. Comparación de los indicadores predichos para producción y rendimiento de proteína y grasa láctea	243
4.7.2. Comparación de los indicadores de la productividad según la raza	246
4.7.3. La conformación de las hijas según la raza y su comparación en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey	250
4.7.4. Correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies según la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey	253
4.8. El perfil lineal de las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey	260

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE CUADROS

No.	TITULO	Pág.
I	Relación de la proporción de individuos que participan en el programa de mejoramiento genético e intensidad de selección equivalente	16
II	Heredabilidades referenciales para el ganado lechero	27
III	Principales caracteres lecheros y la heredabilidad referencial en ganado lechero especializado	28
IV	Repetibilidad de algunas características en ganado lechero	30
V	Factores económicos para la predicción del índice de producción tipo aplicable luego de contar con las pruebas de progenies oficiales y distribuyendo la importancia del mejoramiento en producción y conformación general	32
VI	Perfil lactacional de las razas lecheras Holstein, Pardo Suizo y Jersey en vacas adultas (tercera lactación) en el clima templado y en el Trópico (Panamá)	37
VII	Promedios de la producción de leche y masa corporal en las razas lecheras europeas en climas templados	41
VIII	Indicadores del rendimiento lactacional de las razas lecheras en el clima tropical bajo condiciones de pastoreo y suplementación energético – proteica con alimento concentrado	42
IX	Patrón somático y eficiencia biolactacional de las razas lecheras	46
X	Indicadores lactacionales y de rendimiento de proteína, grasa y lactosa en las principales razas lecheras registradas en el programa de mejora genética en USA	60

XI	Principales eventos y parámetros que deben formar parte del sistema de registro biológico y que facilitan la evaluación funcional de la vaca lechera	75
XII	Calificación de la estatura de las vacas según la raza grande, mediana y pequeñas	87
XIII	Síntesis de los componentes de la evaluación lineal y su inclusión en la tarjeta para la evaluación de campo	98
XIV	Modelo de regresión múltiple para establecer el Índice de Desempeño Total en vacas de leche especializadas	105
XV	Promedio STA de la población de toros para el modelo genético animal	106
XVI	Heredabilidades de la Asociación Holstein de Estados Unidos para los componentes lineales	108
XVII	Análisis de varianza para los indicadores cuantitativos según la raza	115
XVIII	Cronograma y listado de actividades en la finca	116
XIX	Componentes y costo de la Tesis	116
XX	Listado de toros con pruebas de progenies y aprobados en los Estados Unidos que han sido utilizados a través de la Inseminación artificial en la Cuenca Lechera de Chiriquí	126
XXI	Resumen descriptivo estadístico de los parámetros genéticos en las pruebas de progenie para las hijas de toros de la raza Holstein utilizados para el programa de inseminación artificial en la Cuenca Lechera en Chiriquí	142

XXII	Resumen descriptivo estadístico de los parámetros genéticos en las pruebas de pro genie para las hijas de toros de la raza Holstein y costo de la pajilla para el programa de inseminación artificial en la Cuenca Lechera en Chiriquí	160
XXIII	Codificación de los parámetros incluidos en la matriz de correlaciones	162
XXIV	Resumen descriptivo de los parámetros de la matriz de parámetros de en la pruebas de progenies para la matriz de correlaciones	163
XXV	Matriz de Correlaciones I de Pearson para los parámetros genéticos en las pruebas de progenies de los toros Holstein utilizados en la Provincia de Chiriquí	165
XXVI	Matriz de Correlaciones II de Pearson para los parámetros genéticos en las pruebas de progenies de los toros Holstein utilizados en la Provincia de Chiriquí	166
XXVII	Resumen de los indicadores en biología lactacional, conformación funcional y valor económico en los tres mejores toros Holstein utilizado en la Cuenca Lechera de Chiriquí según pruebas de progenies	168
XXVIII	Indicadores genéticos y bioproductivos en las pruebas de progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	172
XXIX	Diferencial en los indicadores compuestos del mérito neto, de queso y Fluido en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	175
XXX	Diferencial en los indicadores de la conformación de ubre (ICUT), Índice de patas y pezuñas (IPYP) y el Tipo en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	179

XXXI	Matriz descriptivo de los parámetros genéticos en las pruebas de progenies entre los toros Pardo Suizo	180
XXXII	Matriz I de correlación de Pearson de los indicadores de producción, rendimiento de proteína y grasa, méritos funcionales y de conformación en el sistema mamario y las extremidades de las progenies de toros Pardo Suizo	182
XXXIII	Matriz II de correlaciones para los parámetros de las pruebas de progenies en los toros Pardo Suizo reportados en uso en la cuenca lechera de Chiriquí	183
XXXIV	Ordenamiento de los tres mejores toros Pardo Suizo según las pruebas de progenies entre los 15 toros utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	186
XXXV	Descriptores estadísticos de los índices genéticos según la Habilidad Predicha para ser transmitidos a las progenies de los toros Jersey utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí	189
XXXVI	Habilidad predicha para transmitir cualidades productivas según los méritos (neto, queso, fluido) en las progenies de los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	193
XXXVII	Descriptores de los parámetros de la prueba de pro genie en los reproductores Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	195
XXXVIII	Correlaciones entre los parámetros de producción, conformación y productividad en los toros Jersey	196
XXXIX	Correlaciones entre los índices productivos y la producción de leche en los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	197

XL	Ordenamiento de la base de datos de los 75 toros de menor a mayor Habilidad Predicha para Producción de leche y según el Índice Producción – Tipo ajustado en la relación funcional y genética de 6:1.	200
XLI	Resumen de los indicadores de producción, conformación y productividad de los reproductores Pardo Suizo utilizados a través de la Inseminación Artificial en la Cuenca Lechera de Chiriquí	204
XLII	Resumen de los indicadores de las pruebas de progenies en los diez toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí por medio de la Inseminación Artificial	207
XLIII	Análisis univariada del Puntaje de Células Somáticas en los Toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	210
XLIV	Base de datos de salud y reproducción ordenados por el puntaje de células somáticas y el puntaje para mastitis en los toros Holstein	211
XLV	Resumen descriptivo estadístico del índice de mastitis en los Reproductores Holstein según las pruebas de progenies oficiales, USA	212
XLVI	Resumen univariado de la vida productiva en las Progenies de los toros Holstein	214
XLVII	Ordenamiento de los toros Holstein por el PTA para transmitir Vida Productiva (VP) utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	215
XLVIII	Resumen descriptivo univariado de la Tasa de Preñez de las Hijas de los toros Holstein.	216
XLIX	Resumen de los toros Holstein ordenados ascendentemente por la HPT según la Tasa de Preñez de las hijas (TPH).	218

L	Resumen univariado de la Tasa de Concepción en las vacas en lactación hijas de los toros Holstein utilizadas en la Cuenca Lechera de Chiriquí	219
LI	Resumen descriptivo de la Tasa de Concepción en las vacas Adultas en producción hijas de los Toros Holstein	220
LII	Estadística descriptiva de los indicadores reproductivos en las pruebas de pro genie de los toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	222
LIII	Matriz de correlaciones entre los rasgos de salud y reproducción en los Toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	225
LIV	Matriz de correlaciones entre los rasgos de salud y reproducción en los Toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	226
LV	Resumen descriptivo de los rasgos de salud y reproducción en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	229
LVI	Resumen descriptivo de los rasgos de reproducción en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	232
LVII	Correlaciones entre los índices generados en las pruebas de progenies en los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí	234
LVIII	Correlaciones complementarias para los índices según las pruebas de progenies para toros Pardo Suizo	235
LIX	Resumen descriptivo de los rasgos de salud y reproducción en las progenies de los toros Jersey utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	237

LX	Resumen descriptivo de los rasgos de reproducción en las progenies de los toros Jersey utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	238
LXI	Correlaciones entre los índices generados en las pruebas de progenies en los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí	240
LXII	Correlaciones entre los índices generados en las pruebas de progenies en los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí	241
LXIII	Análisis de varianza para el diferencial de la producción de leche y los rendimientos de proteína y grasa láctea de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey	244
LXIV	Comparación de las medias del diferencial de la producción de leche según la raza de las progenies de toros (1: Holstein, 2: Pardo Suizo, 3: Jersey)	245
LXV	Análisis de varianza para los indicadores de productividad en las progenies de toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	247
LXVI	Comparación de las medias de los méritos neto, de queso y fluido en las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey	248
LXVII	Análisis de varianza para el tipo y comparaciones según las razas	251
LXVIII	Resumen de los indicadores en la prueba de progenies en toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	252
LXIX	Matriz de correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies en los toros Holstein	254

LXX	Matriz de correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies en los toros Pardo Suizo	256
LXXI	Matriz de correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies en los toros Jersey	258

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	TITULO	Pág.
I	Componentes del Progreso Genético	14
II	Progreso Genético	14
III	Progreso genético genérico incluyendo machos y hembras	15
IV y V	Ejemplares de la raza Jersey	44
VI y VII	Ejemplares de la raza Pardo Suizo	49
VIII y IX	Ejemplares adultos y terneras de la raza Holstein	50
X	Proceso de la selección de los sementales y pruebas de progenies	56
XI	Fundamento de la prueba de progenie para la evaluación de toros y uso de la producción de leche como indicador primario	57
XII	El ciclo biológico y reproductivo de la vaca lechera	73
XIII	Ilustración de la estatura ideal en el ganado lechero Holstein	86
XIV	Amplitud de pecho o amplitud pectoral	88
XV	Profundidad corporal	88
XVI	Temperamento lechero, angulosidad y morfología angular	89
XVII	Presentación de los ángulos de la grupa	90
XVIII	Amplitud de la grupa en la zona interisquiática	90
XIX	Vista posterior de las patas	91
XX	Vista lateral de las patas	91

XXI	Angulo podal	92
XXII	Inserción anterior de la ubre	93
XXIII	Colocación de los pezones anteriores	93
XXIV	Longitud de los pezones anteriores	94
XXV	Profundidad de la ubre	95
XXVI	Inserción posterior de la ubre	95
XXVII	Definición del ligamento medio suspensor	96
XXVIII	Colocación de los pezones	97
XXIX	Ilustración de la cuadrícula de evaluación lineal en la prueba de progenie de un toro tipo leche indicando el rango del Compuesto de Ubre (CU) y el valor alcanzado en la prueba	101
XXX	Ilustración de la presentación del índice de patas y pezuñas	102
XXXI	Cifras de la producción de leche por raza anualmente en Canadá	109
XXXII	Resumen de los datos de producción por raza según DHIA (2005)	109
XXXIII	Ilustración de Provincia de Chiriquí y la distribución de las Fincas Lecheras incluidas en el estudio	124
XXXIV - XXXVII	Ilustración del sistema mamario ideal en la raza Holstein	151
XXXVIII - XLII	Ilustración del modelo de patas compuestas ideal	157
XLIII	Conjugado de cualidades morfo anatómicas en vacas lecheras modernas con alto potencial lechero y longevidad	157
XLIV -	Ilustraciones del modelo ideal de la vaca lechera Pardo Suizo	185

XLVII	moderno	
XLVIII	- Ilustración sobre la vaca Jersey Moderna	194
LI		
LII	Ilustración del sistema mamario en la raza Pardo Suizo	230

INDICE DE TABLAS

No.	TITULO	Pág.
I	Base de datos de producción y conformación de las progenies Holstein	118
II	Base de datos de salud y reproducción en las progenies de toros Holstein	119
III	Base de datos del perfil lineal en las progenies de los toros Holstein	120
IV	Base de datos de las progenies de los toros Pardo Suizo	121
V	Datos de las progenies de los toros Jersey	122

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	TITULO	Pág.
I	Tendencia de la intensidad de selección según la proporción de participantes en el programa de mejoramiento genético	17
II	Relación de la producción de leche estándar ajustada por grasa láctea al 4% con el peso corporal en las razas lecheras	46
III	Evolución del proceso de evaluación, selección y segregación en las pruebas de progenies de los reproductores bovinos tipo leche	57
IV	Aspectos críticos de la curva de la lactación en la vaca	72
V	Curva de lactación y su relación con los elementos del ciclo anual reproductivo	73
VI	Distribución de los toros utilizados para inseminación artificial por raza	125
VII	Valor central y puntos de la desviación estándar para la Habilidad Predicha para Transmitir Producción de leche (HPT Leche) en los reproductores Holstein en las 12 fincas lecheras	129
VIII	Sectores de la curva de lactación y tendencia de la producción de leche en la vaca lechera	130
IX	Curva de lactación en la vaca lechera y áreas del ciclo de producción	131
X	Valor central y puntos de la desviación estándar para la Habilidad Predicha para Transmitir Proteína Láctea en los toros Holstein	133
XI	Puntos referentes estándares para la Habilidad Predicha para Rendimiento de Grasa Láctea en las hijas de los Toros Holstein	135

XII	Promedio de la Habilidad para Transmitir Leche, Proteína y Grasa según las pruebas de progenies oficiales para los 75 toros Holstein utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí	137
XIII	Promedio del índice combinado o Mérito de los Toros Holstein según la información oficial en las pruebas de progenies en Estados Unidos	141
XIV	Referentes estandarizados del Índice de Desempeño Total en los toros Holstein según la prueba de progenie oficial en los Estados Unidos que están siendo utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí	144
XV	Representación de los puntos referentes estándares para la Habilidad Predicha para Transmitir el Tipo en los toros Holstein utilizados en las fincas lecheras en la Provincia de Chiriquí	146
XVI	Promedio y rango estándar del índice HPT – Compuesto de Ubre Total (CUT) en las progenies de 75 toros Holstein utilizados para la Inseminación Artificial en la Cuenca Lechera de Chiriquí	152
XVII	Promedio y desviación estándar del Índice Compuesto de Patas y Pezuñas en 75 toros Holstein utilizados para la IA en la Cuenca Lechera de Chiriquí	155
XVIII	Diferencial predicho para la producción de leche y los rendimientos de proteína y grasa en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	172
XIX	Promedio de los índices de productividad en las progenies de toros Pardo Suizo utilizados en el Programa de Inseminación Artificial para el mejoramiento genético en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí	175

XX	Representación del diferencial genético para el índice compuesto de ubre (IUC) y patas y pezuñas (IPYP) en las progenies de los toros Pardo Suizo usados en Chiriquí	177
XXI	Indicadores de la Tasa de Ganancia de peso de las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Provincia de Chiriquí	178
XXII	Representación del precio de la pajilla de toros Pardo Suizo	179
XXIII	Representación de las correlaciones más sobresaliente entre la producción de leche, los índices de productividad y los compuestos de ubre y patas y pezuñas en las progenies de los toros Pardo Suizo	185
XXIV	Mínimo, promedio y máximo de los índices de producción y composición láctea en los toros Jersey	190
XXV	Valor promedio de los índices de productividad en toros jersey utilizados en la Provincia de Chiriquí	192
XXVI	Tendencia secuencia de la Habilidad Predicha para transmitir Leche en los reproductores Holstein según el diferencial de las pruebas de pro genie en setenta y cinco toros utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	202
XXVII	Representación de la distribución de los quince reproductores Pardo Suizo según la Producción de leche de sus progenies	205
XXVIII	Tendencia de la HPTA – leche en los toros Jersey según el ordenamiento secuencial ascendente	207
XXIX	Ilustración de la media de la Habilidad para Transmitir (HT) el puntaje de células somáticas (PCS), índice de mastitis (IGM) y vida productiva (VP) en las progenies de los toros Holstein	214

XXX	Medias de la Habilidad Predicha para la producción de leche en las progenies de toros Jersey, Holstein y Pardo Suizo	245
XXXI	Media del mérito neto, de queso y fluido en las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí	250

I INTRODUCCIÓN

La mejora genética de las poblaciones ganaderas persigue como principal objetivo obtener avances en características económicamente importantes. Esto se logra generación tras generación a través del aumento de la frecuencia de los genes favorables para la manifestación de una característica dada. Este aumento de la frecuencia genética es posible valiéndose del uso continuo de reproductores superiores, cuyas pruebas de progenies sean indicadores de su potencial mejorador en donde se contribuya con el PTA, tipo, rasgos de salud, características lineares y rentabilidad del modelo animal en ganado lechero.

El mejoramiento genético en hatos lecheros se inicia con la decisión del propietario al adquirir animales cada vez más productivos a través de la inseminación artificial, así como en la utilización de un buen sistema de registros; entre otros aspectos a considerar. Ello conduce a renovación biológica; optimizado los parámetros reproductivos, lo cual conduce al éxito económico de las unidades de producción lechera en la finca (Bearden et al. 1982; Gasque, 2008).

Los objetivos específicos de la mejora genética dependen de la orientación que den los ganaderos a sus programas y no tanto de las indicaciones de profesionales o instituciones relacionadas con el tema. Cabe destacar que el objetivo fundamental de la mejora animal es el beneficio económico, aumentando la rentabilidad de cada animal a lo largo de su vida productiva. La inseminación artificial, consiste en la utilización de semen de machos seleccionados luego de pasar por pruebas de progenies

validadas y aprobadas (oficiales). Los sementales que se utilizan producen suficientes espermatozoides para inseminar miles de hembras al año (Arechiga et al., 2002; Hafez y Hafez, 2002; Porras et al., 2009). Al realizar la inseminación artificial existen parámetros o estándares reproductivos que se tienen que tratar de optimizar para tener una buena eficiencia y productividad dentro del hato. Estos parámetros son representaciones estadísticas de cada uno de los valores cuantificables mediante los elementos lineales, de producción y composición láctea y de orden reproductivo. La utilización de los registros reproductivos y la captura correcta de la información son requisitos indispensables para el análisis y mejoramiento de la ganadería de leche (Fernández de Córdova, 1993, Gasque, 2010; Porras et al. 2009).

El registro empleado en una finca donde se pretende realizar mejoras genéticas debe adecuarse y ajustarse a las condiciones y necesidades de cada sistema. Para tener éxito en el registro elegido, primeramente debe existir un método real que permita identificar correctamente a los animales utilizando: aretes numerados, marcas por fuego, marcas por frío y collares con placas numeradas sistemas electrónicos como el podómetro. El uso de estas identificaciones van consideradas por ciertos factores como, el número de animales, el sistema de producción, nivel de producción, grado de organización en la unidad de producción, nivel de interés del propietario (Huanca, 2001).

Una de las limitaciones más relevantes en la ganadería de leche tropical es la falta de estudios precisos en genética y mejoramiento de la capacidad de producción en donde se hayan establecido las bases para efectuar la ponderación de cuál es la contribución real que han realizado los progenitores selectos de la raza Holstein, Pardo Suizo o

Jersey y otras alternativas genéticas raciales menos utilizadas sobre la capacidad más probable de producción y el adelanto genético funcional (Araúz, 2010).

El inicio de un proceso de Selección y Mejoramiento Genético lleva principalmente a pensar y tratar de definir cuál es el mejor animal. El término “mejor” en este caso relativo, lo que puede ser bueno para uno no lo es para el otro. Por otra parte no existe el animal ideal o que sea bueno para todas las situaciones. Para tener en general un buen acercamiento a los requerimientos de los ganaderos es necesario conocer las características de importancia para la selección y como se desarrollan interactuando con factores como, medio ambiente, prácticas de manejo, costos y precios. Cabe resaltar que los factores descritos varían dependiendo de las especies, razas, estructura de la industria, mercado, distancia, ubicación de los sectores productivos, norma de manejo y administración técnica integral (Bath et al., 1986; Ramírez, 2010).

En Panamá, se han realizado esfuerzos de múltiples sectores (productores, técnicos, el estado, asociaciones y grupos cooperativos) en pro del mejoramiento genético a través de la inseminación artificial en la cuenca lechera de Bugaba y Tierras Altas de Chiriquí; lo cual cuantifica al menos unos 50 años de trabajo en el mejoramiento genético del ganado lechero (Araúz y Guevara, 2015). Por ende es relevante considerar ciertas revisiones desde los antecedentes hasta por donde se enrumba este programa de mejora genética. En consecuencia, una pieza de información valiosa la constituye el hecho de conocer cuáles son los principales toros de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey que hay siendo utilizados en los últimos años. Ello es trascendental para definir hacia donde estamos orientado el mejoramiento genético y

definir en cada grupo racial cual es el reproductor promedio que está siendo utilizado por los productores en general. La ponderación de aspectos como: el puntaje final, la producción de leche, índices lineares (pata y ubre), compasión láctea y los rendimientos de grasa, proteína y sólidos totales, además de estos indicadores como merito neto, rendimiento de la cuajada y el índice tipo, producción los cuales son esenciales para conocer hacia donde se está dirigiendo la ganadería de leche en Panamá.

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad no se han realizado estudios nacionales sobre el uso de los reproductores tipo leche de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey a través de la inseminación artificial para conocer cuál es la tendencia del mejoramiento genético y el rango más probable ya que dicha información se maneja de manera íntima en las compañías y distribuidores de semen en Panamá y otro tanto por parte de los productores.

El inicio de un proceso de Selección y Mejoramiento Genético lleva principalmente a pensar y tratar de definir cuál es el mejor reproductor. El término “mejor” es en este caso relativo, ya que puede ser bueno para una finca no lo es para la otra. Por otra parte no existe el animal ideal o que sea bueno para todas las situaciones. Tampoco existen reglas estrictas y rápidas para identificar el individuo más apropiado para un evento o circunstancia específica en la finca lechera (Ramírez, 2010).

Para tener en general un buen acercamiento a los requerimientos de los ganaderos es necesario conocer las características de importancia para la selección y como se desarrollan; interactuando con diversos factores tales como, medio ambiente; prácticas de manejo, costos y precios del material genético para la inseminación artificial en fincas lecheras (Guerra, 1993).

En consecuencia, se requieren ponderar cuales son las características descriptivas del modelo de reproductor Holstein, Pardo Suizo y Jersey que está siendo utilizando en la ganadería lechera tipo A en la cuenca lechera de Bugaba y ahora en el distrito de las tierras altas; haciendo énfasis en las pruebas de progenies oficiales y a través de los índices de producción de leche, composición láctea, compuesto de ubre, patas y pezuñas y el puntaje final como parte del proceso y metodología de la evaluación lineal funcional.

1.2. Antecedentes

El mejoramiento genético lechero tiene unos 50 años en Panamá desde las primeras incursiones en el uso de pie de cría selecto procedente de Guatemala, México, Nicaragua y Costa Rica; la importación de animales que autorizo el gobierno militar del General Omar Torrijos para que fueran importadas vacas Holstein de los Estados Unidos entre 1974 y 1978 respectivamente. Adicionalmente, Panamá ha incursionado mayormente en el uso de semen de toros selectos con pruebas de progenies que proceden de los Estados Unidos, Canadá y Europa con el propósito de potenciar el mejoramiento genético tipo leche. No obstante, esta ha sido una decisión de los productores a través de la Cooperativa de Productores de leche en conjunto con el

Ministerio de Desarrollo Agropecuario por medio del Programa de Ganadería y del Programa de mejoramiento Genético de la Cooperativa (Cooleche, 2016; Mendoza, 2016).

1.3. Justificación

La investigación se basa en ofrecer información a través de la pruebas de progenies de toros de las razas Holstein, Pardo Suizo y jersey, ya que, en panamá no se cuenta con un estudio en tal sentido que nos permite determinar la trayectoria de las acciones para mejora del potencial genético para la producción lechera nacional donde se prueba la plataforma de reproductores utilizados en las fincas lecheras grado A entre la utilización en los últimos años. Este paso es esencial conocer la tendencia y el rango de los últimos cinco años como parte de la contribución genómica en los hatos lecheros grado A con énfasis en la esperanza del mejoramiento genético y productividad. Por otro lado no hay un programa de divulgación sobre los principales toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey que se han utilizado en la Cuenca Lechera de Bugaba y Tierras Altas de Chiriquí en el último quinquenio.

En resultado, en esta tesis se orienta en el esfuerzo investigativo para conocer los toros y sus descriptores genéticos según los resultados de las pruebas de progenie de conformidad con la información oficial aprobadas por la Asociación de Mejoramiento Animal (NAAB) y por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos que están siendo utilizados en Panamá. La información en resumen será de utilidad para conocer

hacia donde estamos orientando el uso de la mejora genética y que podemos esperar en el futuro desempeño biológico y productivo de las presentes y futuras generaciones de vacas en Panamá como resultado del valor genético de los progenitores propiamente.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Conocer los principales toros de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey que se están utilizando en la actualidad en la Cuenca lechera de Bugaba y en la Tierras Altas a través de la Inseminación Artificial como herramienta en el Programa de Mejoramiento Genético Lechero; para utilizar los resultados de las pruebas de progenies oficiales realizadas en Estados Unidos y conocer la tendencia del aporte genético en producción, rendimiento de grasa y proteína, salud y calidad de la leche, reproducción, longevidad, conformación funcional (tipo) y productividad lechera como parte esencial y referencial del futuro de las fincas lecheras en Panamá.

1.4.2. Específicos

- Identificar los toros probados genéticamente de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey que están siendo empleados a través de la inseminación artificial para el mejoramiento genético en la ganadería de leche en la cuenca lechera de Bugaba y tierras altas en la Provincia de Chiriquí.

- Conocer la tendencia central de los indicadores del potencial genético según las pruebas de progenies oficiales de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey que se han utilizado en la cuenca lechera de Bugaba y el Distrito de las tierras altas.
- Analizar la tendencia central del potencial genético mejorador o aporte genético esperado para la producción, rendimiento de grasa y proteína, la reproducción, el tipo lechero funcional, los índices lineales compuestos; para sistema mamario y patas y pezuñas como descriptores del mejoramiento integral de la vaca lechera moderna.
- Generar la tendencia del proceso de mejora genética mediante el uso de los indicadores de producción, conformación y productividad; incluyendo: compuesto de patas, compuesto de ubre, tipo, mérito neto, mérito de queso, Índice Tipo – Producción y el Índice de Desempeño Funcional General (TPI) según las pruebas de progenies oficiales de los toros utilizados para la inseminación artificial en la cuenca lechera de Bugaba y Tierras Altas.
- Proyectar el impacto esperado según los indicadores genéticos del tipo lechero funcional y productivo en el ganado lechero Holstein, Pardo Suizo y Jersey en la Cuenca Lechera de Bugaba y el Distrito de Tierras Altas.
- Clasificar los toros utilizados mediante el uso del PTA leche, PTA tipo, PTA Compuesto de ubre y PTA del compuesto de patas y pezuñas para establecer del valor conjugado de la habilidad lechera y el mejoramiento del tipo lechero funcional.

- Identificar si algunos toros utilizados son portadores de genes indeseables que puedan afectar el crecimiento genético y la productividad lechera en las futuras vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey derivadas de la Inseminación Artificial según los resultados y la información brindada en las pruebas oficiales de los toros publicadas con el aval de la NAAB (Asociación Nacional de Mejoramiento Animal de los Estados Unidos), DHIA (Programa de mejoramiento de Hatos Lecheros de los Estados Unidos) y USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ¿Qué es el mejoramiento genético del ganado lechero Bovino?

El mejoramiento genético en el ganado bovino lechero debe maximizar la tasa de incremento de alguna función o funciones de mérito que estén relacionados con la genética. Los animales con el mérito esperado más alto se conservan para ser los padres de las siguientes generaciones; mientras que aquellos con el mérito más bajo es desechado. El mérito puede representarse formalmente mediante una función lineal o no lineal de los valores genéticos para varias características que apuntan al modelo animal tipo leche para influenciar en el comportamiento biológico según el potencial productivo (Mendoza, 2004).

El programa de mejoramiento para ganado de leche debe incluir los parámetros de mayor importancia económica; tales como: la producción de leche, composición láctea (sólidos totales, grasa, proteína) y calidad (células somáticas) de la leche. Sin embargo, el plan de mejora incluye a los progenitores y las reproductoras; por lo que las pruebas de progenies de los toros y los registros de producción de las vacas son esenciales para estimar la capacidad de producción y el progreso genético (Schmidt y Van Vleck, 1988).

Durante el proceso del mejoramiento del ganado de leche se debe tener en cuenta que la producción no se mide directamente en el reproductor; sino en sus hijas según la producción de leche; siendo esta el resultado de varios procesos fisiológicos; los

cuales, están determinados por la acción e interacción de muchos genes y el medio. Los factores que influyen en la producción de leche pueden clasificarse como genéticos y ambientales; siendo aquellos que determinan el potencial genético (Mendoza, 2004).

2.2. Logrando el mejoramiento genético lechero en la actualidad

El mejoramiento genético del ganado lechero en la actualidad combina varias herramientas; incluyendo: la evaluación lineal de las vacas en la finca (CRI, 2015), las pruebas de progenies de toros (NAAB, 2016), los registros de producción y los ajustes de las reproductoras también productoras en la finca (Schmidt y Van Vleck, 1974) según el concepto de la repetibilidad y heredabilidad (Bath et al., 1986).

En vista de que son varios caracteres que determinan la productividad del ganado lechero, se aplica el modelo lineal con énfasis en la capacidad de producción sin evidenciar problemas de salud y una conformación que apoye la longevidad del sistema mamario, del sistema locomotor, la fortaleza lechera y el temperamento singular de las hembras mamíferas cuadrúpedas con alta aptitud lechera. El progreso genético (PG) de un carácter ha sido establecido en la siguiente relación:

$$\text{PG} = \frac{(\text{Diferencial de Selección}) (\text{Intensidad de Selección}) (\text{Heredabilidad})}{\text{Intervalo Generacional (Años)}}$$

Esta relación ha sido establecida por múltiples genetistas; incluyendo: Lush (1965), Schmidt y Van Vleck (1974). Wilcox et al., (1978), Becker (1984, 2004) y Gaona et al, (2015).

La aplicabilidad y confianza en la estimación del progreso genético depende primeramente del material genético con el que estamos laborando y en la confianza y precisión de los registros con que se cuente; así como en la heredabilidad del carácter cuantitativo y que el proceso de la reproducción ocurra oportunamente y sin que hayan circunstancias o causales que limiten o impidan el mejoramiento genético; tales como la consanguinidad (Gaona et al., 2015).

Actualmente, el técnico y los productores cuentan con la información genética que tipifica los toros Holstein , Pardo Suizo y Jersey; así como otras razas para orientarse sobre cuáles son los reproductores que puede escoger oportunamente y con una visión para mejorar caracteres limitados en las vacas de su finca; así como para lograr mejores generaciones de vacas en la finca. Esta información está disponible en los catálogos de toros para la inseminación artificial y la distribuyen en Panamá las compañías ABS y Fertica, Select Sires y Cesar Arjona, CRI y Cooleche.

El proceso del mejoramiento genético animal requiere de la selección en cuyo caso se debe estimar el valor genético de los reproductores a ser utilizados como padres de futuras generaciones. La evaluación genética puede ser realizada teniendo en cuenta las informaciones del propio individuo, informaciones de familia que pueden incluir datos de su pedigrí o de su progenie y en último caso; una combinación de estas vías (Powell, 2010).

2.3. Factores determinantes del progreso genético

El progreso genético es el producto de varios factores estrechamente conectados a través de la reproducción y el manejo donde dos progenitores no emparentados que

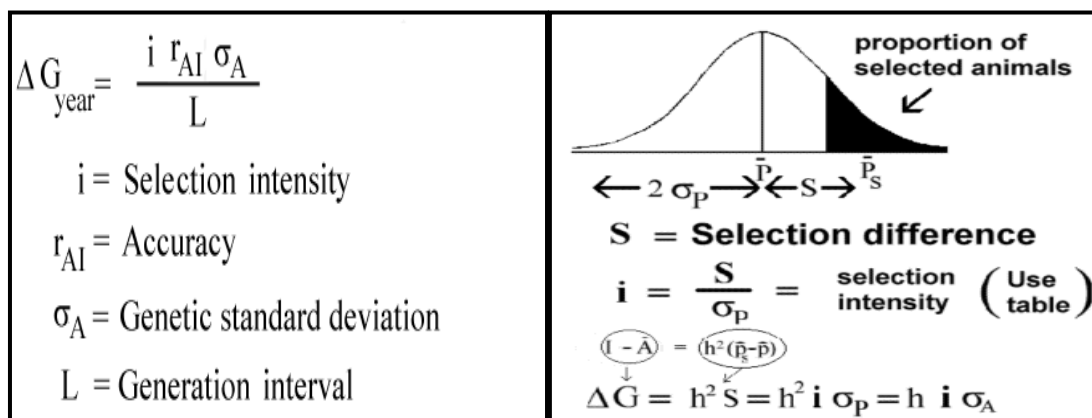
reúnen los mismos rasgos del tipo se conjugan a través de las células germinales para generar un nuevo individuo; cuya constitución genómica representa un genotipo con capacidad fenotípica superior al promedio de la población de donde procede de los progenitores; especialmente la progenitora como es en el caso de las especies de interés zootécnico (Bath et al., 1986; Vargas, 2012).

En la práctica, el progreso genético representa la respuesta al proceso de la selección “intensiva” donde la intervención humana se encuentra por encima del mejoramiento natural que sufren las especies a través de la selección natural. De allí; que el progreso genético codificado como PG (Progreso Genético), AD (Adelanto Genético), GG (Ganancia Genética), ΔG (Diferencial Genético) o IGA (Incremento Genético Aditivo) son aplicados para describir la contribución de la variación genética aditiva ajustada por la heredabilidad y el diferencial de selección bajo la presión denominativa del intervalo generacional (Araúz, 2018). Participan en determinar el progreso genético el diferencial de selección (ds) que está determinado por el contraste entre la población y el promedio del desempeño fenotípico del animal en ponderación, la heredabilidad específica o referente para el carácter en evaluación (h^2), la intensidad de selección que depende de la relación en que participan los individuos seleccionados en el proceso de la mejora con respecto al tamaño de la población y el intervalo generacional (IG) según Vargas (2012).

La fórmula general para la respuesta de la selección se muestra a continuación y como se describe en la misma; el cual tiene como numeradores: la intensidad de selección (i), la heredabilidad (h^2) y diferencial de selección (ds); los cuales se someten a la

restricción en tiempo por año y cuyo término se encuentra descrito como el intervalo generacional (Becker, 1984).

Figura I: Componentes del Progreso Genético. **Figura II:** Progreso Genético



Fuente: Google, Internet (2018).

La fórmula general para respuesta de la selección puede extenderse un poco si se tiene en cuenta las diferentes funciones que los dos sexos juegan en la formación de la nueva generación. La fórmula se divide en dos componentes, uno para la contribución de los machos y la otra parte para las contribuciones de las hembras como se indica en la figura III.

Es evidente que el progreso genético en ganadería de leche está más centrado en el desempeño de las hembras dado su objetivo de producción; sin embargo, en la ganadería de carne se toma muy en cuenta la evolución y el desempeño de los machos y hembras (Schmidt y Van Vleck, 1974). En consecuencia, el progreso genético sufre una transformación para adicionar el aporte de ambos sexos; ya que los machos y hembras presentan diferentes ganancias de peso (Becker, 1982).

Figura III: Progreso genético genérico incluyendo machos y hembras

$$\Delta G_{\text{year}} = \frac{i_{\text{♀}} r_{\text{Al♀}} \sigma_{A\text{♀}} + i_{\text{♂}} r_{\text{Al♂}} \sigma_{A\text{♂}}}{L_{\text{♀}} + L_{\text{♂}}}$$

Entre los factores de mayor variación pueden señalarse a la intensidad de selección, el diferencial de selección y el intervalo generacional; ya que la heredabilidad es una cifra constante en el marco de la tendencia para el mejoramiento de un carácter; aunque, el aumento de la variación ambiental total puede reducir el tamaño de la variación aditiva; reduciendo la magnitud de la heredabilidad.

2.3.1. La intensidad de selección y su importancia en el progreso genético

La intensidad de selección corresponde a la proporción de animales que participan en el proceso del mejoramiento a partir de una población definida en media, varianza con una distribución normal (Wilcox, 1978). La aplicación de la intensidad de selección depende de la presión con que el mejorador busca perfeccionar un carácter en la población de animales y ante todo incrementar la frecuencia del gen o genes que determinan el progreso genético (Becker, 1984). La intensidad de selección es inversamente proporcional a la cantidad de animales selectos que participan en el programa de mejoramiento tal como se presenta en el cuadro I. Por ejemplo, cuando participa el 30% de los animales de la población en el programa de mejoramiento la intensidad de selección correspondiente sería 1.14; mientras que si participan el 5%

de los animales de la población como selectos la intensidad de selección sería 2.06 lo que significa que la intensidad de selección tendría un impacto de 1.80 veces más a favor del progreso genético con un efecto positivo de +80.7% dado que entre menor es la cantidad de selectos mayor es su potencial de contribuir en el mejoramiento genético y mayor es el diferencial fenotípico que puede establecerse en comparación con la media de la población (ver cuadro I y Gráfica I).

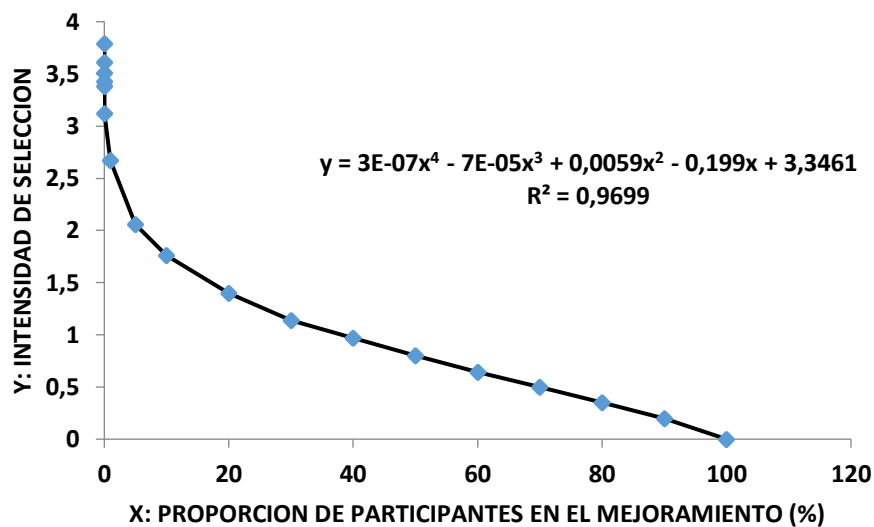
Cuadro I: Relación de la proporción de individuos que participan en el programa de mejoramiento genético e intensidad de selección equivalente.

Proporción de animales	Intensidad i	Proporción de animales	Intensidad de animales	Proporción para la cría	Intensidad para la cría
1,00	0				
0,90	0,20	0,09	1,80	0,008	2,74
0,80	0,35	0,08	1,85	0,006	2,83
0,70	0,50	0,07	1,91	0,004	2,96
0,60	0,64	0,06	1,98	0,002	3,17
0,50	0,80	0,05	2,06	0,001	3,38
0,40	0,97	0,04	2,15	0,0008	3,43
0,30	1,14	0,03	2,27	0,0006	3,51
0,20	1,40	0,02	2,42	0,0004	3,61
0,10	1,76	0,01	2,67	0,0002	3,79

Fuente: Becker (1982).

Por regla general, el mejorador debe utilizar una baja proporción de individuos para buscar elevar el valor de contraste con la media población y ampliar el diferencial fenotípico; lo cual se convierte en un factor que potencia el progreso genético a lograr; en conjunto con una mayor heredabilidad y desde luego con una mayor intensidad de selección (Schmidt y Van Vleck, 1974).

Gráfica I: Tendencia de la intensidad de selección según la proporción de participantes en el programa de mejoramiento genético.



Fuente: Adaptado por Arauz, E. E. (2018) según datos de Becker (1984).

2.3.2. El valor genético y la capacidad prevista para transmitir a sus progenies.

El valor genético (VG) es lo que el animal transmite a sus progenies, relacionado con la producción promedio de la población o en relación a las compañeras. La capacidad prevista de transmisión (PTA) es una medida de desempeño esperado del animal en relación al promedio del rebaño. La Habilidad Predicha para transmitir (PTA) es la mitad del VG y es el término que se usa cuando la evaluación es oficial o está amparada por algún organismo Nacional y/o internacional a partir de la prueba de progenie (Gaona et al., 2015).

2.3.3. Metas de la selección y el mejoramiento genético lechero

Las metas del mejoramiento genético del ganado lechero es la de modificar la proporción de ciertos genes de manera aditiva; lo cual es comprobable aunque el medio ambiente y el manejo tienen el mayor aporte en la variación del parámetro. Por ejemplo, el mejoramiento genético para producción de leche trata de incrementar los genes que maximizan la producción de leche dado el medio ambiente (clima, alimentación y manejo) pueden representar hasta el 75% de la expresión fenotípica para la producción o habilidad lechera si la heredabilidad es 25% (Wilcox et al., 1978; Powell, 2010).

Por eso se dice que no existe un animal perfecto para todos los sistemas, y cada criador y sus técnicos deben plantarse los objetivos y metas según sus condiciones; lo fundamental en la elección de los animales que participan del sistema es que deben reunir las cualidades necesarias para producir bajo un sistema de manejo definido, la producción de leche, el crecimiento, la reproducción y la sobrevivencia son las cualidades que generan ingresos de forma dramática. El proceso de cada una de ellas depende de la diferencia, que es la proporción en la cual se hereda una característica, y depende de los genes aditivos (Villasmil y Román, 2008).

2.4. Bases para el mejoramiento genético

El primer mejoramiento genético documentado del ganado lo realizó Robert Bakewell durante el periodo entre 1960 y 1975 en Leicestershire, Inglaterra. Antes de esa época, era la selección natural la que determinaba primordialmente la evolución del

ganado. No obstante, Bakewell fue el primero, hasta donde se sabe, que introdujo el intelecto del hombre como fuerza determinante para la evolución de las especies bovinas. Los hermanos Colling fueron los siguientes que obtuvieron fama ya que lograron la aplicación de los principios de Bakewell de la selección cuidadosa, basada en el desempeño individual, la prueba de progenie y la endogamia; especialmente, sobre todo en el cruzamiento en línea de sementales escogidos. El discernimiento de los hermanos Colling, aprendido, al menos en parte, al observar el éxito de Bakewell, condujo a la formación de la raza Shorthorn y el establecimiento del primer libro de hato para el ganado bovino en 1822. Este último acontecimiento fue otro hito importante; la formación y el registro de las razas puras de ganado, cuya constitución genética se protegería contra las contaminaciones externas o mediante determinadas reglas (Lauvergne, 1996).

2.5. Intervención de la ciencia en el mejoramiento genético

Según Stormont (1967), La oportunidad de obtener avances genéticos importantes para el rendimiento lechero sobre bases científicamente sanas, se hizo factible mediante dos desarrollos importantes cerca de los comienzos del siglo XX. El primero de ellos fue la formación de la primera asociación de pruebas de vacas, que tuvo lugar en Dinamarca en 1895. Hasta donde se conoce, fue el primer organizado para registrar el rendimiento de las vacas lecheras y proporcionar información sobre su capacidad productiva. Esas asociaciones se extendieron con rapidez por Europa y Estados

Unidos, en donde la primera asociación de pruebas comenzó a funcionar en Michigan, Estados Unidos en 1906.

El segundo gran desarrollo fue el redescubrimiento de los trabajos de Mendel en 1910. Las investigaciones de Mendel contribuyeron las bases de los conocimientos genéticos modernos. De modo comprensible, fue necesario que transcurriera cierto tiempo para que se acumularan esos conocimientos básicos y pudieran extenderse. Pasaron varias décadas en la que los criadores e investigadores del ganado lechero; así como los criadores e investigadores de plantas y animales, intentaron explicar la herencia de todos los caracteres en función de los principios de Mendel. No fue sino hasta mediados de la década de 1930 cuando evolucionó la metodología hasta el punto de que los criadores podían comenzar realmente a efectuar un mejoramiento genético de los caracteres tales como rendimiento de leche. En esa época, se reconoció y aceptó la compatibilidad entre biometría y la genética y se iniciaron las prácticas genéticas modernas.

Los personajes más importantes para esa transición fueron: William Bateson 1861-1926), genético inglés que invento el término “genética”; Francis Galton (1822-1881), especialista inglés en estadísticas, al que se considera como el fundador de la biometría entre otros.

2.6. Caracteres importantes en el mejoramiento de ganado lechero bovino.

2.6.1. Producción de leche

La cantidad de leche es un carácter que necesita ser mejorado, la producción es altamente correlacionada con la cantidad de proteína, lactosa y minerales, no así con el porcentaje de grasa cuya correlación es negativa. Por ello, es necesario que los ganaderos registren la producción de leche de cada individuo, al menos una vez por mes, aunque es recomendable tomar datos diarios, semanales o mensuales según el parámetro indicado; aunque la producción de leche es preferible cuantificarla semanalmente; atendiendo la grasa láctea para su ajuste y la frecuencia del ordeño diario (Bath et al., 1986) sabiendo que su heredabilidad puede cambiar entre 20 y 30% (Schmidt y Van Vleck, 1974; Mendoza, 2004).

2.6.2. Composición de la leche

En algunas regiones, la leche tiene un precio mayor de acuerdo a su contenido en grasa, proteína y sólidos totales, por lo que los programas de selección deben tomar en cuenta la relación entre la producción de leche con la composición de la misma. La manera más fácil de considerar esta relación es quizás tomar en cuenta las correlaciones genéticas entre estas características. Los componentes de la leche y la producción de leche, están asociados positivamente desde el punto de vista genético; por lo tanto la selección para una característica automáticamente causa un cambio positivo en la otra. Sin embargo, la producción de leche con los componentes expresados en porcentaje, presenta una correlación ya la selección aumenta la

producción de leche pero el porcentaje de grasa disminuye y lo mismo sucede para la proteína, sólidos no grasos y porcentaje de sólidos totales, ([Http://www.fmvz.unam.mx](http://www.fmvz.unam.mx). 2008).

2.6.3. El tipo y la selección de los bovinos de leche

La conformación del animal se viene utilizando desde muchos años atrás en la selección de ganado lechero, algunos de esos caracteres morfológicos están relacionados con la producción. Como ejemplo: el tamaño del cuerpo, la amplitud de la pelvis, el diámetro de la caja torácica, el tamaño de la ubre y otros más. Pero también existen caracteres que nada tienen que ver con la producción como el color, la presencia o ausencia de cuernos, las diferentes formas de las manchas. Los bovinos han sido clasificados en tipo leche y tipo carne; debido al objetivo de producción, a las características morfológicas, el comportamiento y la conducta bajo el manejo o influencia de los humanos como animales domesticados (Ensminger, 1990). Adicionalmente, en la actualidad se han generado los cruzamientos llegando a conformar las razas sintéticas cuyas características biológicas y zootécnicas les identifican como animales de múltiples propósitos y donde la figura del tipo convencional (leche o carne) sufre una modificación morfo simétrica acompañada de cambios en la habilidad lechera o en la habilidad para ganar peso (Ramírez, 2010).

2.6.4. Tipo y producción

Algunos caracteres de tipo y producción están correlacionados, los valores de correlación serán válidos y confiables cuando procedan de un gran número de animales, durante el proceso de descarte de los animales es necesario ser cuidadoso en el uso de los valores de correlación, especialmente cuando los animales aún no han tenido la oportunidad de expresar su habilidad productiva. La selección para ciertos caracteres de tipo puede incrementar la producción, si la correlación es positiva. En cambio si la correlación es negativa entre la producción y el tipo, la producción se puede ver afectada negativamente (Simon, 2005).

2.6.5. Calidad de la ubre y del ordeño

Un buen tamaño y una buena distribución de los pezones en la ubre son importantes en la explotación lechera; pezones muy grandes son susceptibles a la mastitis, ya que la velocidad del flujo de la leche durante el ordeño ha sido estudiado determinándose que altas velocidades de flujo de la leche tiene una alta incidencia en la presentación de mastitis en vacas de alta producción (Philpot y Nickerson, 1995; Kirk, 2016; Schukken et al., 2018).

2.6.6. Eficiencia reproductiva

La vaca que tiene un hijo tierno da más leche que la vaca que ha parido hace mucho tiempo, por lo que se necesita que la vaca tenga una cría regularmente cada año. La eficiencia reproductiva puede ser medida por algunos parámetros:

1. Servicios por concepción (SPC)
2. Intervalo entre partos (IEPs)
3. Periodo Abierto Parto – Concepción (PAPC).
4. Tasa de Concepción (TC)

Estos parámetros deben ser considerados en la selección de las vacas inclusive se les puede poner dentro de un índice, a pesar que la mayoría de las características reproductivas tienen baja heredabilidad (Hafez, 1986).

2.6.7. Fertilidad de la vaca

La fertilidad de la vaca se encuentra influenciada por muchos factores. La edad del animal posee una influencia muy fuerte sobre la fertilidad. Las vaquillonas y las vacas de segunda lactancia son generalmente más fértiles que las vacas de primera lactancia y las vacas adultas. La más alta fertilidad se obtiene durante los meses más fríos del año y cuando las vacas se encuentran:

- Libres de enfermedades reproductivas.
- Libres de problemas de parto.
- Libres de desbalances nutricionales, especialmente.

Si la vaca no se encuentra ni muy flaca ni muy gorda al momento del parto. La fertilidad es también alta cuando la vaca deja de perder peso y comienza a reponer las reservas corporales unos meses luego del parto (Mendoza, 2004).

2.6.8. Eficiencia en la detección de celo

Una baja eficiencia de detección de celo es probablemente el factor más simple e importante que afecta el índice de preñez de lo que de otra manera sería una vaca fértil. La eficiencia de detección de celo se compone de dos partes: nivel de detección y exactitud de detección.

La exactitud de detección puede ser baja debido a:

- El productor no se encuentra familiarizado con los signos de celo y falla al hacer una correcta identificación de la/s vaca/s en celo.
- El celo es detectado correctamente, pero un error se presenta al determinar la identificación de la vaca o al registrar el evento (por ejemplo fecha incorrecta, Hafez, 1986).

2.6.9. Índices Reproductivos

Los indicadores de la reproducción tienen varias expresiones; sin embargo, en su mayoría hacen énfasis en el desempeño de la vaca propiamente; por lo cual su detalle y la aplicación deben ser aplicados técnicamente con criterios amplios sobre valores referenciales con énfasis en el óptimo zootécnico y de manejo bioeconómico (Arauz, 2010). Mendoza (2004) ha reportado que los índices reproductivos son indicadores del desempeño reproductivo del rodeo (días de vacía e intervalo entre partos.). Los índices se pueden calcular cuando los eventos reproductivos del rodeo han sido registrados en forma adecuada; los cuales permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas, monitorear los progresos e identificar los problemas

en estadios tempranos. Además, los índices reproductivos pueden ser utilizados para investigar la historia de los problemas (infertilidad y otros). La mayoría de los índices para un rodeo son calculados como el promedio del desempeño individual de las vacas. Por lo tanto, en pequeños rodeos, la evaluación del desempeño reproductivo puede pasar del promedio del rodeo al desempeño individual de la vaca (Bowman, 1983; Bath et al., 1986).

2.7. Heredabilidad y su importancia en el mejoramiento genético tipo leche.

La heredabilidad es la parte genética del animal que puede ser heredada o transferida a la descendencia. Para su estimación es necesario conocer registros de parientes en un mismo carácter, aquí los registros no son iguales porque estamos comparando los registros de los padres y de los hijos (Mendoza, 2004). Lasley (1991) señala que la heredabilidad para la producción de leche en bovinos varía del 1 al 71%, con un promedio de 36%, además indica que la correlación entre el fenotipo y el genotipo de los individuos en promedio debe ser también alta y la selección sobre la base del fenotipo individual será efectiva, mientras que cuando este valor es bajo existe una baja correlación entre el fenotipo y el genotipo. Así al utilizar individuos superiores para este carácter con fines de cría, su descendencia no reflejará las características del progenitor; contrario a cuando la heredabilidad es alta. No obstante, la heredabilidad estándar para la producción de leche ha sido fijada entre 0.25 y 0.30 de acuerdo con diversos autores; incluyendo Wilcox et al., (1978) y Powell (2010). La variación genética es la variación entre los animales para una característica en particular y es el material básico con el que trabaja un criador de ganado. Esta variación se debe a

diferencias entre los individuos del hato lechero y a los factores ambientales que inciden en dicho hato (<http://www.fmvz.unam.mx>.2008).

El valor de la heredabilidad para un carácter lechero puede variar; sin embargo, hoy en día se utilizan valores referénciales para aquellas características de importancia biológica, reproductiva, de producción y de carácter económico propiamente. En consecuencia, enfermedades metabólicas y para algunos eventos reproductivos. A continuación se presentan algunos de los caracteres más relevantes con su respectiva heredabilidad en ganado lechero según el sitio <http://www.fmvz.unam.mx>. (2008). Los estudios de Duane et al., (2010) indican que los valores de la heredabilidad (h^2) para los caracteres lecheros son variables y se describen en los siguientes cuadros (II y III).

Cuadro II: Heredabilidades referenciales para el ganado lechero.

Carácter	Heredabilidad	Carácter	Heredabilidad
Producción de leche	0.20	Producción Hijas	0.04
Rendimiento de Grasa	0.20	TC del Hato	0.01
Rendimiento de Proteína	0.20	TC vacas	0.02
Conteo Células Somáticas	0.12	Fac Parto Padre	0.086
Vida Productiva	0.08	Fac Parto Hijas	0.048
Compuesto de Ubre	0.27		
Compuesto de Patas y Pezuñas.	0.15		

Fuente: Duane y VanRaden (1993).

Cuadro III: Principales caracteres lecheros y la heredabilidad referencial en ganado lechero especializado.

Características	Heredabilidad %	Características	Heredabilidad %
Producción		Peso corporal	35
Leche	25	Carácter lechero	25
Grasa	25	Calificación del tipo	20
Sólidos no grasos	21	Eficiencia alimentaria	30
% de grasa	57	Característica en Ubre	
Proteína	25	Sostén de ubre	15
% de sólidos no grasos	54	Sistema mamario	22
Proteína	50	Profundidad de la ubre	15
Susceptibilidad a enfermedades		Profundidad de la ubre	15
Mastitis	10		
Cetosis	5		
Fiebre de leche	5		
Ovarios quísticos	5		

Fuente: <http://www.fmvz.unam.mx>. (2008).

Es esencial destacar que el impacto de la heredabilidad sobre el progreso genético es fortalecida cuando la intensidad de la selección es relativamente alta en función de los progenitores que participan en la aditividad genética; así como en función del diferencial de selección establecido como meta sobre la media poblacional (Becker, 1982). No obstante, entre menor sea el intervalo generacional de los progenitores sobre la población en referencia, mayor será el impacto sobre el progreso genético (Bath et al., 1998).

2.8. La repetibilidad y su utilidad en la predicción del valor fenotípico lechero.

La repetibilidad es un índice de ponderación fenotípico que identifica el grado de ocurrencia con la misma magnitud en la vida útil del animal (Ensminger, 1980). Ochoa (2008), señalan que el coeficiente de repetibilidad de cualquier carácter se define como la proporción de la variación fenotípica que se debe a la variación genética y a la variación ambiente permanente y en por ello la variación temporal es excluida.

En el concepto de la selección y su utilidad práctica, la repetibilidad se corresponde con la correlación intercalase; también identificada como r en mejoramiento genético respectivamente (Gill, 1978). La repetibilidad indica cuando una característica puede ser medida más de una vez en diferentes tiempos en el mismo animal, como es el caso de la producción de leche cuantificable en lactaciones sucesivas y para ello es posible obtener la correlación promedio de la producción de la misma vaca también se le conoce como repetibilidad.

El conocimiento de la repetibilidad, para las diferentes características, puede ser utilizado para seleccionar vacas del hato, para una mejor producción futura. Cuando la repetibilidad para unas características es alta, la eliminación con base en el primer ciclo de producción será efectiva para mejorar la producción del hato en el siguiente año (ver cuadro IV).

Cuadro IV. Repetibilidad de algunas características en ganado lechero.

Característica	Repetibilidad %	Característica	Repetibilidad
Producción		Porcentajes:	
Leche	53	Grasa	76
Grasa	49	Solidos no grasos	60
Solidos no grasos	50	Total de solidos	75
Total de solidos	49	Proteína	61
Proteína	55		

Fuente: <http://www.fmvz.unam.mx>. (2008).

La repetibilidad (R) es utilizada para predecir la capacidad de producción futura de una vaca lechera ya sea utilizando sus propios registros o utilizando sus registros y los resultados de la prueba de progenie de su progenitor (Schmidt y Van Bleck, 1988). En caso de que la vaca no posea un progenitor probado, su habilidad más probable de producción lechera (HMPPL) se calcularía de la siguiente forma:

HMPPL_(kg) = [(nR) / (1 + (n-1) R)] (Producción media Vaca_(kg) – Promedio Hato_(kg)) + Media Hato_{kg} Donde n son el número de registros de producción de leche de la vaca, R es la repetibilidad y se utilizan la producción promedio de la vaca en contraste con el promedio de producción del hato al que pertenece la vaca en evaluación (Schmidt y Van Vleck, 1974).

Si la vaca posee un progenitor con prueba de progenie; entonces se puede calcular la HMPPL de la siguiente manera:

$$\text{HMPPL}_{(kg)} = b_1 (\text{Promedio Vaca}_{(kg)} - \text{Promedio Hato}_{(kg)}) + b_2 (\text{PTA leche kg}) + \text{Promedio Hato}_{kg}$$

Donde b_1 y b_2 son los coeficientes de regresión para las contribuciones de los registros de producción de la vaca y de la prueba de progenie de producción del progenitor de la vaca; atendiendo los coeficientes estándares para el ganado lechero indicados por Schmidt y Van Vleck (1974) y Becker (1984). Estas aplicaciones pueden ser ampliadas y/o mejoradas si se consideran otras informaciones que proceden de las hijas de la vaca, o en su defecto si proceden de la madre de la vaca propiamente.

2.9. Relación entre la producción de leche y la calificación para tipo de animal y las correlaciones genéticas.

Esta correlación ha recibido mucha atención tanto en las exposiciones ganaderas como por el criador del ganado, para seleccionar los animales de reemplazo, en la mayoría de los estudios sobre el tema se han obtenido correlaciones genéticas bajas para la calificación total y la producción de leche; siendo este valor de 0.05; lo que indica una baja correlación genética al llevar a cabo un programa de selección. Los estudios presentados por Wilcox et al., (1978) y revisados en el nuevo texto sobre el manejo de hatos lecheros de gran tamaño indican que la relación entre la producción de leche y el tipo es inversa desde el punto de vista de la conformación ideal y la capacidad fenotípica para alcanzar y sostener una alta producción láctea.

En la práctica, el ganadero ambiciona lograr un mayor potencial lechero sostenible con una conformación moderadamente conservadora sin caer en el refinamiento ya que ello conduce a una reducción del potencial lechero y a la merma en la longevidad de la vaca lechera (Araúz, 2017).

Los análisis de relación entre la producción de leche y el tipo fueron traducidos económicamente para aplicarse en las pruebas de progenies de los toros Holstein y otras razas lecheras; partiendo de la importancia que se le puede dar a la producción y al tipo bajo el concepto de los factores económicos; descritos por Wilcox et al., (1978) y revisados en 1995. Los valores económicos se presentan en el cuadro IV como referencia para la generación del Índice Producción Tipo (IPT).

Cuadro V: Factores económicos para la predicción del Índice de Producción Tipo aplicables luego de contar con las pruebas de progenies oficiales y distribuyendo la importancia del mejoramiento en producción y conformación general.

Producción (%)	Tipo (%)	Factor para Tipo	Relación P : T
75	25	9	3:1
86	14	4	6:1
90	10	3	9:1
95	5	1	20:1

Fuente: Wilcox et al., 1978.

El Índice Producción Tipo (IPT) para la prueba de progenie de un toro Holstein sería:

$$\text{IPT } (\$) = (\text{HPT leche}_{\text{kg}}) (\$/\text{leche}_{\text{kg}}) + k \text{ Tipo}$$

Donde k es el factor económico en \$ para el puntaje del tipo de las progenies según la importancia de la producción y el tipo lechero con base a la evaluación lineal según el modelo de Wilcox et al., (1978); donde la relación producción: tipo determinan hacia donde se orienta el programa de mejoramiento lechero genético funcional. Este índice es práctico aunque existen otros modelos más complejos para la ponderación del valor productivo y económico para el ganado lechero; en donde se consideran otros caracteres o combinaciones de caracteres como el compuesto de ubre y de patas y pezuñas propiamente.

2.10. Relación entre la producción de leche y el tamaño de las vacas.

El tamaño de las vacas ha recibido considerable atención en la clasificación del tipo, y en general, puede señalarse que las vacas de mayor tamaño producen más que las vacas pequeñas de la misma raza, pero necesitan mayor cantidad de alimento para su mantenimiento. En el caso de dos vacas del mismo nivel de producción, pero de diferente tamaño, la vaca más pequeña será económicamente más rentable ([Http://www.fmvz.unam.mx](http://www.fmvz.unam.mx). 2008). Algunas características están relacionadas con otras ya sean positiva o negativamente y en términos estadísticos se dicen que están correlacionadas. La correlación puede ser de origen genético o ambiental. La correlación genética es la que nos interesa por su influencia en los programas de selección.

En principio, la selección de animales más grandes favorece ligeramente la producción de leche y el rendimiento de sólidos lácteos. Esto permitiría seleccionar animales que produzcan más leche; aunque la heredabilidad moderadamente alta (0.25 a 0.3) también actuaría como parte del mejoramiento lechero potencial. Así mismo hay que tener presente que las características grasa y proteína de la leche, tienen una correlación negativa con la producción de leche, es decir si se mejora los niveles productivos, la calidad de la leche va a disminuir (Bath et al., 1986).

2.11. Situación actual de la producción bovina de leche en Panamá.

2.11.1. Población de fincas lecheras y clasificación tecnológica por higiene y calidad.

La población de fincas que contribuyen con la producción lechera en el 2011 fue 6 594 (solamente las fincas proveedoras de leche para el procesamiento); mientras que para el 2014 se reportan 8 268; incluyendo las fincas proveedoras para plantas y queseras; así como también las fincas que producen leche para su consumo propio y para la industria artesanal doméstica. Muchos de los nuevos productores son grado C, los cuales tienen un bajo número de vacas en producción, su ordeño es manual una vez diariamente y son fuertemente afectados por la época seca y los desbalances de las lluvias entre épocas secas y lluviosas. La composición de las fincas lecheras por grado tecnológico en el año 2010 al 2011 era constituida por las fincas grado A (329= 4.99%), grado B (223=3.38%) y grado C o industriales (5 197= 89.73 %) de acuerdo con la Dirección de Ganadería del MIDA (2012). La producción de leche anual entre el 2010

y 2012 fue de 198 millones de litros anuales, cifra que ha sido incrementada a unos 208.95 millones, siendo la leche grado A un 53 % según Guevara (2015).

La información presentada por Guevara (2010) indica que hay una tendencia en el crecimiento tecnológico y por ende el número de fincas lecheras con tecnología grado A aumentando en cantidad y en calidad de leche producida; mientras que es menos probable que las fincas lecheras industriales aumentan en capacidad de producción, pero si en número de fincas.

2.11.2. Producción láctea nacional e indicadores del desempeño lactacional en Panamá.

La disponibilidad de lácteos en Panamá en el 2010 fue de 195 millones de litros de leche y las importancias equivalentes fue de 135 millones de litro; totalizando 330 millones (Guevara, 2011) para una población nacional de 3, 661,835 habitantes (INEC, 2013). En consecuencia, el consumo per cápita nacional fue 90.12 litros por año por habitante que indica una cifra deficiente de acuerdo con lo establecido por la Organización Panamericana de Salud (OPS) y otros organismos (OMS, FAO).

Las cifras del desempeño lactacional oscilan de acuerdo con el grado tecnológico; destacándose que las fincas grado C presentan una producción anual por vaca entre 600 y 2,500 kg; mientras que las fincas grado A muestran variantes de acuerdo a la raza; sobresaliendo la raza Holstein con una producción anual entre 3,400 y 8,500 kg (Araúz, 2008, 2014), aunque se encontró que había un 8% de las vacas con producción entre 8,500 y 10,600 kg (Batista et al., 2008). En la raza Pardo Suizo, las cifras anuales

oscilan entre 2,500 y 7,000 kg con un 10% de los animales que evidenciaron producciones entre 7,000 y 8,200 kg (Araúz, 2008).

La revisión de las cifras de producción por Araúz et al. (2014) indica que la raza Holstein produce en los hatos con la mayor tecnología en Panamá hasta el 67.65 % del patrón racial en Estados Unidos; mientras que las razas Pardo Suizo y Jersey producen 61.24 y 63.32, indicando que estamos entre 30 y 40 % por debajo del patrón de producción en los climas templados. Sin embargo, el enfoque técnico y administrativo debe ser cuanto del techo funcional de estas razas podemos alcanzar en un modelo de alimentación y manejo con mayor dependencia en los forrajes, con el mínimo uso de concentrados; buscando la calidad láctea, salud metabólica de las vacas y rentabilidad de la finca lechera tropical.

Cuadro VI: Perfil lactacional de las razas lecheras Holstein, Pardo Suizo y Jersey en vacas adultas (tercera lactación) en el clima templado y en el Trópico (Panamá).

Clima templado			Clima tropical húmedo (Panamá)			
Raza Lechera	Prod. Racial (kg)	Peso Racial (kg)	Producción Racial (kg)	Peso Racial (kg)	Dif. Láctea (kg)	Valor Relativo (%)
Holstein	11 680 t	679	7 902 ± 2 445 (5 457 a 10 347) En 361 días	566.3 (83.4%)	3 778	67.75
Pardo Suizo	9 830 t	679	6 020 ± 2 058 (3 962 a 8 087) En 339 días	547.6 (80.64%)	3 810	61.65
Jersey	8 291 t	449	5 250 ± 1 675 (3 575 a 6 925) En 325 días	387.4 (86.28%)	3 041	63.32

Fuente: Arauz et al., 2015.

Los indicadores reproductivos y lactacionales a través de los índices zootecnimétricos funcionales indican diferencias de crianza y el desarrollo de las hembras de remplazo, atrasos en el crecimiento y la habilitación reproductiva inicial, problemas parasitarios, atrasos en la edad al primer parto, problemas de fertilidad postparto, bajas tasas de producción láctea-reduciéndose la curva de lactación hasta en 30% en los casos extremos, problemas metabólicos, subnutrición energética y potencial lactacional y alta incidencia de los procesos inflamatorios en el sistema mamario (Araúz, 2015).

Las fincas lechera nacionales son clasificadas por su grado tecnológico, la calidad láctea, el empleo de refrigeración post ordeño y la producción de leche; por lo que las cifras son heterogéneas en número de fincas y capacidad de producción. En el 2011, las fincas grado C (baja tecnología lechera), las fincas grado B (tecnología intermedia con ordeño mecánico y sin refrigeración) y las fincas lecheras grado A (máxima tecnología lechera) eran 5 917 (89.73 %), 223 (3.38 %) y 329 (4.99 %). No obstante, las fincas con mayor grado tecnológico (grado A) produjeron el 53 % de la producción nacional, a pesar de que solo representaron el 5 % de las fincas lecheras nacionales con actividad pecuaria anual completa. Dentro de ese contexto, se plantea el impacto que tendría adecuación tecnológica de las fincas lecheras con menor tecnología, lo cual permitía satisfacer la demanda nacional (Araúz, 2014).

El pasado y presente de la ganadería de leche y su industria en Panamá han sido tipificadas por un grado de baja tecnología, variantes en la industria por transnacionales y alta heterogeneidad en el tamaño de las fincas lecheras y por ende; en su potencial lechero; el cual es reducido y/o afectado por la influencia de la época anual y por los factores de alimentación y subnutrición (Guerra, 2008).

2.11.3. Perspectivas y mejoramiento de la producción lechera en Panamá.

La evolución de la ganadería de leche en Panamá ha sido heterogénea en los últimos 40 años; sin embargo, en los últimos 20 años se ha producido un incremento marcado. Las prioridades están siendo centradas en la capacitación y especialización a nivel

superior; incluyendo diplomados, maestrías y doctorados en ciencias, los cuales deberán desarrollarse en Panamá en función de nuestras propias necesidades. Para que haya éxito se deberá contar con los recursos humanos, logísticos y económicos que involucren al estado, las asociaciones ganaderas, las cooperativas, las asociaciones profesionales, las universidades y los propios productores, en conjunto con las plantas procesadoras y el sector comercio.

Es evidente que el mejoramiento lechero deberá incluir la investigación nacional y caracterización de los sistemas de producción lechera, de un plan maestro de desarrollo ganadero y de un programa de extensión dirigido al mejoramiento genético de la capacidad producción y eficiencia en el uso de recursos. Adicionalmente es preciso continuar con el mejoramiento genético y la selección funcional con énfasis en la adecuación micro ambiental y la producción de leche a base de forrajes y leguminosas, y menos granos para reducir los costos y mantener el control reproductivo preventivo, con el denominador común en conjunto con el programa de salud animal y bioseguridad y el cuidado al medio ambiente para alcanzar la autosuficiencia en leche y derivados en Panamá.

2.11.4. Razas bovinas tipo leche utilizadas en Panamá.

En términos técnicos, las razas lecheras han sido identificadas y perfeccionadas a lo largo de los últimos 300, hasta la fecha (Visser y Wilson, 2006; Asociaciones de Ganado Lechero Holstein, Pardo Suizo, Jersey y otras, 2014). La capacidad funcional en las

razas lecheras se mide en función de su producción ajustada a 305 días o en 365 días o por el rendimiento de sólidos totales y de grasa láctea. Como indican Visser y Wilson (2006) en un resumen de las potencialidades de la producción lechera (ver cuadro I); la raza Holstein es la reina del rendimiento lácteo, seguido de la raza Pardo Suizo y de otras razas caracterizadas por su gran masa corporal; sin embargo, estas opciones se alejan del perfil ideal para el medio tropical ya que presentan un alto peso corporal, una mayor capacidad de aislamiento calórico, mayores necesidades nutricionales para el mantenimiento corporal y en términos relativos al consumo de materia seca y energía estas razas son menos eficientes para el clima tropical como se indica en el cuadro VII.

Cuadro VII: Promedios de la producción de leche y masa corporal en las razas lecheras europeas en climas templados.

RAZA	LECHE KG	GRASA KG	PESO KG
HOLSTEIN	11680	422	679
PARDO SUIZO	9830	392	679
MILKING SHORTHORN®	9750	355	670
ROJO FINLANDES	9359	370	519
MONTBELIARDE	9270	346	708
AYRSHIRE	8455	322	549
JERSEY	8291	376	449
NORMANDA	8054	274	679
GUERNSEY	7697	336	519

Fuente: Visser y Wilson (2006).

En consecuencia, la recomendación genérica en razas especializadas para la producción lechera en el clima tropical está centrada en el uso de tres opciones raciales que han sido empleadas partiendo de una decisión que utilizo el antecedente de

producción en el clima templado. Por lo tanto es esencial reconocer cual ha sido la respuesta de estas razas en el clima tropical y relacionar ello con el patrón lactacional en el clima tropical.

En consecuencia, la recomendación genérica en razas especializadas para la producción lechera en el clima tropical está centrada en el uso de tres opciones raciales que han sido empleadas partiendo de una decisión que utilizo el antecedente de producción en el clima templado. Por lo tanto es esencial reconocer cual ha sido la respuesta de estas razas en el clima tropical y relacionar ello con el patrón lactacional en el clima tropical.

Las condiciones del medio tropical no son las mejores como conocemos para las razas lecheras; no obstante, cuando se conjuga el clima, con la calidad del pasto, los procesos de locomoción, las parasitosis, la época anual y las deficiencias que puedan ocurrir en el manejo cotidiano de la vaca lechera en producción y el estrés calórico es prudente reconocer la realidad funcional de las razas lecheras más conocidas en el trópico que son la Holstein, Pardo Suizo y Jersey. Aquí lo importante, no es la producción que se logra en los climas templados, con la estabulación completa y una mecanización con un alto costo implícito; sino por el contrario, valorar la capacidad funcional en el trópico por la producción acumulada según la masa corporal. Las cifras de Panamá indican que entre las razas lecheras, la Holstein, Pardo Suizo y Jersey son las prevalentes y sobre las cuales se han realizados mucho esfuerzo genético y tecnológico.

Cuadro VIII: Indicadores del rendimiento lactacional de las razas lecheras en el clima tropical bajo condiciones de pastoreo y suplementación energético – proteica con alimento concentrado.

Indicador lactacional	Holstein	Pardo Suizo	Jersey
Produccion de leche Mínima (kg)	3250	3100	3125
Produccion de leche Máxima (kg)	10,250	7650	5750
Produccion de leche máxima (kg/día)	48.5	32.7	28.2
Produccion de leche inicial (kg/día)	17.6	12.8	10.9
Producción de leche al cierre (kg/día)	9.5	7.8	7.2
Produccion más Probable (kg/305 días)	7500	5850	5250
Peso Corporal Tropical (kg)	575	545	377
Relación Leche/Peso (kg leche/kg Peso)	13.04	10.77	13.92

Fuente: Batista, J. R. (2008); Araúz, E.E (2010); Araúz, E.E. (2014, 2015).

2.11.4.1. Jersey

Es un animal de bajo peso corporal (449 kg), lo cual le permite tener una menor capacidad de almacenamiento calórico y un menor costo energético para realizar su enfriamiento corporal por termólisis pasiva y activa. Entre las principales características de la raza Jersey están: tamaño pequeño, mansedumbre, capacidad reproductiva, tamaño de la cría y facilidad de partos (27 kg), bajo consumo de materia seca (67% de los razas pesadas), contenido de los sólidos totales y grasa láctea, aplomos balanceados y baja predisposición a los problemas pódales y un excelente sistema mamario. Esta raza representa el bovino lechero moderno que constituye la nueva

tendencia para utilizar menos superficie terrestre para pastoreo; facilitando tener un mayor número de animales por unidad de superficie a un menor costo. La unidad de masa corporal de la Jersey adulta es 34% menor al estándar racial de la Holstein y Pardo Suizo.

La raza Jersey posee el mayor contenido de sólidos grasos en la leche (5.17%), posee gran capacidad de pastoreo y ejercen una menor compactación en el suelo. Se destaca en esta raza la proporción que su sistema mamario presenta y las mismas son muy sociables con los animales de otras razas bovinas.

Figura IV y V: Ejemplares de la raza Jersey



Fuente: Imágenes en Google (2014). <http://www.google.com/imgres>.

La raza Jersey posee la mayor eficiencia reproductiva entre las razas lecheras y la mayor facilidad de partos ya que las crías presentan un bajo peso corporal (27 kg) que corresponde a un 6.01% del peso vivo estándar de la raza (449 kg). Esta condición se suma a la excelente relación de la producción de leche por unidad somática estándar

que corresponde a 18.46 kg de leche con 5.17% de grasa por cada kilogramo de peso corporal; lo cual ajustado por el consumo de materia seca representa la mayor eficiencia total entre las razas lecheras (Araúz, 2014).

La eficiencia de la raza Jersey es aun superior cuando su producción se estandariza por el contenido de grasa láctea al 4% en comparación con otras razas lecheras. Por ejemplo si consideramos la grasa láctea de la Holstein 3.21%, Pardo Suizo 4.05% y Jersey 5.17% con una producción en base al patrón racial de 11680, 9830 y 8291 kg; tendríamos una producción estándar ajustada al 4% de 10278, 9978 y 9659 kg para las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey. No obstante, lo más significativo es la eficiencia corporal y energética de la raza Jersey como se indica en el cuadro II; evidenciando la mayor capacidad de producción lechera por unidad de peso corporal en base al estándar racial y al patrón biológico.

Las condiciones del medio tropical demandan una vaca lechera de menor tamaño, con alta capacidad termolítica, coloración que permita reducir la influencia de la radiación solar directa, un alto contenido de sólidos totales en leche, con alta capacidad reproductiva, que muestre una gran capacidad de pastoreo, la conducta debe ser linfática o de baja agresividad y muy manejable. Estas propiedades biológicas llamadas atributos genéticos funcionales se encuentran en la raza Jersey (Select Sires, 2016).

La eficiencia metabólica y energética de la vaca Jersey se puede observar al relacionar su producción de leche ajustada por grasa láctea en relación con su masa corporal y a su vez compararla con otras alternativas raciales como la Holstein, Pardo Suizo, Ayrshire y Guernsey (Ver cuadro IX y Gráfica II). Es evidente, que los indicadores de

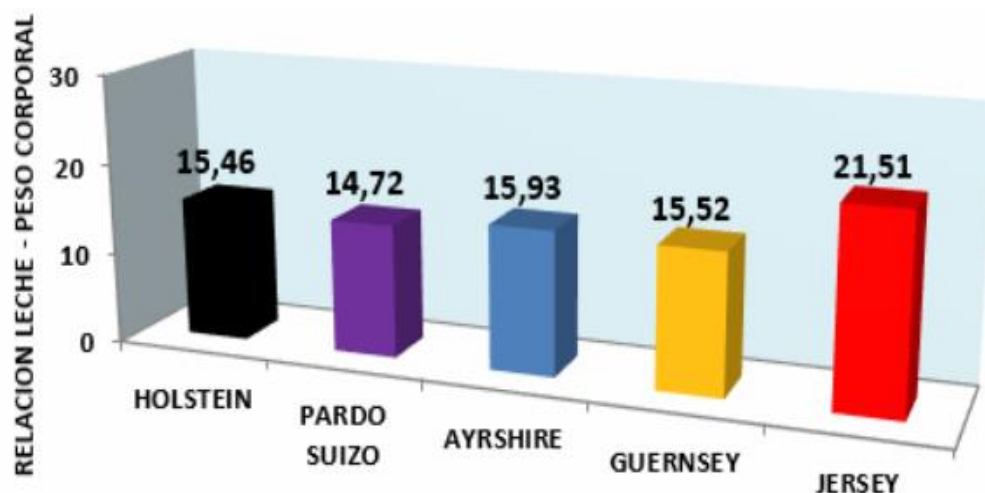
eficiencia cambiarían de acuerdo con la producción y el desempeño reproductivo; el cual está subordinado o más bien relacionado con las condiciones de manejo, alimentación y bienestar micro climático. La condición de bajo peso corporal le otorga a la Jersey la propiedad de baja capacidad para retención calórica y a su vez le facilita los procesos de la termólisis pasiva y activa aun en condiciones del medio tropical húmedo.

Cuadro IX: Patrón somático y eficiencia biolactacional de las razas lecheras.

Parámetros	Holstein	Pardo Suizo	Jersey	Ayrshire	Guernsey
Peso Corporal (kg)	679	679	449	549	519
Producción (kg)	11680	9830	8291	8455	7697
Produccion al 4% (kg)	10278	9978	9659	8747	8043
Producción/Masa (Kg de leche 4%/kg de peso)	15.46	14.70	21.51	15.93	15.50
Relación Fetal/Madre (%)	6.48	6.20	6.01	6.19	6.17
Aislamiento Térmico relativo	1.0	1.0	0.661	0.809	0.764

Fuente: Araúz, E.E. (2014)

Gráfica II: Relación de la producción de leche estándar ajustada por grasa láctea al 4% con el peso corporal en las razas lecheras.



Fuente: Araúz, E.E. (2014)

La realidad de las razas lecheras se modifica drásticamente en las condiciones del medio tropical; ya que las condiciones de manejo nutricional y el entorno micro climático; así como el propio modelo tecnológico de producción lechera limitan las posibilidades de expresar la capacidad funcional. Estudios recientes en Panamá indican que el desempeño lactacional del ganado lechero Holstein y Pardo suizo solamente alcanza entre el 50 y 65% de los estándares raciales; destacándose una menor producción de leche por periodo de producción real (4200 a 8500 kg; Batista et al., 2008) y el peso corporal es menor entre 17 y 21% (Montenegro et al., 2013). En consecuencia, es de esperar que otras razas como la Jersey, Guernesey y Ayrshire también sufran una reducción en su desempeño reproductivo y lactacional; sin embargo, es prudente y conservador indicar que esta raza tendría menores dificultades

para adaptarse al medio tropical y a las normas del manejo intensivo dado sus características biológicas, reproductivas y corporales.

La raza Jersey lleva más de 500 años de mejoramiento genético y ha demostrado su alta capacidad de adaptación a diferentes entornos micro climático, ha mantenido su evolución funcional en aumento, contiene el mayor contenido de sólidos totales y la mayor grasa láctea; siendo la raza con la mayor producción por unidad somática.

2.11.4.2. Pardo Suizo

Origen y Fase Evolutiva de la raza Pardos Suizo Moderna:

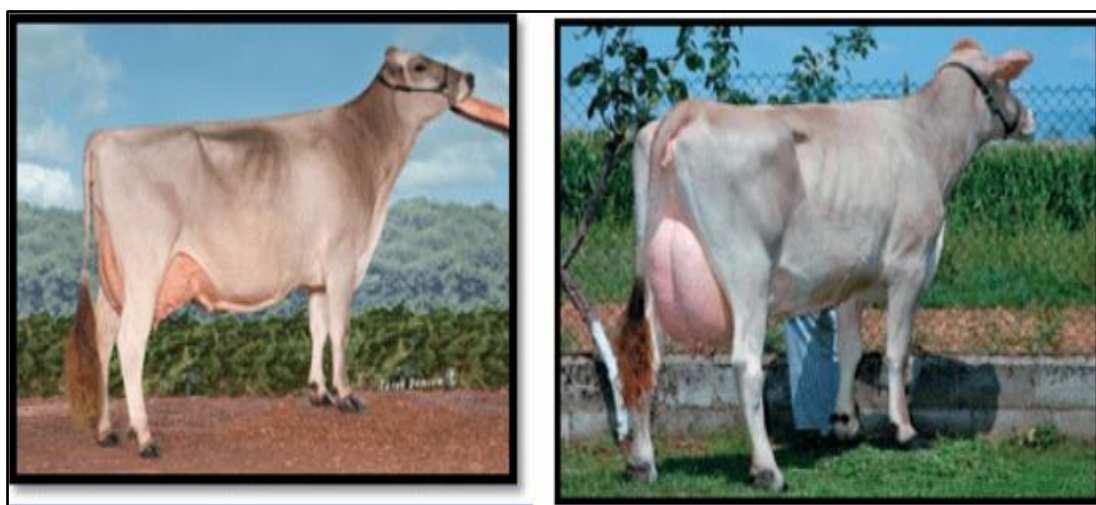
La Pardo Suizo es una de las razas lecheras más antiguas, pues datos acerca de su existencia se remontan 2000 años antes de Cristo. Fue utilizada con el propósito de producir carne, leche, tracción y carga en el continente europeo. Originaria de Suiza (Cantón de Schwig) y lugares próximos.

Origen: esta raza es originaria de los Alpes de Suiza, alcanzó su madurez en el siglo XIII en los valles de las montañas helvéticas y en el XIX se establecieron registros de producción sobre rendimiento en carne y leche. Entre 1869 y 1880, desde Suiza se exportaron a los Estados Unidos 130 ejemplares, que sirvieron de base para el desarrollo de la raza en su evolución hacia la producción de leche. Las características físicas más sobresaliente de la raza Pardo Suizo moderna son color del pelaje gris claro, café claro, café oscuro y tonalidades intermedias, piel de grosor mediano, mansedumbre, excelentes aplomos, buen sistema mamario, pezones uniformes, buen

soporte mamario, buena fertilidad y alta capacidad de pastoreo. La raza Pardo Suiza es famosa en todo el mundo y es la segunda raza por su rendimiento lechero con 9830 kg anual, 679 kg de peso en vacas adultas aunque no ha podido desplazar a la raza holandesa, Holstein en ningún país (Visser y Wilson, 2006).

En Panamá esta raza también es considerada la segundo en mayor rendimiento productivo además de ser la segunda raza más utilizada y la primera para generar cruzamientos de doble propósito (Araúz, 2014).

Figura VI y VII: Ejemplares de la raza Pardo Suizo



Fuente: Asociación Pardo Suizo de Estados Unidos USA, 2013.

2.11.4.3. Holstein

Son animales de origen holandés, de gran talla y caracterizadas por su pelaje blanco y negro en diferentes patrones en su superficie corporal, el color blanco les ofrece la capacidad de reflejar la radiación solar mientras se encuentran pastoreando en la fase diurna. La raza Holstein es la raza lechera de mayor tamaño; promediando 679 Kg y con una altura a la cruz de 147 cm (58 pulgadas) en el animal hembra adulto; aunque en nuestro país el peso adulto para la raza es de 566.31 Kg (Montenegro et al., 2013); mientras que Arauz (2012) reporta 574 kg; lo que representa una adaptación de 15.5% menos como producto de la sumatoria de la influencia nutricional en la edad temprana en los primeros 48 meses, la influencia micro ambiental y el propio proceso de acomodo orgánico, glandular, metabólico y sistémico al entorno tropical. La edad al primer parto de la raza Holstein está entre los 23 y 26 meses; dando lugar a terneros sanos con un peso de hasta 48 Kg según el estándar de la raza en las áreas templadas; mientras que en el trópico el peso al nacimiento oscila entre 34 y 42 kg con una media más probable de 38.4 kg que representa el 83.4% del estándar del peso al nacer de la raza en Panamá (Arauz, 2014). Debido a este gran tamaño, estos animales poseen una gran capacidad respiratoria y digestiva; capaz de hacer frente a las demandas energético-proteicas durante la lactación. Son reconocidas gracias a su destacable producción de leche, a sus deseables características fenotípicas y a su capacidad de adaptación a diferentes entornos micro climático. Aproximadamente más del 85% de las lecherías grado A en Panamá utilizan la raza Holstein como principal base genética.

Figura VIII y IX: Ejemplares adultos y terneras de la raza Holstein



Fuente: Asociación de la raza Holstein de los Estados Unidos. 2014

La raza Holstein se destaca mundialmente por tener la máxima producción láctea (11680 Kg) y 422 Kg de Grasa en leche; el promedio de grasa porcentual para la raza es de 3.21%, siendo uno de los más bajos, pero en volumen es la que mayor producción contempla. Actualmente el récord mundial de producción láctea lo posee la vaca del estado de Wisconsin de nombre “Ever-Green-View My 1326-ET”, la cual lo ganó en el año 2010, registrando una producción de 32736 Kg en 365 días (3X).

Una de las ventajas que tiene la raza Holstein con respecto a las demás, es la disponibilidad y variedad de material genético (Semen) de diferentes latitudes que tienen las casas comerciales en nuestro país y la cantidad de vientres a nivel nacional; cabe destacar que la mayor cantidad de toros probados y liberados a nivel mundial son la raza Holstein; permitiendo así un progreso genético a través de la selección de toros sobresalientes en producción de leche. Ya que a través de la inseminación artificial garantizamos mejorar la producción, con el uso adecuado y planificado del material genético. Hay que tener en cuenta que todos estos adelantos genéticos a nivel de la

raza Holstein conllevan a mayor productividad, pero también a mayores perfiles nutricionales y de manejo; ya que la raza Holstein tiene la capacidad de transformar el alimento en leche de manera eficiente; los perfiles nutricionales deben ser atendidos para permitir expresar dicha productividad. Tener en cuenta que debe cumplirse con los requerimientos de energía lactacional, proteína, mineral, vitamínico y de “Fibra”, ya que actualmente la mayoría de las explotaciones lecheras a nivel nacional realizan la suplementación a base de concentrados y se subestima la fibra el funcionamiento y bienestar ruminal (NRC, 1989, 2001).

La raza Holstein en Panamá ha tenido una adaptación, que ha permitido adecuar su fisiología a su entorno micro ambiental; y dicha adaptación ha creado resistencia tanto parásitos como a enfermedades propias de la región. Pero aunque los animales se hayan adaptado es importante tomar las medidas adecuadas para disminuir el efecto del estrés calórico del trópico.

Es importante que los sistemas de producción, tiendan a ir a la semi estabulación, ya que la raza Holstein al ser la mayor productora de leche, también generara más calor metabólico producto de la síntesis láctea; y se pueda suplementar y disminuir con ello el estrés calórico diurno; ayudando al comportamiento y bienestar de los animales y aprovechar el pastoreo en las horas más frescas y la noche en el trópico. Como la raza Holstein es la prevalente en los hatos lecheros del país, es importante destacar que se han hecho adecuaciones tanto físicas como de manejo para estos animales. Se están insertando incentivos para estimular el aumento de la producción y la calidad industrial de la misma; lo que favorece el mejoramiento de la producción láctea anual nacional.

2.12. Estimación del valor genético de los progenitores e importancia de las progenies.

La primera fase del mejoramiento genético consiste en identificar el valor genético de cada animal o el valor de reproducción para un carácter o los caracteres que se desean mejorar. El valor de la reproducción se define por separado para cada uno de los caracteres. Por ejemplo, el valor de reproducción de una vaca para el rendimiento de leche puede ser muy alto; pero al mismo tiempo, su valor productivo para la grasa de la leche puede ser mucho más bajo, que el promedio del hato o de sus contemporáneas; y eso significa que transmite genes a la progenie para un análisis bajo en grasa. Naturalmente, si se conocieran los genes que posee cada animal, se podría determinar con facilidad su valor reproductivo (McDaniel, 1965).

Actualmente la genómica ha incursionado como parte de la biotecnología genética para caracterizar el genoma del ganado bovino; lo cual ha facilitado el uso de los marcadores genéticos para aquellos caracteres de mayor peso en el mejoramiento.

2.13. Las pruebas de progenie en el ganado lechero

La prueba de progenie consiste en la evaluación del valor genético de los reproductores por medio de desempeño en sus progenies (Wilcox et al., 1978; Bath et al., 1986). El valor genético corresponde a dos veces el desvío de su progenie de la media de la población según Schmidt y Van Vleck, (1974).

En términos numéricos, si el peso al destete, por ejemplo, es de 150 Kg y la progenie del reproductor presenta un peso medio al destete de 160 Kg; el valor genético correspondiente es de 20 kg, lo que equivale a dos veces el desvío de su progenie en relación a la media de la población. Dicho valor se desprende de la siguiente relación cuantitativa:

$$\text{VG} = (\text{Desempeño Progenie} - \text{Desempeño Medio}) (2)$$

$$\text{VG (kg)} = (160 \text{ kg} - 150 \text{ kg}) (2) \quad \text{Respuesta: } +20 \text{ kg}$$

De forma tal, que el desempeño promedio de las progenies es contrastado con el desempeño biológico y económico de la población con énfasis en las hembras contemporáneas con diferente contribución paterna (Holmes y Wilson, 1989). Según Simon (2005) y Vargas (2012), muchas circunstancias favorecen las pruebas de progenies de los sementales del ganado lechero. La producción de leche es un carácter limitado al sexo femenino y el valor reproductivo del macho se debe obtener a partir de las características de los parientes cercanos y de la progenie.

La rápida aceptación de la inseminación artificial y del avance de las técnicas para el congelamiento y almacenaje del semen bovino, ha ocasionado que se extienda el uso de los sementales más notables que han superado las pruebas de progenies.

El método más original de prueba de progenie era probar los toros mediante apareamiento naturales con uno o dos hatos diferentes; sin embargo, la mayoría de los hatos son demasiados pequeños como para que los programas de pruebas resulten efectivos y se puedan obtener sementales que permitan el mejoramiento del

hato. Incluso en un hato de 100 vacas, las posibilidades de que el programa de prueba sea efectivo son demasiado bajas.

En los hatos individuales de este tamaño se requiere cuando menos del registro sobre 10 hijas para la prueba. Cuando todas las descendencias se retienen dentro del hato, la experiencia demuestra que al menos tres vacas deben estar preñadas para que obtenga una hija con características satisfactorias para su uso en la prueba. De esta manera, para someter a prueba a un toro joven cada año, se requiere al menos de 30 apareamientos exitosos, lo que significa que el 30% de las vacas se deben utilizar para cada toro que se prueba por año. Cuando se estudia un solo toro cada vez, no existe otra alternativa que se pueda escoger, de modo que si el toro no se compara de forma favorable con el o los sementales anteriores, debe destacarse y el proceso empieza otra vez. La mayoría de los hatos particulares no pueden someter a prueba a suficientes sementales como para asegurar un mejoramiento continuo a largo plazo; la consecuencia de esto es que la mayoría de las pruebas de progenie que se hacen sobre sementales constituyen una empresa de cooperación que requiere algunas organizaciones de crianza y muchos hatos.

2.14. Como se realiza la prueba de progenie de los toros.

El desarrollo y mercadeo de toros probados no es un proceso simple, sin embargo nos da la confianza de que los toros en centros de inseminación son la fuente de la mejor genética. Se ha trabajado continuamente por muchos años ajustando y corrigiendo el

proceso por el cual las capacidades de los toros se pueden determinar, evaluar y comercializar y así contribuir a una mejora genética.

Figura X. Proceso de la selección de los sementales y pruebas de progenies

Fuente: Edward Peck (Hoard's Dairyman, 2000).

1º. Selección de las vacas elites dentro de la población base para inseminar con los toros superiores (4 locales y 3 foráneos).

2º. Los hijos de estos reproductores (150) se crían en centros de inseminación artificial y se selecciona una parte (60/150) considerados como toros candidatos (toros de prueba).

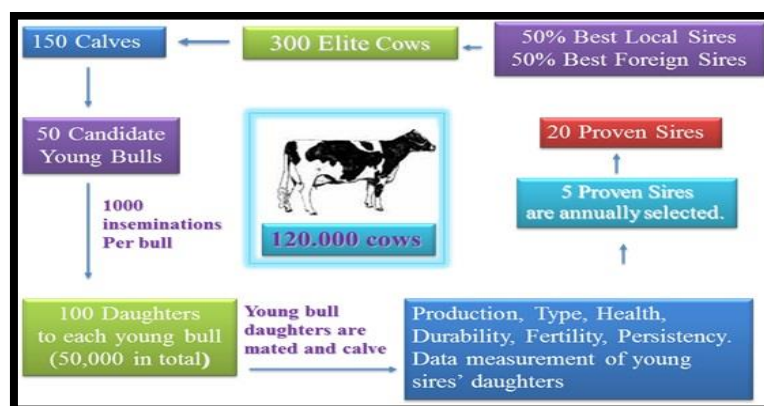
3º. El semen de estos candidatos se distribuye en las explotaciones comerciales para evaluar sus progenies.

4º. Se evalúa el rendimiento de las progenies de estos toros (100 hijas por toro) en las fincas.

5º. Se clasifican los toros según mérito y anualmente se selección los mejores (5/60) para agregarse a un grupo de aproximadamente 20 sementales probados.

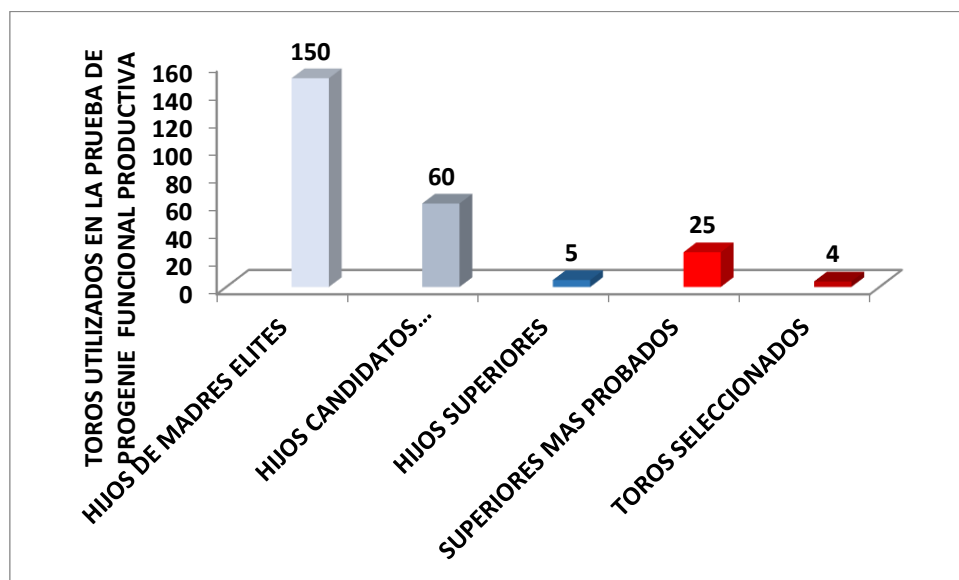
6º. Entre los 20 sementales probados disponibles se seleccionan los mejores (4/20) para cruzar con las vacas elites y continuar el ciclo de multiplicación, evaluación, selección y mejoramiento continuo propiamente (ver gráfica III).

Figura XI: Fundamento de la prueba de progenie para la evaluación de toros y uso de la producción de leche como indicador primario.



Fuente: Leiton, 2012.

Gráfica III: Evolución del proceso de evaluación, selección y segregación en las pruebas de progenies de los reproductores bovinos tipo leche.



Esto significa que los toros deberán superar varios filtros de prueba y evaluación para llegar a convertirse en parte de los toros seleccionados por su mérito genético; inclusive compitiendo con los toros que ya han sido previamente probados y seleccionados por los méritos de sus progenies para agregarse en un máximo de 4 toros por cada 150 hijos de madres superiores; lo que representa un máximo de 2.67% de los individuos que inician el proceso de evaluación partiendo a su vez del desempeño de sus madres consideradas como elites por su desempeño funcional y en el peor de los casos es posible que ninguno de los 150 terneros que se preseleccionan ninguno llegue a conformar parte del grupo selecto de los mejores 20 toros probados como método de progenie de rigor que se aplica entre las alternativas en los Estados Unidos, Canadá y algunos países en Europa. Este procedimiento garantiza una intensidad de selección de los reproductores de 3.07 si consideramos

que de los machos preseleccionados solamente participaría como máximo el 2.67% de acuerdo con la guía de mejoramiento Becker (1984).

2.14.1. Identificación y valoración de las vacas sobresalientes.

El desarrollo de sementales comienza con las madres elites de estos toros; fundamentalmente basadas según su desempeño en producción, reproducción, composición láctea, salud y conformación. En la industria lechera, las vacas elite son identificadas por diversos métodos, dependiendo lo que busque la organización en los hijos. Una de las formas más comunes para identificar una vaca elite es por medio de las listas preparadas por cada asociación de razas. Esas listas muestran los índices que clasifican a las hembras superiores, para producción, evaluación del tipo y pedigrí. Aquí, los registros de producción, la composición láctea, la información colateral de crecimiento, salud, reproducción y la evolución lineal constituyen parte de la información esencial. Para ubicar las vacas superiores o elites además de conocer los datos de la finca; es necesario utilizar la referencia de cuáles son las cifras de producción de leche y los rendimientos de grasa, proteína y lactosa con los cuales se cuenta actualmente según las razas y vacas debidamente registradas en el Programa de Mejoramiento Lechero (Powell, 2004). Por ejemplo, en el 2003 se reportó que la raza Holstein producía 11, 238 kg en 305 días y doble ordeno mecanizado; la raza Pardo Suizo 9466 kg y la Jersey 8,012 kg de acuerdo con los datos de los animales registrados en el Programa de Mejoramiento Genético Lechero de los Estados Unidos. Estas cifras indican que la raza Pardo Suizo producía un 84.23% de la producción de la raza Holstein y la raza Jersey un 71.29% en términos de la producción equivalente

para vacas adultas. Es oportuno indicar que las cifras de Producción de leche en Panamá con el sistema de pastoreo y suplementación corresponde al Holstein con 7902 kg en 361 días, Pardo Suizo 6020 kg en 330 días y Jersey 5250 kg en 325 días según Araúz (2014). En nuestro caso, la raza Pardo Suizo produce el 76.18% y la Jersey 66.44% en tiempo real de producción sin incluir los ajustes o la estandarización a 305 días.

Cuadro X: Indicadores lactacionales y de rendimiento de proteína, grasa y lactosa en las principales razas lecheras registradas en el programa de mejora genética en USA.

Raza	Registros	Leche (Kg)	Grasa (Kg)	Proteína (Kg)	Grasa (%)	Proteína ¹ (%)
Holstein	1,589,782	11,338	413	340	3.65	3.00
Jersey	115,472	8,012	369	285	4.61	3.55
Pardo Suizo	15,639	9,466	380	312	4.01	3.30
Guernsey	8,293	7,438	331	244	4.45	3.28
Ayrshire	6,755	8,110	313	253	3.85	3.12
Rojo y Blanco	3,334	10,479	382	310	3.65	2.96
M. Shorthorn	2,534	7,776	278	239	3.58	3.08
Total	1,741,809	11,082	409	335	3.72	3.04
Fuente: Powell y Sanders, 2004.						
¹ Proteína verdadera (0.19% inferior a la proteína bruta).						

2.14.2. Contratos de cruzamiento con padres predeterminados

Cuando una organización identifica una vaca elite de la que les gustaría obtener un toro, ellos harán un contrato de cruzamiento para ese individuo. La mayor cantidad de toros jóvenes en los programas de Inseminación Artificial hoy por hoy son obtenidos a partir de estos cruzamientos.

2.14.3. Progenies de vacas elites privadas

En adición a los contratos de cruzamiento con empresas de Inseminación Artificial, los toros jóvenes pueden ser escogidos como resultado del cruzamiento de vacas elites en forma privada. Estos terneros son a menudo el resultado de cruzamientos hechos antes que la vaca o hasta incluso el toro apareado fueran considerados para ser padres de la próxima generación de influencia genética.

2.14.4. Terneros sanos

Los terneros de los toros deben nacer sanos y libres de enfermedades de transmisión genética; así como mantener una buena salud durante su desarrollo. Con la expansión internacional y el intercambio de genética, este punto es analizado minuciosamente por organismos como: Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA), Asociación para el mejoramiento del ganado lechero (DHIA) y la Asociación de mejoramiento de los Estados Unidos (NAAB) entre otros.

2.14.5. La mayoría de los toros entran a las organizaciones de IA como becerros.

La edad específica puede variar en meses. Los becerros son llevados a las organizaciones a una edad en la que puedan cumplir los requerimientos de la estricta cuarentena y estar bajo los programas alimenticios que le ayudaran a crecer y producir gran cantidad de semen fértil desde muy joven. Algunos terneros no tienen

un origen genético lo suficientemente atractivo como para que las organizaciones de IA decidan adquirirlos a temprana edad. Los criadores de esos toros pueden tener la suficiente confianza en la superioridad genética del animal; por lo que retienen al becerro como reproductor y proveen los recursos necesarios para muestrearlo ellos mismos.

2.14.6. Colecta del semen tempranamente

En cualquier escenario, el semen de un toro joven es colectado, procesado y congelado tan pronto como sea posible, dependiendo de la madurez de cada individuo. Normalmente es colectado por primera vez entre los 12 y 18 meses.

2.14.7. Importancia del muestreo de semen al azar

El semen de un toro joven, es distribuido al azar para usarse en diferentes hatos. La distribución cuidadosa y al azar del semen usado es crítica para la confiabilidad de la habilidad de transmisión genética de estos toros, por lo que, se garantiza una adecuada distribución. Se determina un número total de dosis a distribuir para lograr un número de hijas adecuado al programa. Los toros jóvenes aquí entran en un largo periodo de “espera”, en el que no se procesa semen (3 años).

2.14.8. Nueve meses más tarde nacen las becerras

Después de la distribución del semen en prueba de progenie, las becerras nacen. Las terneras hijas del toro joven deben ser correcta y permanentemente identificadas. Todos los partos (vaquillas y becerros) son evaluados para facilidad de parto, para determinar la dificultad y tamaño de futuros terneros de ese toro. Esta información es registrada y usada posteriormente si se confirma como reproductor en el futuro.

2.14.9. Las hijas deben parir

Dos o tres años después de nacidas, las hijas del toro parirán y comenzarán a producir leche. Es crítico que las hijas de estos toros estén correctamente identificadas para asegurar su origen y utilizar el análisis de grasa, lactosa y proteína para los ajustes de la producción de leche por energía (Sjaunja et al., 1990).

2.14.10. El Desempeño es la clave

A través de cálculos estadísticos extensos y las comparaciones entre el desempeño de las compañeras contemporáneas en los hatos constituye uno de los pasos más críticos. La información individual de las hijas del toro es colectada por organismos acreditados para medir la producción. Los datos de producción son procesados por los laboratorios oficiales en cada país (ADHIS, USDA, CDN, NRS, ANAFI, VIT, DHIA, NAAB). En adición al desempeño productivo, la conformación física es evaluada,

comúnmente por la respectiva Organización de la raza. Esta información es usada para evaluar la probabilidad de larga-permanencia, bajo-costos de mantenimiento y producción superior de por vida de las hijas.

2.14.11. Cálculos realizados con las bases de datos

Cuatro veces al año las evaluaciones genéticas son publicadas para todos los toros, una vez se cuenta con el visto bueno del USDA, DHIA y NAAB. Cuando un toro tiene un adecuado número de hijas en producción (que también han sido evaluadas para tipo) será incluido en esa publicación. En este momento, personas de la industria analizarán con mucha atención la combinación de los rasgos que este toro puede transmitir o no transmitir, comparándolo con otros toros al mismo tiempo.

2.14.12. El momento de la decisión

Basados en el cálculo y evaluación de los datos de las hijas una decisión debe tomarse para cada uno de los toros. Estas decisiones son tomadas en una amplia variedad y combinación de criterios: superioridad para los rasgos más productivos, toros que sobresalen del promedio de la raza, confianza y consistencia de los datos de las hijas. En el caso de los toros que han sido muestreados y manejados por los criadores hasta este punto, también debe ser reconsiderada su decisión de retornar o no al toro al servicio activo. Si se determina que es un toro “superior” puede elaborarse un contrato con alguna organización de IA y llevar al toro a algún centro de inseminación; lo cual ocurre hoy muy pocas veces.

2.14.13. El toro puede ser desechado y sacrificado

Si se determina que el toro no tiene una combinación de rasgos comercializable. Desafortunadamente, como el avance en el mejoramiento genético es muy rápido, de un 70 a 85% de todos los toros muestreados no tienen la superioridad suficiente para retornar al servicio activo y son desechados.

2.14.14. Toros elites retornan al servicio activo

Si el toro demuestra la habilidad de transmitir características rentables, será retornado al servicio activo. Esta graduación hará que su semen esté disponible para los productores lecheros que quieran inseminar a sus vacas y vaquillas para aumentar sus ganancias (Leiton, 2012).

2.14.15. Toros sobresalientes usados como padres de sementales

Cuando la primer prueba de las hijas de un toro evaluado demuestra un alto rendimiento producción y tipo estos toros no sólo retornarán al servicio activo, sino que también serán usados en el cruzamiento de la próxima generación de toros en prueba de progenie.

2.14.16. Selección del toro

Según Schmidt y Van Vleck (1974), la mayoría de los criadores saben que, el toro del rebaño es la mitad del mismo, en otras palabras, el aporta la mitad de la herencia y la otra mitad por la vaca que fue fecunda. Pero, en realidad, el toro aporta probablemente más de la mitad de la mejora genética en la mayoría de los rebaños, ya que el toro puede ser seleccionado más intensamente que las vacas siendo hijo, quizás, de una de las mejores hijas del rebaño. En el pasado, era baja la exactitud en la valoración, ya que frecuentemente todo lo que se conocía era el rendimiento de la madre del toro.

El uso actual de los servicios de inseminación artificial (IA), dispondrá de toros valorados de forma relativamente exacta mediante los registros de las hijas. La selección puede ser también muy intensa, ya que a través de la IA puede disponerse de toros que mejoren realmente el rebaño. El porcentaje de mejora genética que puede lograrse mediante los sementales superiores hasta en un 80%; aunque su contribución va a depender de la confianza de la prueba de progenie con que establezca la evaluación del toro; sobre todo según el número de hijas y hatos en donde se ha realizado la prueba; o mejor dicho del tamaño de la base de datos con valor genético (Bath et al., 1986).

2.14.17. Superioridad de las hijas

La meta de todas variaciones de los toros es el cálculo de la superioridad de las hijas para que un toro pueda ser comparado con otro, lo que equivale a calcular la diferencia entre una mitad de los valores genéticos de ambos toros. El Departamento de

Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A) llama a este valor diferencia pronosticada (DP) y lo define como la desviación esperada entre la descendencia de un toro y sus compañeras de rebaño en los rebaños medios de la raza. Este valor es el cálculo de la diferencia entre dos toros, suponiendo que la descendencia de cada uno dispone de vacas compañeras en el rebaño del toro idéntico de valor genético (Schmidt y Van Vleck, 1974).

2.14.18. Unidad básica de comparación

La idea básica del método de comparación de toros es bastante simple. Las hijas de un toro son comparadas con las hijas de otro toro que realizan su parto en el mismo rebaño, año y estación. La comparación proporciona un cálculo de la diferencia existente entre los toros y es la unidad básica para el método de comparación de los toros. Por ejemplo los toros, A B C, tienen hijas que realizan el parto en el mismo rebaño, año y estación pueden calcularse las diferencias entre: A y B; A y C; A y C. Un mayor número de toros permitirían más combinaciones posteriormente, estas diferencias calculadas pueden ser combinadas para todos los rebaños, años y estaciones para obtener un conjunto final de diferencias entre toros. Al combinar las diferencias de manera óptima se tienen en cuenta la heredabilidad y el número de comparaciones (Schmidt y Van Vleck, 1974).

2.14.19. Éxito de la selección

La mayor parte de los estudios que se realizan tienen una base teórica. El éxito de cualquier programa de reproducción viene determinado por los resultados. Incluso la

interpretación de los resultados resulta difícil por el problema que supone independizar la mejora lograda por selección genética de la derivada por un mayor cuidado y manejo. La mayor parte de los estudios han demostrado que una parte de la mejora alcanzada en los rendimientos lecheros de la raza Holstein en Estados Unidos es de origen genético. La mejora media ha sido de 45 kg por año. Esta mejora es inferior a la posible teóricamente, aunque no se ha seguido aun ningún programa de reproducción que ajuste lo suficiente a la teoría para que coincidan los avances reales y esperados (Schmidt y Van Vleck, 1974; Powell, 2010).

2.15. Los registros y sus importancia en la ponderación biológica y productiva

Según Hazard y Rojas (1988), en toda explotación pecuaria el objetivo es lograr las máximas utilidades, estabilidad y rentabilidad de la empresa en el tiempo. Para lo cual, es necesario que se realice una buena administración de los recursos y se desarrolle económicamente y socialmente a sus integrantes. Un sistema de registros es el conjunto de actividades que se realizan en una finca o hacienda para recabar los datos de comportamiento de los elementos que se involucran en determinada explotación pecuaria lechera, con el objetivo de prevenir problemas y si en caso dado controlar enfermedades mediante la evaluación total o parcial de los datos y sus resultados obtenidos con relación al comportamiento de los bovinos en los diferentes momentos de su vida. Por lo cual se considera a los registros como apoyo técnico necesario para el funcionamiento administrativo de cualquier empresa ganadera en la que en cualquier momento el responsable del proyecto tenga una idea rápida y tan amplia

como sea indispensable del desarrollo o alcance de sus objetivos son los que rigen los procedimientos sobre los planes correctos previstos que señalan los fines o programas de mejoramiento que persiguen los objetivos en forma precisa y detallada (Aguilar, 1990).

Los registros deben cumplir con una serie de requisitos los cuales son: economía, duración, flexibilidad para aumentar o disminuir en ese registro el número de datos inscritos, fácil de manejar, que proporcione la información completa e indispensable, que por su formato faciliten el control y el registro de anormalidades. Es necesario que para poder llavear a cabo los registros se debe identificar a todas las vacas y novillas por el nombre, número de oreja, o cualquiera de otros medios de identificación positiva que sean familiares para todo el personal de la empresa agropecuaria. Puede también ser útil el etiquetar o marcar a cierto grupo de animales, por ejemplo esos que están en “días abiertos” y esos que se confirman como gestantes (Fernández, 1993).

Es indispensable registrar cada fecha de parto y toda la actividad reproductivas. Los sistemas de registros pueden incluir: calendarios de 21 días, ruletas circulantes de servicios y archivos manuales, así como también los sistemas de archivos en su ordenador. Las fechas de estros y de los servicios que deben registrarse y otros síntomas como señales de sangre, descarga de mocos. Registre el primer estro después del parto, así como también todos los estros que siguen. Mantener los registros al día es un punto muy importante. Ellos deben ser fáciles de usar y estar disponibles para todo el personal de la empresa agropecuaria (Omafra, 2005).

2.16. Registros de producción, reproducción, salud y otros indicadores de la capacidad funcional de la vaca lechera

Araúz (2010), indica que el sistema de bioregistro manual y computarizado requiere una identificación permanente de los animales; incluyendo sus progenitores (padre y madre) y preferiblemente los demás progenitores (Abuelos); con lo cual, se puede contar con al menos tres generaciones anteriores. La información genética del progenitor es más importante que la de la progenitora; sobre todo cuando se cuenta con las pruebas de progenies; aunque la información de la madre también es importante. Esto se debe a que las pruebas de progenie del progenitor son de mayor validez y contribución genética dado el número de hijas y de hatos en que este participa y en consecuencia; la contribución genética dado en el proceso del mejoramiento es superior por los toros (70 a 76%) en comparación con el aporte de las madres; ya que estas se limitan a sus progenies. Actualmente, la producción de embriones ha permitido también que las hembras más sobresalientes participen en mayor porción con el proceso de mejoramiento genético (Araúz, 2012).

Las cifras de producción deben estar asociadas con la edad de la vaca, el peso y la condición corporal al parto; de tal manera que la producción pueda ser ajustada por estos factores que no corresponden a la parte genética; pero si al manejo y al ambiente. Es posible utilizar el patrón de la grasa láctea de las razas según el estado lactacional siempre y cuando el manejo de la dieta se encuentre dentro de las recomendaciones de la alimentación para el ganado lechero en producción según la NRC (1989, 2001) u otras normas de nutrición y alimentación debidamente acreditadas. Sin embargo, lo

más prudente es establecer los patrones de la grasa láctea en cada unidad de producción o finca; ya que los mismos se encuentran bajo la influencia de las características de la ración; incluyendo: consumo de materia seca, contenido de fibra, energía neta lactacional, proteína de la dieta; y en especial según el balance energético de la vaca y el estado de sus reservas corporales de acuerdo con el estado lactacional; además de la influencia genética propiamente.

La producción de leche constituye el área de información más sensible para valorar el desempeño de la vaca lechera y a su vez relacionar el mismo con la determinación del progreso genético mediante la capacidad real de producción a través de la ponderación de sus registros de producción y del aporte de su progenitor cuando el mismo ha sido evaluado a través de las pruebas de progenie (Schmidt y Van Vleck, 1974). En consecuencia, los registros lactacionales conforman la herramienta esencial para determinar el comportamiento individual y relativo de la vaca en el hato lechero a través de su curva de lactación (ver gráfica IV y V). Los valores de la producción de leche ajustada o corregida facilitan la comparación de la vaca con sus contemporáneas y con sus madres (Wilcox et al., 1978) y a su vez ayudan a definir el progreso genético a través del diferencial de selección, el período de mejoramiento genético y la heredabilidad para la producción lechera (Becker, 1984).

Los registros reproductivos contribuyen con la corrección de los indicadores de producción; ya que el intervalo entre partos, el período seco y la longitud lactacional son empleados para corregir la producción de leche; lo cual se requiere en las pruebas de progenie. De esta manera se logra que la información tenga mayor validez para la valoración fenotípica y a su vez permite la estimación del valor genético y la valoración económica con mayor precisión.

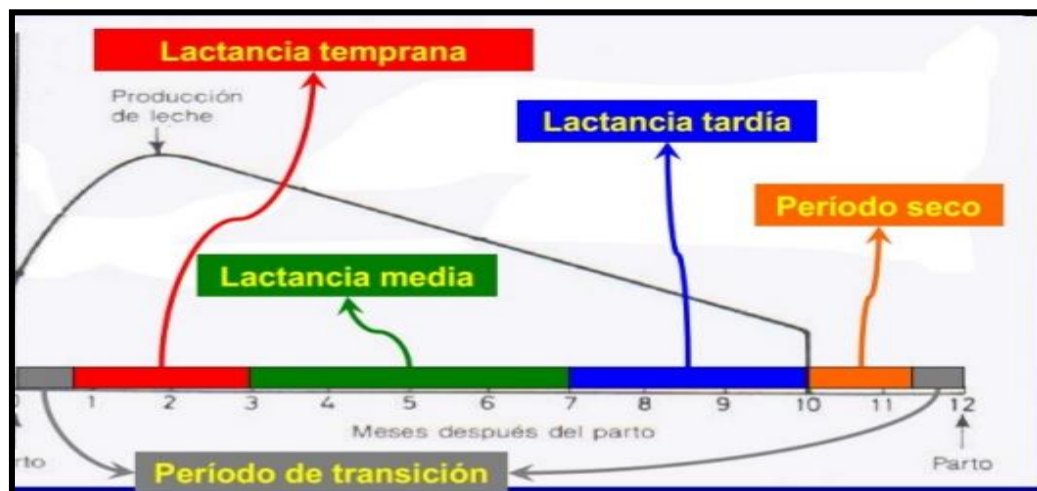
Gráfica IV. Aspectos críticos de la curva de la lactación en la vaca.



Fuente: Araúz, E.E. (2008).

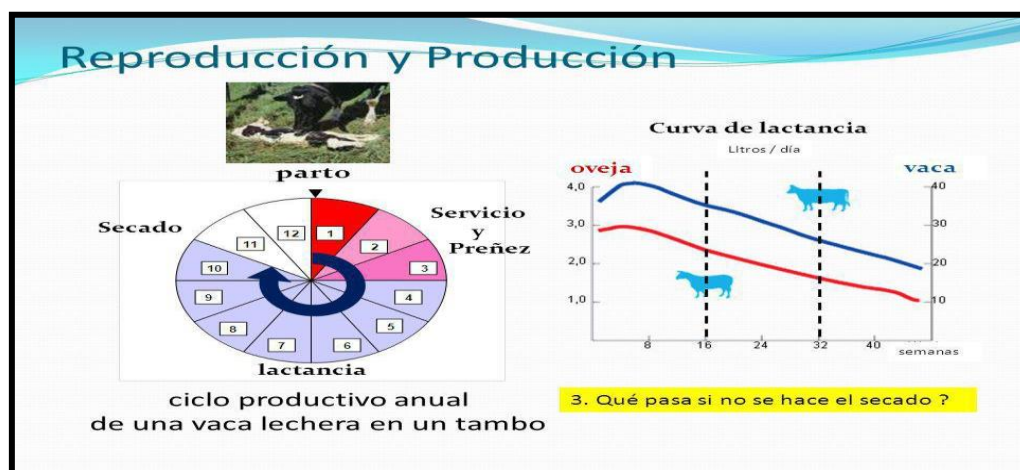
Otros datos de importancia son los problemas metabólicos y las enfermedades que se presentan durante la vida de la vaca; en especial durante la fase lactacional; ya que al igual que la reproducción; estas ocasionan sesgos o influencias sobre el desempeño de la producción de leche; aunque esta tiene igual una trayectoria en la vaca de leche (figura XII).

Gráfica V: Curva de lactación y su relación con los elementos del ciclo anual reproductivo.



En consecuencia, se debe contar con la información de las enfermedades (eventos) y los períodos o duración de los mismos para que se puedan hacer las correcciones lactacionales. Este es el caso de la mastitis bovina, enfermedades pódalas (reflejadas en cojeras), enfermedades vesiculares (estomatitis), procesos puerperales infecciosos, partos distócicos, enfermedades metabólicas (hipocalcemia, acetonemia).

Figura XII: El ciclo biológico y reproductivo de la vaca lechera.



Fuente: Google en Internet (2018).

Del mismo modo, se debe contar con los eventos especiales; como: la pérdida de cuartos mamarios, pezones ciegos congénitos, falta de algún cuarto mamario funcional en la primera lactación y la utilización de algún tratamiento que afecte la integridad del tejido parénquima mamario durante la lactación o que trascienda a la fase de producción; disminuyendo la capacidad de producción y la eficiencia funcional de la vaca. Otra información de importancia la constituyen los datos relacionados con el desarrollo somático; incluyendo el peso y la estatura al nacer, el peso y estatura al destete, a los seis, 12, 15, 18, 21, 24, 36 y 48 meses. Adicionalmente, son importante el peso al parto y de allí cada tres meses para dar seguimiento al estado metabólico y el manejo nutricional requerido. En este componente, se destaca la importancia de la condición corporal según la escala de Edmondson et al., (1989); la cual se requiere cada 30 días; en especial en los primeros 150 días de producción. En el Cuadro XI se indican algunos de los eventos que deben ser registrados con periodicidad en la finca lechera; dado que los mismos son útiles para evaluar tanto el desempeño funcional de la vaca lechera; como el manejo o participación humana y técnica. Estos registros son de utilidad para las evaluaciones biológicas y genéticas de las vacas y progenies; es decir que los mismos hacen posible el ordenamiento cuantitativo de la historia del animal para efectuar las correcciones y cálculos que determinan la capacidad funcional y productiva de la vaca lechera (Araúz, 2008).

Cuadro XI: Principales eventos y parámetros que deben formar parte del sistema de registro biológico y que facilitan la evaluación funcional de la vaca lechera.

Eventos del bioregistro	Recomendación o rutina en el calendario
Peso y Estatura de las reemplazos	Cada 30 a 45 días
Pesaje de la producción de leche	Cada siete días o por semana
Condición corporal	Cada 30 a 45 días
Prueba de mastitis subclínica	Cada siete días
Vacas en celo	No de la vaca, fecha, hora
Mastitis Clínica	No vaca, cuarto mamario, fecha inicial
Parto	No vaca, fecha, sexo de la cría, tipo de parto
Secado de la vaca	No vaca, fecha del secado, antibiótico
Inseminación	No vaca, fecha, toro, hora, inseminador
Desparasitaciones	Fecha, Lote, animales tratados, producto, dosis
Intervenciones Quirúrgicas	Animal, Fecha, Problema, doctor.
Conteo de células somáticas	Cada 30 días
Análisis de la leche	Cada 30 días
Venta de animales	Fecha, no del animal, valor, destinatario
Otros eventos según manejo	Detalles del evento.

Fuente: Araúz, E. E. (2018).

2.17. Indicadores en los catálogos de toros tipo leche para la inseminación artificial y el mejoramiento genético.

2.17.1. Identificación del semental

En esta sección se encuentra el nombre corto (JUNIOR) y el nombre completo del semental (OVINA JULETTA JUNIOR), e igualmente se muestra el código de

identificación NAAB (Asociación Nacional de Mejoramiento Genético); el cual está compuesto de números y letras, hasta los primeros 3 dígitos representan a la compañía que comercializa el semen, ya que cada compañía tiene un número asignado; las letras HO indican que el toro es de la raza Holstein, JE para Jersey, BS para Pardo Suizo y los cinco números finales corresponden al número del toro dentro de la compañía. El toro con código NAAB **1HO10219** significa que es semen distribuido por la casa comercial con clave 1, es un toro Holstein (HO) y su número de toro en la empresa que lo comercializa es el 10219.

2.17.2. Información de pedigrí

El pedigrí o referencia genealógica se encuentra descrita la identificación de cada animal, fecha de nacimiento y padres (Sire, Dam). Igualmente se incluyen otros aspectos como los abuelos (maternos y paternos) y el número de registro que adjudica el USDA, NAAB.

Nacido: Fecha de nacimiento del semental.

Padre (Sire): Nombre completo del padre.

Madre (Dam): Nombre completo de la madre y sus méritos productivos.

Abuelo Materno: Nombre completo del abuelo materno.

Abuela Materna: Nombre completo de la abuela materna y sus méritos productivos.

No. de Registro USA: Número de registro del toro dentro de la raza Holstein.

2.17.3. PTA de producción o Habilidad predicha de producción de leche, Proteína y Grasa

Estos rasgos indican la cantidad de libras de leche, proteína y grasa que las hijas de un determinado toro producirán por encima del promedio de la raza en una lactancia de 305 días.

2.17.4. Ganancia de Peso (GP)

Este rasgo permite conocer la tasa de ganancia de peso de los becerros y becerras.

2.17.5. Mérito Neto (Net Merit \$)

Este es un índice económico que mide las ganancias netas esperadas durante la vida de las hijas de cada toro especializado en producción de leche por encima del promedio de la raza. Este índice es integral, ya que toma en cuenta los rasgos de producción, salud, fertilidad, facilidad de parto y el valor funcional. Por lo que lo convierte en una excelente opción para seleccionar y hacer comparativos entre sementales.

2.17.6. Merito Queso (Cheese Merit \$)

Este índice hace referencia a la proteína y la grasa, para los países con buenas bonificaciones por sólidos totales o para aquellos hatos que dedican toda su producción a la elaboración de quesos.

2.17.7. Mérito por Producción y Grasa (GM \$)

Dirigido a explotaciones que ponen el interés en los componentes de la leche, tales como los que comercializan en mercados queseros. Está enfocado a las explotaciones

pagadas por rendimiento quesero o por porcentajes de proteína y grasa; poniendo mayor énfasis en los rasgos de manejo.

2.17.8. Merito Fluido (Fluid Merit \$)

Este índice hace énfasis en la producción de leche y grasa y no tanto en proteína. Dada nuestra forma de pago, éste índice es más útil para nuestra realidad. Desafortunadamente, los valores de sólidos de las plantas son hechos de manera unilateral y muchas veces en detrimento del productor, especialmente cada vez que se sube el precio base.

2.17.9. Habilidad Predicha para Tipo (PTAT)

Habilidad predicha por el tipo según el puntaje lineal descripta del valor final del animal en base a su estatura, tamaño, fortaleza.

2.17.10. Índice de Tipo Producción Genérico (GTPI)

“Índice de Producción y Tipo”. Este es un Índice de selección creado por la Asociación Holstein de Estados Unidos; toma en cuenta múltiples rasgos de producción, salud y conformación. Es importante tener en cuenta que este índice le da un alto peso en promedios ponderados a la conformación o tipo. Existen productores que seleccionan a los sementales basándose en este índice, por lo cual se buscan los ejemplares con el GTPI o TPI más alto.

2.17.11. Tipo (Type)

Los valores mostrados son diferencias en puntos de conformación de tipo a partir de la población de referencia. Este rasgo es el resultado de la evaluación de las hijas del toro y se aprecian con más detalle en el cuadro del Perfil Lineal.

2.17.12. Compuesto de Ubre (UDC)

Índice de ubre compuesta o compuesto de ubre. En este rasgo se conjugan las características deseables de las ubres como la inserción de la ubre delantera, la colocación de los pezones delanteros e igualmente la altura, el ancho, la hendidura y la profundidad de la ubre trasera. Los valores más altos en este rasgo están relacionados con vida productiva más longeva.

2.17.13. Compuesto de Patas y Pezuñas (FLC)

El compuesto de Patas y Pezuñas mide la habilidad de un toro de mejorar las patas y las pezuñas. Las ponderaciones para los cuatro rasgos del compuesto son: Puntaje de patas y pezuñas 50%, ángulo de pie 24%, patas traseras-vista posterior 18.5% y patas traseras-vista de costado 7.5%.

2.17.14. Condición Corporal (BWC)

Refleja el estatus del balance de la energía del animal en cuya investigación muestra una clara asociación con la fertilidad mejorada de la hembra, longevidad y resistencia a enfermedades.

2.17.15. Comportamiento Lechero (MP)

El Temperamento puede ser definido como comportamiento lechero. El Temperamento es expresado en términos del porcentaje esperado de las futuras hijas evaluadas como promedio, tranquilo o muy tranquilo durante la primera lactancia. Un toro con un puntaje de 100 para ambos rasgos indica promedio.

2.17.16. Habilidad predicha para salud en general (PTA – Health).

Este indicador conjuga los atributos morfo funcionales y metabólicos del animal relacionados con la salud general incluyendo las etapas del crecimiento, la gestación y la lactación.

2.17.17. Evaluación de células Somáticas (SCS)

Se usa para mejorar la resistencia a la mastitis. Se espera que toros con bajo PTA en SCS (menos de 30) tengan hijas con menos mastitis que toros con altos PTA en SCS (más de 3.5).

2.17.18. Mastitis

Parámetro que se evalúa para saber la resistencia de un animal a la mastitis, durante su vida productiva.

2.17.19. Permanencia en la Finca

Es un índice que identifica el % de hijas de un **toro** que permanecen vivas al terminar su vida productiva y generan ingresos extras en la finca.

2.17.20. Taza de preñez de las hijas (Daughter Pregnancy Rate)

Este índice corresponde al porcentaje de vacas no preñadas durante cada periodo de 21 días. Una tasa de “1” implica que es 1% más factible que las hijas de este toro queden preñadas durante ese ciclo de celo que las hijas de un toro evaluadas con cero.

2.17.21. Tasa de concepción en vaquillas (Heifer Conception Rate o HCR):

Es el porcentaje de vaquillas vírgenes inseminadas que quedan gestantes. Un toro con una evaluación de +1 debería tener hijas que como vaquillas deberían ser 1% más probable en quedar gestantes. Los servicios son solo incluidos si las vaquilla por lo menos tienen 12 meses de edad y menos de 2.2 años.

2.17.22. Taza de concepción-adultas

Es la habilidad de la vaca lactante para concebir, basado en el porcentaje de vacas inseminadas que quedan gestantes. Si la tasa de concepción de un toro es +1, sus hijas deberán ser 1% más probables en quedar gestantes durante la lactación, que un toro con una evaluación de 0. Simplemente se mira la habilidad de las hijas para concebir cuando son inseminadas.

2.17.23. Facilidad de partos

El momento del parto de una vaca es importante en el manejo del rebaño. Un parto con complicaciones puede afectar tanto a la economía del ganadero como al bienestar de la vaca. Los partos problemáticos ocasionan un mayor gasto por vaca (veterinario, medicinas) y conllevan un menor rendimiento (disminución de la producción lechera, mayor intervalo entre partos). Igualmente, los partos más complicados aumentan el

sufrimiento de la vaca y del ternero, pudiendo necesitarse una intervención quirúrgica (las cesáreas son frecuentes cuando el ternero tiene mala presentación fetal), originar un menor peso al destete de los terneros o causar una enfermedad e incluso la muerte de la madre o de su cría.

2.17.24. Facilidad de parto-Toro

Este rasgo se traduce en el porcentaje de partos distócicos estimados en vaquillas cuando paren por primera vez, por lo que el uso de toros con Facilidad de parto del 7% o menor puede ayudar a reducir el estrés de las vaquillas en su primer parto.

2.17.25. Facilidad de parto-Hijas

Este rasgo evalúa la tendencia de las hijas de un determinado toro a tener partos con mayor (o menor) dificultad y de producir crías que nacen más (o menos) fácilmente que las crías paridas por la vaca promedio.

2.17.26. Nacimientos muertos-toro

Este rasgo evalúa la tendencia de que las crías de un semental nazcan muertas.

2.17.27. Nacimientos Muertos-Hijas

Este rasgo evalúa la habilidad de las hijas de un toro para producir crías vivas. Las muertes al nacer de las hijas se expresan como el porcentaje de muertes de las crías, incluyendo a los mortinatos (crías muertas al nacer o que nacieron muertas) y a las que nacieron vivas pero murieron dentro de las 48 horas posteriores a su nacimiento.

2.18. Evaluación lineal del ganado lechero y puntuación

La evaluación morfológica internacional del ganado lechero ha sido una herramienta importante para el mejoramiento funcional de la vaca lechera moderna. El sistema de evaluación lineal es el modelo amplio, integral y de naturaleza descriptivo que permite ponderar la morfo simetría funcional de la vaca lechera con una orientación hacia la capacidad corporal, potencial lechero, sistema mamario, complejo de los aplomos y la estructura corporal general hacia la longevidad y productividad. Los rasgos descriptivos lineales son la base de los actuales sistemas de calificación del tipo y son el fundamento de todos los sistemas descriptivos de la vaca de leche. La calificación lineal está basada en las medidas de los caracteres del tipo individuales en vez de las opiniones. Las ventajas de la valoración lineal son:

- los caracteres se valoran de forma individual.
- las valoraciones cubren un rango biológico. ·
- la variación en los caracteres es identificable. ·
- Se valora el grado y no lo deseable de los caracteres.

Los rasgos descriptivos más importantes son; 16 incluyendo los siguientes:

1. Estatura, 2. Pecho, 3. Profundidad Corporal, 4. Angulosidad 5. Angulo de la Grupa 6. Anchura de la Grupa 7. Vista posterior de las patas 8. Vista lateral de las patas 9. Angulo Podal 10. Inserción anterior de la ubre 11. Colocación pezones anteriores 12. Longitud pezones 13. Profundidad de la ubre 14. Inserción posterior de la ubre 15. Ligamento Suspensor Medio 16. Colocación Pezones posteriores.

La angulosidad ha sido cuestionada particularmente así como su relevancia en el programa. Reconociendo que es un carácter descriptivo requerido a nivel internacional, se calcula con un alto grado de confidencialidad y precisión dando una cifra de heredabilidad equivalente a la de los caracteres de producción. – aprox. 0.33. La correlación con el valor genético de permanencia en el rebaño es muy buena, del 33% al 76% (después de ajustar para la producción) y para animales con una puntuación más alta., según confirman los datos de la NRS. El programa de evaluación lineal contribuye al mejoramiento de los caracteres que afectan la longevidad y la capacidad funcional en los hatos lecheros (Powell, 2010).

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 (Bath et al., 1986). La clasificación lineal nos permite evaluar cada característica de forma independiente dándole un puntaje dependiendo de las desviaciones encontradas con respecto a lo que consideramos el patrón de cada raza. Otro de los beneficios de la evaluación lineal es que permite asociar los índices de descarte por razones biológicas y económicas para mejorar la productividad por animal. A ello se puede sumar los perfiles del descarte de la vaca lechera a cotejar las fallas morfológicas con las fallas funcionales. Por ejemplo, en el 2004 la Asociación de mejoramiento lechero a través de los registros público las principales razones del descarte funcional en ganado lechero en Canadá; indicando las siguientes razones del descarte en los hatos lecheros: problemas reproductivos 31%; problemas de mastitis 18%, bajas producciones 13%, problemas de patas y pezuñas 10% y problemas en el sistema mamario 9%. 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.

El objetivo de la evaluación lineal es combinar la segregación de los animales que presenten marcadas deficiencias relacionadas con el tipo, detectar las vacas que son prospectas al mejoramiento a través del uso de toros con pruebas de progenies que garanticen el mejoramiento de las progenies en uno o más caracteres y aumentar la longevidad a la par de la capacidad funcional (Araúz, 2018).

2.18.1. Patrón de la evaluación lineal en ganado lechero Holstein

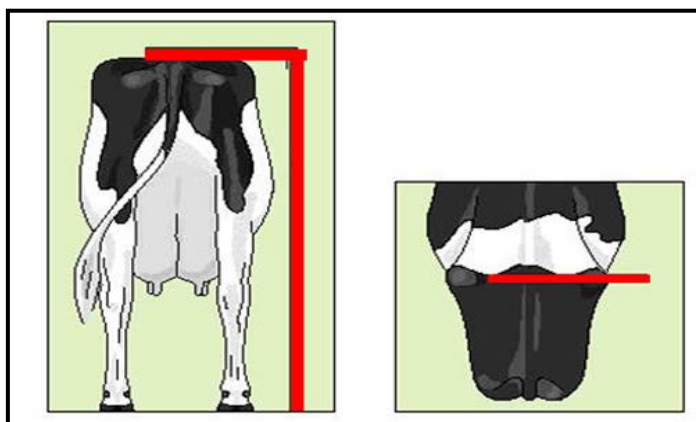
Los componentes de la evaluación lineal se describe e ilustra a continuación se de conformidad con los caracteres primarios según la World Holstein Friesian Federation (2004) y que incluyen los siguientes elementos:

1. Estatura, 2. Pecho, 3. Profundidad corporal, 4. Angulosidad, 5. Ángulo de la grupa, 6. Ancho de la grupa, 7. Vista posterior de las patas, 8. Vista lateral de las patas, 9. Ángulo podal, 10. Inserción anterior de la ubre, 11. Colocación de los pezones anteriores, 12. Longitud de los pezones, 13. Profundidad de la ubre, 14. Inserción posterior de la ubre, 15. Ligamento suspensor medio y 16. Colocación de los pezones posteriores.

2.18.1.1. Estatura

Hace referencia a la medida exacta que va desde el suelo a la grupa del animal. Se expresa en centímetros o pulgadas o de acuerdo a la escala lineal: Los extremos y parte medio seria: **1.** Baja (1.30 m); **5.** Intermedia (1.42 m) y **9.** Alta (1.54 m).

Figura XIII: Ilustración de la estatura ideal en el ganado lechero Holstein.



El modelo de evaluación lineal fue diseñado para la vaca Holstein; sin embargo, todos los elementos primarios pueden ser aplicados a otras razas. En el caso de la altura, resulta importante diferenciar la estatura de las razas lecheras grandes, medianas y de la jersey como la fiel y única representante de las razas pequeñas (Arauz, 2018a).

Según la Federación Holstein Friesian de Estados Unidos (2004) el puntaje para la estatura debe asignarse de conformidad con el rango de estatura en la Holstein y Pardo Suizo entre los 129 y 150 cm; en la raza Guernsey entre los 127 y 150 cm; en la raza Ayrshire entre 124 y 147 cm y en la Jersey entre los 114 y 135 cm. En consecuencia, el evaluador deberá aplicar el criterio racial para diferenciar la estatura como se indica en el cuadro XII a continuación.

Cuadro XII. Calificación de la estatura de las vacas según la raza grande, mediana y pequeñas.

ESTATURA	Holstein y Pardo Suizo	Guernsey	Ayrshire	Jersey
9	≥ 150 cm	≥ 150 cm	≥ 147 cm	≥ 135 cm
8				
7 Alta	145 cm	142 cm	140 cm	129 cm
6				
5 Promedio	149 cm	137 cm	135 cm	124 cm
4				
3 Baja	135 cm	132 cm	129 cm	119 cm
2				
1 Muy baja	≤ 129 cm	≤ 127 cm	≤ 124 cm	≤ 114 cm

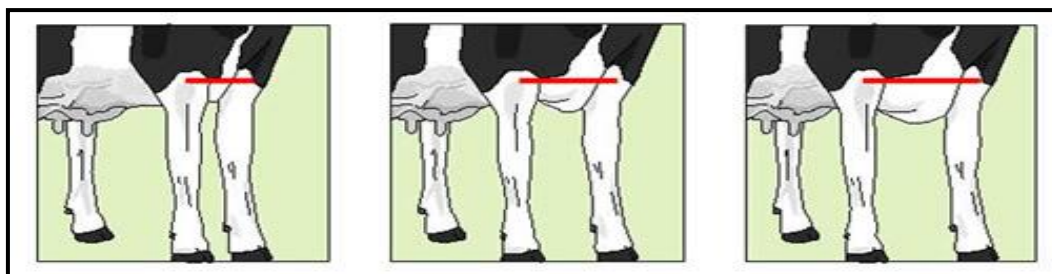
Fuente: La World Holstein Friesian Federation. (2005).

Otro criterio a considerar aquí es la edad del animal ya que la edad determina los indicadores somato métricos antes de los 48 meses (Ensminger, 1980).

2.18.1.2. Capacidad o Pecho (Amplitud pectoral frontal)

Es la medida entre las patas delanteras en su parte más alta. Se usa una escala de referencia de 13 a 29 centímetros y se clasifica en: de 1 a 3 si es estrecho; de 4 a 6 intermedios y de 7 a 9 si es ancho.

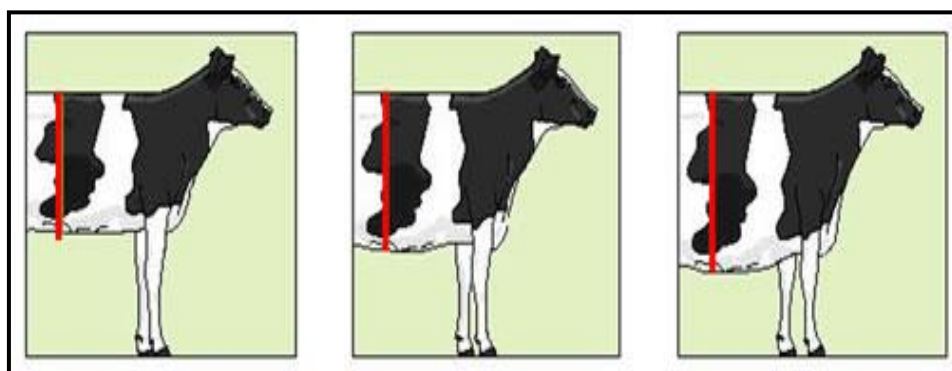
Figura XIV: Amplitud de pecho o amplitud pectoral.



2.18.1.3. Profundidad Corporal

Es la distancia encontrada entre el dorso de la vaca y la parte más baja del barril. Se mide al nivel de la última costilla y su punto de referencia es óptico. Se califica de 1 a 3 como poco profundo; de 4 a 6 intermedios y de 7 a 9 como un animal profundo.

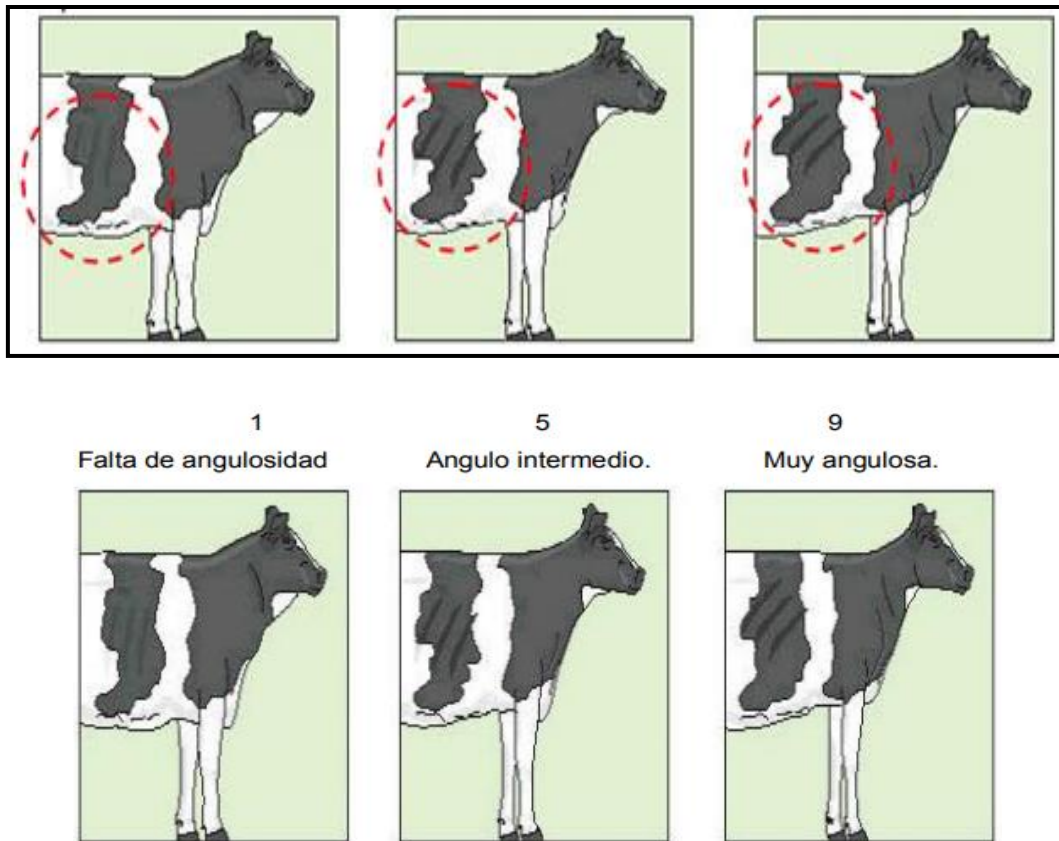
Figura XV: Profundidad corporal



2.18.1.4. Angulosidad, temperamento lechero o forma lechera

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. La angulosidad corporal está íntimamente relacionada con la habilidad lechera y con el comportamiento reproductivo; así como la aptitud materna, lechera y productiva de la hembra bovina tipo leche (Simon, 2005).

Figura XVI: Temperamento lechero, angulosidad y morfología angular

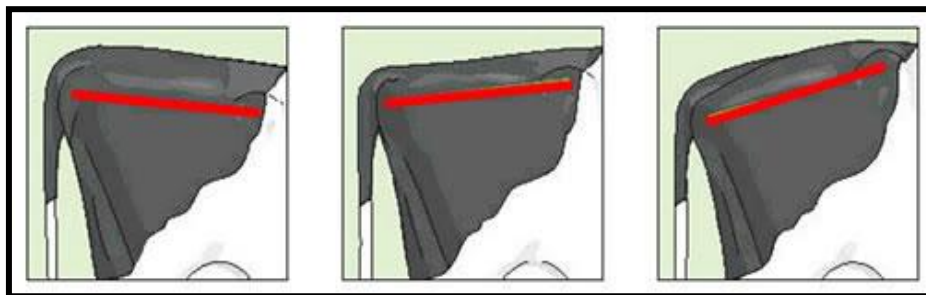


2.18.1.5. Ángulo de la grupa

Se mide desde los isquiones hasta los iliones. Tiene 9 puntos de clasificación que son: isquiones demasiado altos (+ 4cm)

1. + 2 cm, 2. Nivelados (0 cm), 3. Ligera caída (-2 cm), 4. Intermedios (-4 cm), 5. - 6 cm, 6. - 8 cm, 7. - 10 cm y 8. Isquiones demasiado bajos (-12 cm). El ángulo de la grupa es uno de los indicadores simétricos del cinturón pélvico de interés para ver la disposición anatómica y la facilidad de parto; así como para la recuperación del tracto genital durante el periodo postparto.

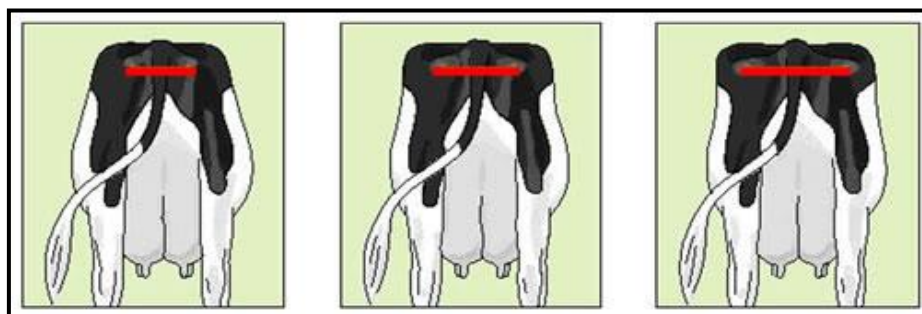
Figura XVII: Presentación de los ángulos de la grupa.



2.18.1.6. Anchura de la grupa

Es la distancia entre los isquiones. Su escala de referencia es de 10 a 26 centímetros y se califica así: de 1 a 3 si es muy estrecha; de 4 a 6 si es intermedia y de 7 a 9 si es ancha.

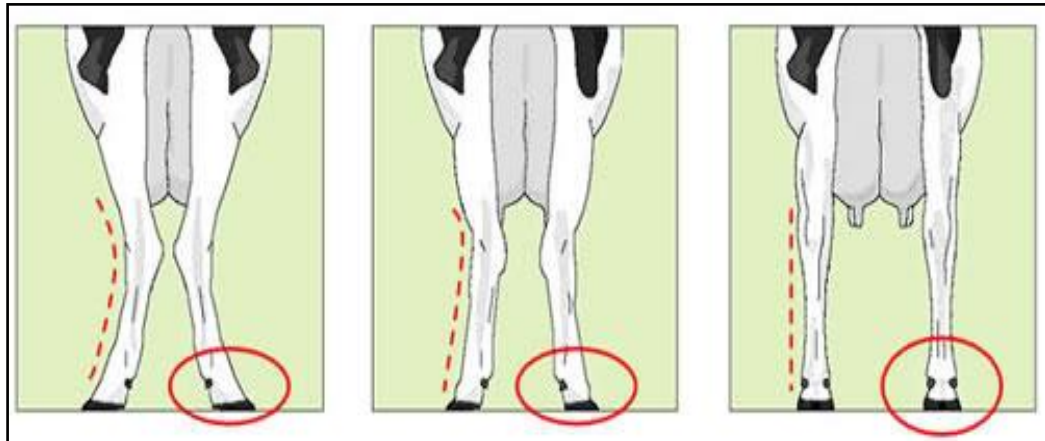
Figura XVIII: Amplitud de la grupa en la zona interisquiática.



2.18.1.7. Vista posterior de las patas

Indica 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 8 si son paralelas.

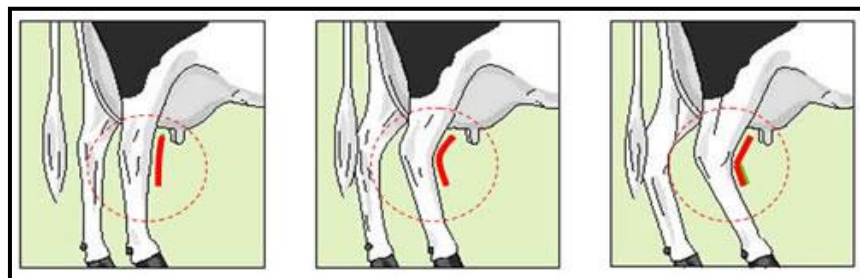
Figura XIX: Vista posterior de las patas.



2.18.1.8. Vista lateral de las patas

Mide el ángulo formado en la parte delantera de los corvejones. Se califica de 1 a 3 si son patas rectas; de 4 a 6 si son deseables y de 7 a 9 si son muy curvadas.

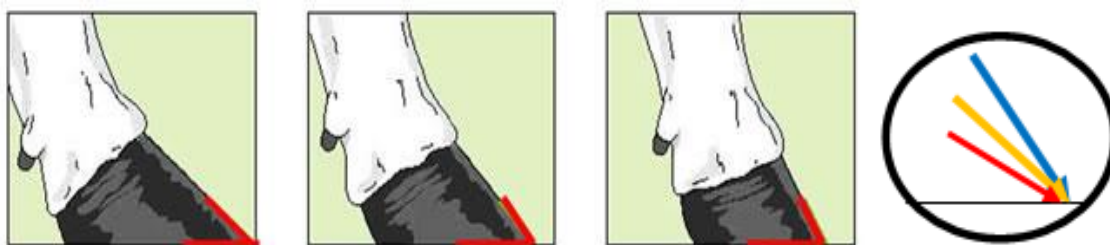
Figura XX: Vista lateral de las patas.



2.18.1.9. Ángulo podal

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 intermedios 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°.

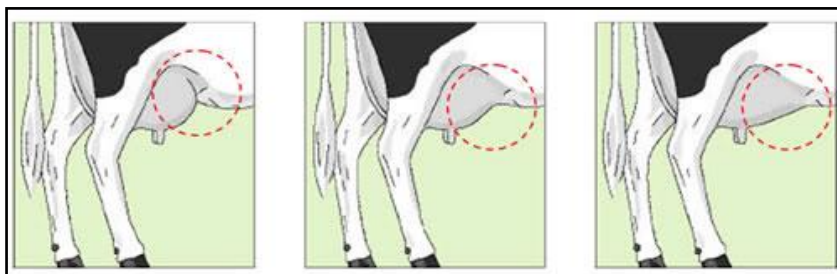
Figura XXI: Angulo podal.



2.18.1.10. Inserción anterior de la ubre

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.

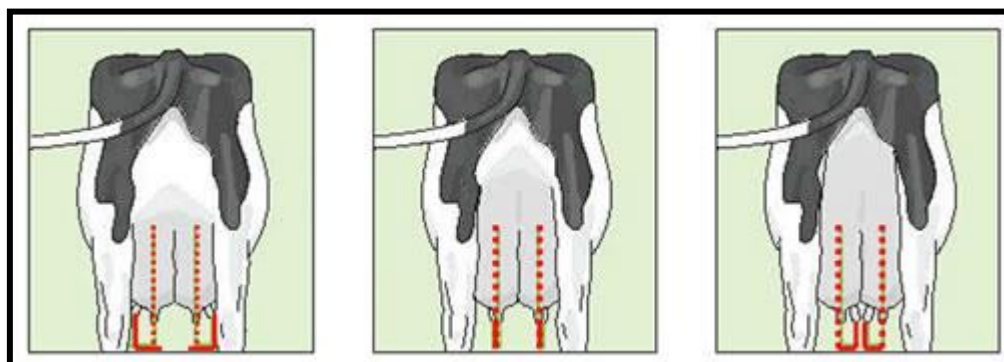
Figura XXII: Inserción anterior de la ubre.



2.18.1.11. Colocación de los pezones anteriores

Mide la posición que ocupan los pezones respecto al eje central de los cuartos. Se califica de 1 a 3 si se encuentran por fuera de los cuartos; de 4 a 6 si se encuentran bien centrados y de 7 a 9 si se encuentran demasiado juntos.

Figura XXIII: Colocación de los pezones anteriores



2.18.1.12. Longitud de los pezones anteriores

Se califica de 1 a 9 donde 1 centímetro equivale a un punto. Se califican de 1 a 3 pezones muy cortos; de 4 a 6 pezones deseables y de 7 a 9 pezones largos.

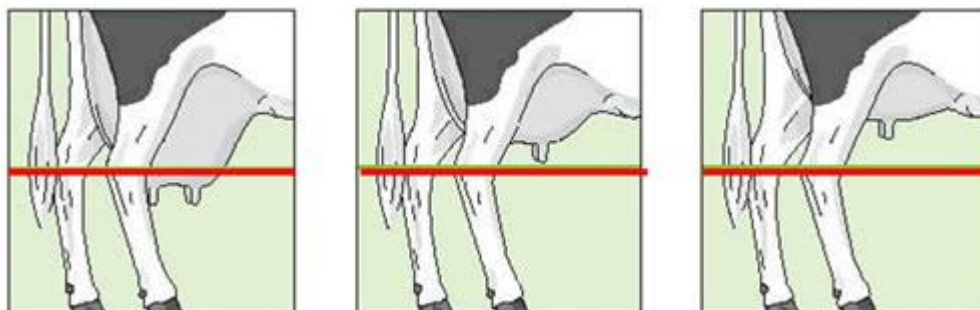
Figura XXIV: Longitud de los pezones anteriores.



2.18.1.13. Profundidad de la ubre

Mide la relación entre los corvejones y la parte más baja del piso de la ubre. Se califica con 1 una ubre por debajo del corvejón; con 2 una ubre al nivel del corvejón; con 5 una ubre intermedia y con 8 una ubre poco profunda.

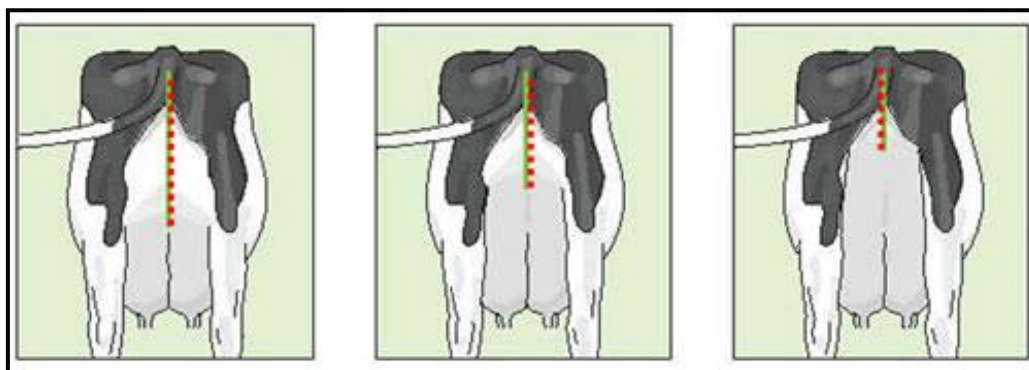
Figura XXV: Profundidad de la ubre.



2.18.1.14. Inserción posterior de la ubre

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.

Figura XXVI: Inserción posterior de la ubre.

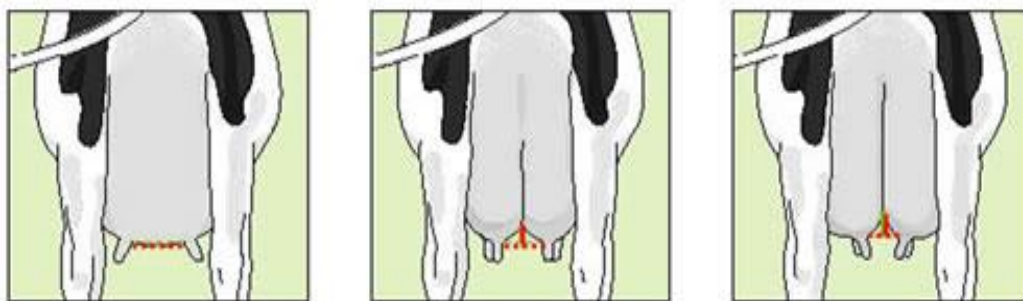


2.18.1.15. Ligamento medio suspensor

Mide la profundidad del surco en la base posterior de la ubre. Tiene 9 niveles de calificación:

1. Débil, sin divisiones definidas. 2. + 0.5 cm 3. + 0 cm 4. Ligera definición – 1cm, 5. - 2 cm 6. - 3 cm 7. Profunda definición – 4 cm 8. - 5 cm 9. - 6 cm

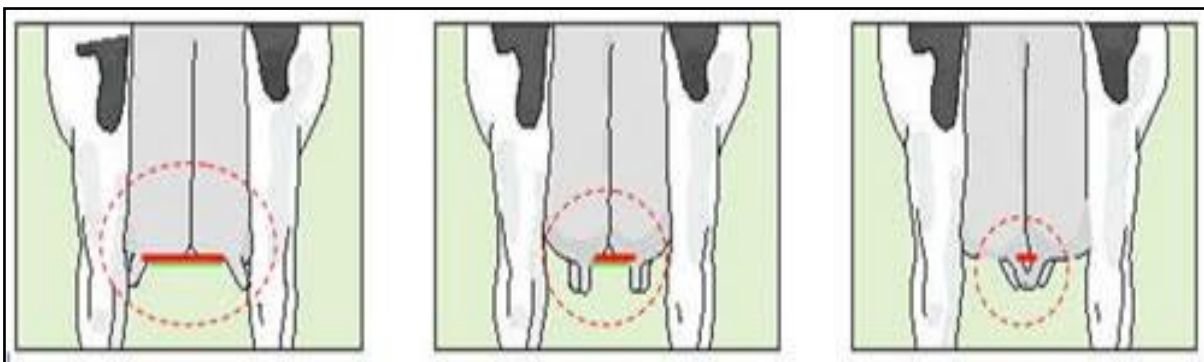
Figura XXVII: Definición del ligamento medio suspensor



2.18.1.16. Colocación de los pezones posteriores

Mide la ubicación de los pezones traseros con respecto al centro del cuarto. Los pezones ubicados en la mitad del cuarto se califican con 4; los pezones por fuera con 1 y 2 y los pezones hacia adentro o juntos con 7 y 9.

Figura XXVIII: Colocación de los pezones



En resumen, los criterios de la evaluación lineal deberán ponerse en el modelo integral para aplicar la evaluación de campo; la cual es individual, racial, por categoría de las hembras o machos según la edad y tomara en cuenta el estado fisiológico actual; incluyendo: tiempo de parida, producción de leche, condición corporal, perfil de alimentación y no deberá ser aplicada en animales enfermos, con traumatismos, problemas metabólicos en periodos de recuperación (Asociación Holstein de los Estados Unidos, 2018). Otros factores como presencia del estrés calórico, estrés por manejo, periodo puerperal comprometido, traumatismo postparto, mastitis, cojeras y baja condición corporal también deberán ser consideradas al momento de la evaluación lineal; así como la postura del animal y su bienestar para lograr la mayor objetividad (Araúz, 2017). A continuación se presenta la síntesis de una tarjeta de campo para la evaluación lineal; la cual hace destaca la forma corporal (estatura, fortaleza, profundidad y forma lechera (35%), el anca (5%), patas y pezuñas (20%) y el sistema mamario (40%).

Cuadro XIII: Síntesis de los componentes de la evaluación lineal y su inclusión en la tarjeta para la evaluación de campo.

TARJETA DE EVALUACION LINEAL EN VACAS LECHERAS																	
SELECCIÓN BOVINA LCPA 445																	
I SEMESTRE, 2017																	
25/10/2017																	
CLINICA DE EVALUACION LINEAL PARA ESTUDIANTES DE ZOOTECNIA, DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA, FCA, UNIVERSIDAD DE PANAMA																	
FUENTE: PROF. ING. EDIL E ARAUZ S. M. Sc. Ciencia Lechera y Fisiología Animal, Profesor Titular de Fisiología Animal y Produccion Lechera																	
Vaca	FORMA CORPORAL (15% + 20%)				ANCA (5%)		PATAS Y PEZUNAS (20%)				SISTEMA MAMARIO o UBRE (40%)						
	Estatura	Fortaleza	Prof. Corporal	Forma Lechera	Angulo	Ancho	Pat. de lado	Pat. de atrás	Angulo de Pezuña	Puntaje P & P	Ubre Delan	Altura Ubre Posterior	Ancho Ubre Posterior	Hendidura Ubre	Prof. De Ubre	Ubicación Pezones Anteriores	Largo de Pezones
7299	7	7	6	7	8	6	5	6	7		7	6	5	4	6	4	6
		Σ	20/27	7/9		14/18			18/27								38/63
			0.74	0.78		0.78			0.37								0.60
		Equivalencia	11.1	15.6		3.9			7.4								24
		TOTAL															62

PUNTAJE FINAL = 11.1 + 15.6 + 3.9 + 7.4 + 24 = 62 (PUNTAJE FINAL POBRE) CON LOS MAYORES PROBLEMAS EN EL SISTEMA MAMARIO Y LAS PASTAS.

CATEGORIAS DE LOS PUNTAJES:		APLICACIÓN DE LA EVALUACION LINEAL POR SEXO		
EXCELENTE.....	90 - 97	INDICADOR LINEAL	VACAS	TOROS
MUY BUENO.....	85 - 89	TREN ANTERIOR Y CAP. CORPORAL	15 %	40
BUENO MAS.....	80 - 84	FORTALEZA LECHERA	20 %	25
BUENA.....	75 - 79	GRUPA	5 %	10
DEBIL.....	65 - 74	PATAS Y PEZUÑAS	20 %	25
POBRE.....	50 - 64	UBRE	40 %	---

Fuente: E. E. Arauz (2017).

Una vez efectuada la adjudicación de puntos en los 16 parámetros lineales primarios se procede a generar los productos porcentuales en cada componente sectorial; incluyendo forma corporal, ancas, patas y pezuñas y sistema mamario. Al tener los productos sectoriales se procede a realizar la sumatoria y lograr así el puntaje final y finalmente la categorización entre excelente y pobre. Una de las mayores aplicaciones y utilidades de la evaluación lineal en las fincas lecheras es poder reconocer las deficiencias morfológicas funcionales en las vacas que luego son empleadas para contribuir en la selección del toro cuyas prueba de progenie indique que puede corregir tales defectos; para así lograr el mejoramiento anatómico y funcional de las progenies (Araúz, 2017).

2.19. Índices compuestos relacionados con la conformación, producción, reproducción, longevidad y productividad.

Una de las mayores fortalezas del programa de evaluación lineal es haber conformado indicadas compuestos que están correlacionados y que son determinantes de la capacidad de producción, efectividad reproductiva y longevidad de la vaca lechera; los cuales repercuten en el marco de la rentabilidad lechera individual, colectiva y finalmente de la finca lechera (Araúz, 2016; CRI, 2018).

Los Índices de selección son una gran herramienta, ya que combinan todos los rasgos importantes en una sola línea de mejora y nos alejan de establecer criterios fundamentados en los mínimos para rasgos particulares; en consecuencia, el progreso genético funcional es múltiple paramétrico (Alta genética, 2014).

La evaluación lineal es utilizada para generar varios índices compuestos que son de gran utilidad para la evaluación funcional; los cuales han sido acogidos por la Asociación Holstein de los Estados Unidos de América en el 2018. Los principales índices compuestos son los siguientes:

1. Índice de Ubre Compuesta (ICU o UCCI)
2. Índice compuesto de patas y pezuñas (ICPYP o FLFC)
3. Índice Compuesto Corporal (ICC o BCI)
4. Índice de Eficiencia Alimentaria (IEA o FEI)
5. Índice de fertilidad (IF o FI)
6. Índice de Desempeño Total (IPT)

Existen otros indicadores compuestos que se aplican o se utilizan zootécnicamente; sin embargo, los antes señalados son los más utilizados dado su importancia funcional y los logros alcanzados en las últimas décadas como parte del mejoramiento genético.

2.19.1. Índice Compuesto de Ubre (ICU)

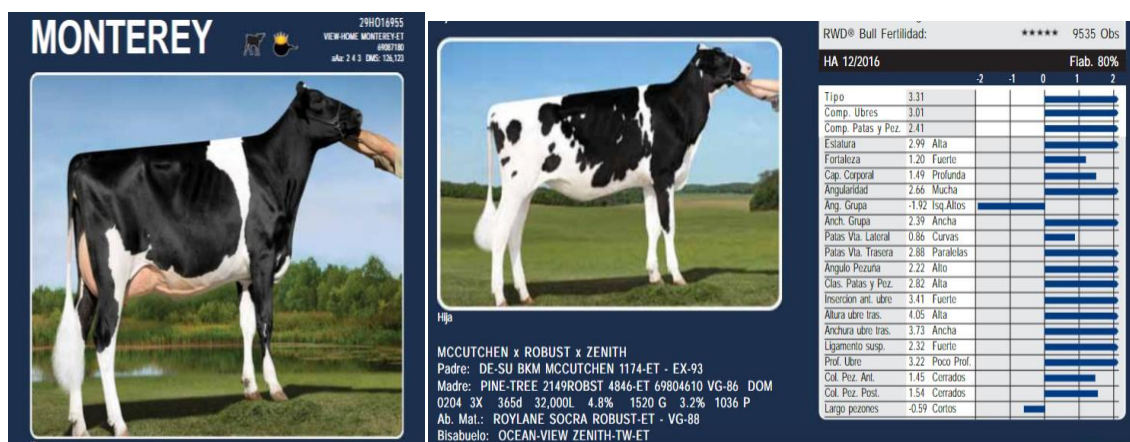
En la actualidad, el índice compuesto de ubre (UDC) representa el producto de la contribución de la unión delantera de la ubre (FU), División del sistema mamario y definición de la línea media (UC), ubicación de los pezones posteriores (RP), altura de la ubre trasera (UH), Profundidad de la Ubre (UD), largo de los pezones (TL), ancho posterior de la ubre (UW), ubicación de los pezones anteriores (TP) y la estatura de la vaca (ST). Cada uno de los valores han sido corregidos por factores de regresión de conformidad con la tendencia de las bases de datos que caracterizan las progenies de los toros evaluados y clasificados bajo los patrones reglamentarios y de rigor demandados por diversos organismos internacionales (Asociación Holstein de los Estados Unidos, 2018).

$$\text{UDC} = -0.03 + [(.16 \times \text{FU}) + (.23 \times \text{UH}) + (.19 \times \text{UW}) + (.08 \times \text{UC}) + (.20 \times \text{UD}) + (.04 \times \text{TP}) + (.05 \times \text{RP}^*) + (.05 \times \text{TL}^*) - (.2 \times \text{ST})] \times 1.16$$

Dónde:

FU = Fore Udder Attachment	(Unión delantera de la ubre)
UC = Udder Cleft	(División o pliegue medial de la ubre)
RP* = Rear Teat Placement	(Ubicación de los pezones posteriores)
UH = Rear Udder Height	(Altura de la ubre posterior).
UD = Udder Depth	(Profundidad de la ubre)
TL** = Teat Length	(Largo de los pezones)
UW = Rear Udder Width	(Ancho posterior de la ubre)
TP = Front Teat Placement	(Ubicación de los pezones anteriores)
ST = Stature	(Estatura).

Figura XXIX: Ilustración de la cuadrícula de evaluación lineal en la prueba de progenie de un toro tipo leche indicando el rango del Compuesto de Ubre (CU) y el valor alcanzado en la prueba.



Fuente: Catalogo de ABS (2017).

2.19.2. Índice Compuesto de Patas y Pezuñas (ICPP)

Este índice incluye la contribución del ángulo de pezuña, vista posterior de las patas, puntaje de las patas y pezuñas y la estatura.

La ecuación que se utiliza según la Asociación Holstein de los Estados Unidos de América (2018) es la siguiente:

$$FLC = +0.02 + [(.09 \times FA) + (.21 \times RV) + (.70 \times FLS) - (.20 \times ST)] \times 1.09$$

Donde:

FA = Foot Angle (Angulo de Pezuñas)

RV = Rear Legs Rear View (Vista posterior de las patas)

FLS = Feet & Legs Score (Valor de las patas y pezuñas).

ST = Stature (Estatura)

El compuesto de patas y pezuñas es utilizado para definir el índice de tipo y producción y se emplea igualmente para el apareamiento por corrección de defectos en las progenitoras; buscando la mejora del sistema mamario de las progenies.

Figura XXX: Ilustración de la presentación del índice de patas y pezuñas.



Fuente: Catalogo de ABS (2018).

2.19.3. Índice Compuesto de Peso Corporal (ICPP)

Este índice es nuevo en la sumatoria de indicadores compuestos fundamentados en la evaluación lineal; y la misma toma en consideración la estatura, la fortaleza, la profundidad corporal, el ancho de la cadera y la forma lechera de acuerdo con las descripciones de la Asociación Holstein de los Estados Unidos (2018).

$$\text{BWC} = (.23 \times \text{Stature}) + (.72 \times \text{Strength}) + (.08 \times \text{Body Depth}) + (.17 \times \text{Rump Width}) - (.47 \times \text{Dairy Form})$$

2.19.4. Índice de Eficiencia Alimentaria (IEA)

El índice de eficiencia alimentaria utiliza la información de la producción de leche, el rendimiento de grasa, proteína y la condición corporal.

$$\text{FE} = (-.0187 \times \text{Milk}) + (1.28 \times \text{Fat}) + (1.95 \times \text{Protein}) - (12.4 \times \text{BWC})$$

2.19.5. Índice de Fertilidad (IF)

Finalmente, entre los índices destacados por la Asociación Holstein de los Estados Unidos está el Índice de Fertilidad; el cual incluye la tasa de concepción de la novilla y de la vaca; así como la tasa de preñez de la hija. Este índice se ha incluido dado la importancia que tiene la reproducción a través de la vida de la hembra lechera; lo cual se hace más importante a medida que se incrementa la habilidad lechera.

$$\text{FI} = 18\% \text{ Heifer Conception Rate (HCR)} + 18\% \text{ Cow Conception Rate (CCR)} \\ + 64\% \text{ Daughter Pregnancy Rate (DPR)}$$

2.19.6. Índice de Desempeño Total (IDT)

Este índice toma en cuenta la habilidad predicha para proteína, grasa, eficiencia alimentaria, compuesto corporal, vida productiva, longevidad de la vaca, índice de fertilidad, forma lechera, conteo de células somáticas, el tipo, compuesto de ubre, compuesto de patas y pezuñas y la facilidad de parto de las hijas. La revisión de la

fórmula es una función constante para el Comité de Mejoramiento Genético de la Asociación Holstein de los Estados Unidos. En el cuadro XIV se presenta la formula completa para establecer el índice de Desempeño Total (TPI).

De acuerdo con Norman et al., (2010), son cinco los factores que han influenciado en el mejoramiento genético; incluyendo: identificación animal, pedigrí, registros del desempeño, inseminación artificial y los sistemas de evaluación a partir del modelo tradicional y de la genómica. En consecuencia, el progreso genético puede ser medido en forma generalizada con indicadores de producción, salud, composición láctea, reproducción, longevidad y productividad.

Cuadro XIV: Modelo de regresión múltiple para establecer el Índice de Desempeño Total en vacas de leche especializadas.

The formula is evaluated periodically by Holstein Association USA's Genetic Advancement Committee to ensure it continues to meet the goals of Holstein breeders nationwide.		
$\frac{[21(\text{PTAP}) + 17(\text{PTAF}) + 8(\text{FE}) + 8(\text{PTAT}) - 1(\text{DF}) + 11(\text{UDC}) + 6(\text{FLC}) + 4(\text{PL}) + 3(\text{LIV}) - 5(\text{SCS}) + 13(\text{FI}) - 2(\text{DCE}) - 1(\text{DSB})]}{19 \quad 22.5 \quad 44 \quad .73 \quad 1.0 \quad .8 \quad .85 \quad 1.51 \quad 1.27 \quad .12 \quad 1.25 \quad 1.0 \quad .9} 3.9 + 2187$		
The value 2187 adjusts for our periodic base change, allowing TPI® values to be comparable across time. Formula updated August 2017.		
Where:		
PTAP = PTA Protein	PL = PTA Productive Life	PTAT = PTA Type
PTAF = PTA Fat	LIV = PTA Cow Livability	UDC = Udder Composite
FE = Feed Efficiency	FI = Fertility Index	FLC = Feet & Legs Composite
BWC = Body Weight Composite	DF = STA Dairy Form	DCE = PTA Daughter Calving Ease
	SCS = PTA Somatic Cell Score	DSB = PTA Daughter Stillbirth
Weighting of Major Categories		
Production	46%	(Fat, Protein, Body Weight Composite, and Feed Efficiency)
Health & Fertility	28%	(SCS, PL, LIV, FI, DCE and DSE)
Conformation	26%	(PTAT, UDC, FLC and Dairy Form)

Fuente: Asociación Holstein de los Estados Unidos (2017).

3.20. Promedio de la Habilidad Estándar para Transmitir los indicadores lineales en el modelo animal para las evaluaciones hasta Agosto, 2018.

La habilidad estándar para transmitir (STA) un carácter de interés lechero ha sido definido por los estudios realizados sobre la base de datos que conforman las pruebas genéticas realizadas en los Estados Unidos y recogidas a través de la Asolación Holstein de ese mismo país (2018). El valor estándar para transmitir un carácter lechero o STA para la raza Holstein se indica en el cuadro XV y dichos valores obedecen al puntaje promedio y su categorización como tendencia racial. Por ejemplo, el STA para la estatura es 1.17; mientras que para el compuesto de ubre es 1.85 (Asociación Holstein, USA, 2018).

Cuadro XV: Promedio STA de la población de toros para el modelo genético animal.

Trait	Average STA	Direction		Trait	Average STA	Direction
Stature	1.17	Tall		Fore Udder Attachment	2.12	Strong
Strength	0.62	Strong		Rear Udder Height	2.70	High
Body Depth	0.51	Deep		Rear Udder Width	2.48	Wide
Dairy Form	1.08	Open		Udder Cleft	1.03	Strong
Rump Angle	0.06	Sloped		Udder Depth	1.59	Shallow
Rump Width	0.82	Wide		Front Teat Placement	0.89	Close
Rear Legs - Side View	0.22	Curved		Rear Teat Placement	0.84	Close
Rear Legs - Rear View	1.09	Straight		Teat Length	0.36	Short
Foot Angle	1.17	Steep		Udder Composite	1.85	High
Feet & Legs Score	1.27	High		Feet & Legs Composite	1.09	High

Fuente: Asociación Holstein USA (2018).

2.21. Perfil de las Heredabilidades actualizadas para los caracteres lineales tipo leche en la raza Holstein.

El grado con que cada carácter lechero de valor lineal y morfo anatómico funcional para la raza Holstein se presenta en el cuadro XVI de conformidad con la Asociación Holstein de los Estados Unidos (2018); constituye un complemento esencial para la ponderación lineal con énfasis en el marco genético; lo cual es adicional a otros caracteres como la producción de leche, la grasa, proteína, lactosa y solidos totales descritos por Bath et al. (1986).

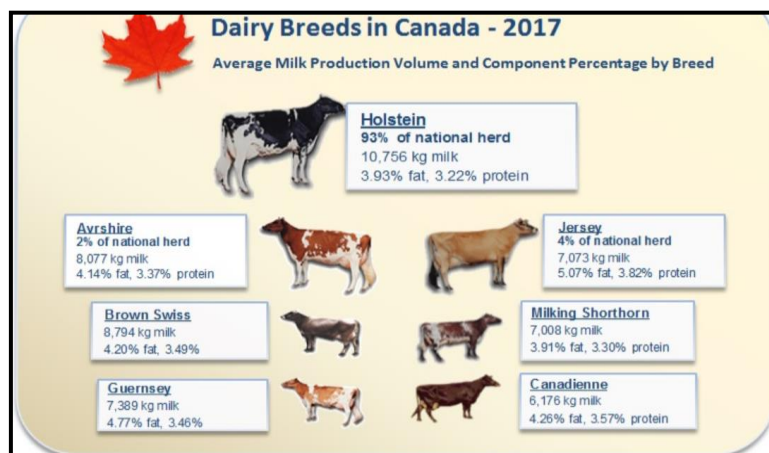
Los avances que se han logrado a través de las pruebas de progenies en las razas lecheras mejoradas en los Estados Unidos descritos por Powell (2008) y Vargas (2012) y los estándares de producción (Visser y Wilson, 2006) y la propia Asociación Holstein de los estados unidos confirman la importancia del Programa de Mejoramiento Genético que se estableció con sus primeros pasos en la Estación Experimental de Michigan. En la figura XXXI se presentan las cifras promedio por raza en Canadá; indicando las producciones anuales; en donde la raza Holstein es produce 10,756 kg y 3.93% de grasa y 3.22% de proteína.

Cuadro XVI: Heredabilidades de la Asociación Holstein de Estados Unidos para los componentes lineales.

HERITABILITIES (h²)							
Trait	h²		Trait	h²		Trait	h²
Stature	.42		Rear Legs - Rear View	.11		Udder Depth	.28
Strength	.31		Foot Angle	.15		Front Teat Placement	.26
Body Depth	.37		Feet & Legs Score	.17		Rear Teat Placement	.32
Dairy Form	.29		Fore Attachment	.29		Teat Length	.26
Rump Angle	.33		Rear Udder Height	.28		Final Score	.29
Rump Width	.26		Rear Udder Width	.23			
Rear Legs - Side View	.21		Udder Cleft	.24			

Fuente: Asociación Holstein USA (2018)

Figura XXXI: Cifras de la producción de leche por raza anualmente en Canadá.



Por su parte, estas cifras en los Estados Unidos se presentan en el cuadro XVII; destacando algunas diferencias en la raza Holstein, Jersey y Pardo Suizo que son el marco referente de las razas lecheras existentes en Panamá en la actualidad.

Figura XXXII: Resumen de los datos de producción por raza según DHIA (2005).

Resumen del 2005 de Vacas en DHIA							Gráfica 2	
	No. de Rebaños	Leche Lbs	Grasa %	Grasa Lbs	Proteína %	Proteína Lbs	Puntajes Lineales de SCC	
Holstein	21,659	22,347	3.64	817	3.05	685	Holstein	2.98
Ayrshire	122	15,625	3.85	602	3.15	493	Ayrshire	2.69
Pardo Suizo	270	17,925	4.04	732	3.37	610	Pardo Suizo	2.81
Guernsey	180	15,101	4.51	681	3.37	508	Guernsey	3.12
Jersey	1,148	16,099	4.60	741	3.57	576	Jersey	3.26
Milking Shorthorn	43	14,299	3.64	520	3.11	445	Milking Shorthorn	2.78

Fuente: Promedios de rebaños en DHI del 2005 por raza y categoría de plan de prueba

Fuente: aipl.arsusda.gov/dynamic/trer-current/tmndx.html

2.22. Plantilla de la información genética en los catálogos de toros para la inseminación artificial.

A continuación se presenta los diferentes términos que aparecen en los catálogos de toros tipo leche para los programas de inseminación artificial.

TERMINOLOGÍA GENÉTICA DE ESTADOS UNIDOS

Índice para Vacas Comerciales (ICCS)

El índice ICCS utiliza indicadores económicos en tiempo real y principios científicos genéticos, con el fin de satisfacer las necesidades de los productores lácteos. Este índice incorpora evaluaciones genéticas empleando datos e investigaciones de múltiples fuentes. El ICCS es una combinación de los cinco sub-índices que brindan a los productores de leche la oportunidad de enfatizar una selección genética en áreas específicas de manejo.

Eficiencia de Producción (PREFS)

Salud (HLTHS)

Fertilidad y Salud (FYFTS)

Habilidad Lechera (MABLS)

Habilidad de Parto (CABLS)

Cetosis Subclínica (SCS)

La cetosis es un problema metabólico común y costoso que pone a las vacas en mayor riesgo de contraer otras enfermedades metabólicas al inicio de su lactancia. Además, el impacto de la cetosis puede extenderse más allá del sistema digestivo y costar a los productores un promedio de \$289 por caso. Investigaciones realizadas por el personal del Centro Internacional de Biotecnología (CIB) de CRI, muestran que las vacas con cetosis subclínica tienen un pico de leche más bajo, puntaje de células somáticas más altos y tasas de concepción de primer servicio más bajas además de altas tasas de desecho y mayor riesgo de AD. A través del SCK, usted crear vacas que tengan una mejor transición y bajo índice de cetosis. El SCK tiene una base de 100, los valores más altos son más deseables.

Metritis (MTR)

Vacas recién paridas tiene más riesgo de desarrollar metritis con una pérdida económica por caso de \$396. Elegir toros con valores altos para MTR crearán hijas con menos casos de metritis. MTR se desarrolla de una base de datos con más de 26 millones de datos de salud de alrededor de 4 millones de vacas. El MTR tendrá una base de 100, valores más altos son considerados más deseables.

Salud Podal (FP)

La laminitis afecta alrededor de un 15% de vacas lecheras y su incidencia incrementa con cada lactancia. Elegir toros con valores altos para FP creará vacas con menores problemas de patas. El valor genético FP se desarrolló de una base de datos con información de más de 26 millones de eventos de salud de alrededor de 4 millones de vacas. El valor genético de salud podal tiene una base promedio de 100.

Mérito Neto Vitalicio \$

El Mérito Neto Vitalicio \$ mide las ganancias netas durante la vida de la hija promedio de un toro. A continuación los rasgos y las ponderaciones del índice: Grasa 22%; Proteína 20%; Leche -1%; Vida Productiva 19%; SCS -7%; DPR 7%; Tasa de Concepción de las Vaquillas (HCR) 2%; Tasa de Concepción de las Vacas (CCR) 1%; Habilidad de Partición 5%; Cpto. Ubre 6%; Cpto. PyP 3%; Tamaño Corporal -5%

Confianza (Conf)

Medida de la cantidad de información en un rasgo. La confianza se expresa como un porcentaje, variando de 1 a 99. La prueba es más confiable cuanto más cerca de 99 se encuentra ese porcentaje.

Mérito Fluido Vitalicio \$

El Mérito Fluido Vitalicio \$ combina los mismos rasgos que el índice de Mérito Neto con ponderaciones diferentes. Este índice es útil para lecherías que reciben su pago basado exclusivamente en el volumen de la leche, donde se pone más énfasis en el rendimiento de la leche.

Mérito Queso Vitalicio \$

El Mérito Queso Vitalicio fue diseñado para productores que venden leche en un mercado de queso. La proteína tiene más valor en el Mercado de quesos que en el mercado de precios estándar de componentes. La leche recibe una ponderación económica negativa en el índice de Mérito en Queso. El índice de Mérito Queso Vitalicio combina los mismos rasgos que el índice de Mérito Neto Vitalicio.

PTA Lbs. Grasa

El PTA de grasa en Libras, reflejando la producción de grasa esperada en futuras hijas maduras.

PTA Porcentaje de Grasa

Indica la varianza genética del PTA de un toro para transmitir grasa, como positiva o negativa.

PTA Lbs. Proteína

El PTA de producción de proteína en Libras, comparando la producción esperada de las futuras hijas maduras.

PTA Porcentaje de Proteína

Indica la varianza genética del PTA de un toro para transmitir proteína, como positiva o negativa.

PTA Vida Productiva

Vida Productiva es la medida de longevidad, medida en meses.

PTA Puntaje de Células Somáticas (SCS)

El PTA de SCS se usa para mejorar la resistencia a la mastitis. Se espera que toros con bajo PTA en SCS (menos de 3.0) tengan hijas con menos mastitis que toros con alto PTA en SCS (más de 3.5)

Permanencia en el Hato (LIV)

Predecir de la vaca la habilidad de transmitir a permanecer vivo en el rebaño de ordeño.

Tasa de Preñez Hijas (DPR)

El porcentaje de vacas no preñadas que se preñan durante cada período de 21 días. Una Tasa de "1" implica que es un 1% más factible que las hijas de este toro queden preñadas durante ese ciclo de celo, que las hijas de un toro con una evaluación de "0".

PTA Tipo

El PTA Tipo es un estimado de la superioridad genética en conformación que un toro transmitirá a su progenie. Esto está directamente correlacionado con el puntaje final de las hijas del toro, no con sus rasgos lineales.

Compuesto de Ubre

El Compuesto de Ubre es un índice basado en la habilidad para mejorar ubres. El Compuesto de Ubre incluye seis rasgos lineales, con su ponderación por la contribución de cada rasgo a puntajes más altos de ubres. Los rasgos y sus ponderaciones son: Profundidad de ubre 35%; ubicación de pezones delanteros 5%; ubicación de pezones posteriores 7%; adherencia de ubre anterior 16%; altura de ubre posterior 16%; ancho de ubre posterior 12%; y hendidura de ubre 9%.

Compuesto de Patas y Pezuñas

El Compuesto de Patas y Pezuñas mide la habilidad de un toro de mejorar las patas y las pezuñas. Las ponderaciones para los cuatro rasgos del compuesto son: Puntaje de patas y pezuñas 50%; ángulo de pie 24%; patas traseras- vista posterior 18,5%; y patas traseras- vistas de costado 7,5%.

TPI* (Índice de Performance Total)

Es calculado por la Holstein Association-USA. Los rasgos y sus valores son: Grasa 16%; Proteína 27%; Vida Productiva 7%; SCS 5%; Cpto. Ubre 11%; Cpto. P y P 6%; PTA Tipo 8%; Forma Lechera -1%; Fertilidad Índice 13%; Facilidad de Partición de las Hijas 2%; y Muertes al Nacer de las Hijas 1%.

Facilidad de Partición

Facilidad del Parto del Toro: Porcentaje de la Dificultad Estimada de Nacimientos en Vaquillas cuando tienen sus partos por primera vez. Toros con 7% o menos pueden ser usados para reducir el estrés en las becerras de primer parto.

Facilidad de Partición de las Hijas: Tendencia de las hijas de un toro determinado de tener más (o menos) problemas al parir que una vaca promedio, y de producir crías que nacen más (o menos) fácilmente que las crías paridas por la vaca promedio

Muertes al Nacer

Muertes al Nacer - Toro de Servicio: Mide la tendencia de las crías de un determinado toro en servicio de nacer muertas más o menos a menudo.

Muertes al Nacer - Hijas: Mide la habilidad de una vaca en particular (hija) de producir crías vivas. Las

PregCheck™: PregCheck, es nuestro método de predicción de la clasificación de la fertilidad y proceso de recolección de datos. La fertilidad es medida, usando registros de vacas que tienen un diagnóstico de gestación positivo o negativo. Un punto de diferencia en PregCheck, equivale al 1% de cambio esperado en la tasa de concepción.

SynchCheck™: SynchCheck evalúa la concepción de los toros cuando se inseminan en hembras que han sido sincronizadas (ovulaciones inducidas por tratamiento hormonal).

Rasgos Lineales de Tipo (Perfil Lineal)

Las evaluaciones genéticas de los 18 rasgos lineales de tipo se expresan como STA (Habilidad Transmisora Standard). Estos valores estandarizados se usan ya que cada rasgo tiene un promedio de PTA diferente, y la gama de PTAs varía entre los rasgos.

Base Genética

La base genética para las evaluaciones es PTA 2015, representando el promedio de vacas nacidas en 2010.

Beta-Caseína

La Beta-Caseína es una proteína importante que constituye un 30% de la proteína total en la leche. Los estudios han demostrado los beneficios de esta proteína en la salud para enfermedades isquémicas del corazón, diabetes tipo 1 y autismo. (A2A2 - Resultado de Prueba Más Idóneo; A1A2 - Resultado Medio - produce cantidades iguales de A1 y A2; A1A1 - Resultado de Prueba Menos Idóneo)

Kappa-Caseína (producción de quesos)

Existen muchas variaciones de la Kappa-Caseína A, B y E que están asociadas con la proteína de la leche y calidad. Las variantes están relacionadas con el procesamiento de queso. Los estudios demuestran que el rendimiento en la producción de queso es mayor con leche BB versus leche AA. (BB - Se prefiere para producción de quesos; AB + BE - Resultado intermedio para producción de quesos; AA + AE - Menos favorable para la producción de quesos)

Tasa de Concepción de las Vaquillas (HCR)

HCR es el porcentaje de vaquillas vírgenes inseminadas que quedan gestantes. Un toro con una evaluación de +1 debería tener hijas que como vaquillas deberían ser 1% más propicias en quedar gestantes. Los servicios son solo incluidos si la vaquilla por lo menos tiene 12 meses de edad y menos de 2.2 años.

Tasa de Concepción de las Vacas (CCR)

CCR es la habilidad de la vaca lactante para concebir, basado en el porcentaje de vacas inseminadas que quedan gestantes. Si el CCR de un toro es +1, sus hijas deberán ser 1% más probables en quedar gestantes durante la lactación, que un toro con una evaluación de 0. CCR simplemente mira la habilidad de las hijas para concebir cuando son inseminadas.

Puntaje de Condición Corporal (BCS)

BCS viene obtenido del Canadian Dairy Network (CDN). BCS refleja el estatus del balance de la energía del animal en cuya investigación muestra una clara asociación con la fertilidad mejorada de la hembra, longevidad y resistencia a las enfermedades. Las evaluaciones de BCS se expresan como valores de cruzamiento relativos con 100 como promedio. El sentido de la escala varía generalmente de 85 para toros con hijas que generalmente tienen muy bajos puntajes para condición corporal a 115 o más altos para toros con hijas que tienen altos puntajes. En general, ya que la meta de cruzamiento es incrementar el promedio BCS en la primera lactancia, los toros por arriba de 100 son más deseables.

Resistencia a la Mastitis (MR)

MR es obtenido del CDN. MR combina ambas mastitis clínica y sub-clínica dentro de un solo índice de selección genética. El índice MR pone una ponderación igual en las tres áreas: mastitis clínica en vacas de primera lactancia, mastitis clínica en las lactancias posteriores y puntaje de células somáticas a través de las primeras tres lactancias. MR es

Hijas

El número de hijas incluidas en la prueba de leche de un toro. Una "G" identifica a las evaluaciones basadas en información de pedigrí y de análisis genómicos.

Hatos

El número de diferentes hatos en que se encuentran las hijas de un toro (tomando en cuenta las hijas que se incluyeron en la prueba de leche de ese toro). Una "G" identifica a las evaluaciones basadas en información de pedigrí y de análisis genómicos.

PTA Leche

El PTA de producción de leche en Libras, reflejando la producción de leche esperada en futuras hijas maduras.

Muertes al Nacer se expresan como porcentajes de muertes, incluyendo como crías muertas al nacer, a las que nacieron muertas, o a las que nacieron vivas pero murieron dentro de las 48 horas de su nacimiento.

Fertilidad

La Tasa de Concepción del Toro (SCR) es la diferencia en la tasa de concepción del toro expresada como una comparación porcentual. La SCR se basa en la tasa de concepción, y no en la tasa de no retorno. La SCR utiliza servicios múltiples por lactancia (hasta 7), en lugar de usar sólo el primer servicio. Una SCR de 1.2 por ejemplo, significa que el toro está un 1,2% por encima del promedio.

expresado como un valor de cruzamiento relativo de la raza donde 100 es promedio.

Velocidad de Ordeño y Temperamento

Los puntos de la información vienen del CDN. La Velocidad de Ordeño es evaluada en términos del porcentaje de la primera lactancia de las hijas evaluado como promedio o rápido. El Temperamento Lechero puede ser definido como comportamiento lechero. El Temperamento Lechero es expresado en termino del porcentaje esperado de las futuras hijas evaluadas como promedio, tranquilo o muy tranquilo durante la primera lactancia. Un toro con un puntaje de 100 para ambos rasgos indica promedio.

Fuente: Catálogo de Toros Holstein de CRI (2018).

III MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del Estudio

El presente trabajo de investigación fue realizado en la Cuenca Lechera de Bugaba y en el Distrito de Tierras Altas; ya que la compilación de los toros distribuidos a partir del semen para el proceso de la Inseminación Artificial contempló los distribuidores y su banco criobiológico para las fincas lecheras en base a las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

3.2. El semen y razas como material genético y fuentes comerciales nacionales

En el estudio la primera línea de información compilada fue facilitada por las compañías distribuidoras nacionales que están comercializando el semen de toros probados para la inseminación artificial en las fincas lecheras de Bugaba y Tierras Altas. Las compañías cuyo semen se distribuye en Panamá son:

1º. CRI 2º. ABS 3º. Alta Genetics 4º. Tristate Breeders 5º. Select Sires

6º. Semen procedente de Europa.

Las razas incluidas en el estudio fueron Holstein, Pardo Suizo y Jersey y su consideración fue enfocada en los reproductores que se utilizan en las fincas lecheras como parte de la plataforma para continuar con el programa del mejoramiento genético en la cuenca lechera de la provincia de Chiriquí.

La segunda línea de información fue obtenida en 12 fincas lecheras codificadas numéricamente con programas de inseminación; a partir de las cuales se obtuvieron los códigos de los toros por raza y compañía de distribución internacional del semen.

En las fincas se aplicó en principio una encuesta práctica y sencilla para la verificación de los registros de compra y ejecución de las inseminaciones artificiales que se han realizado desde el 2014 al 2017.

3.3. Encuesta para la recopilación de la información del semen y toros

Las fincas facilitaron la siguiente información para compilar la matriz de datos descriptivos y cuantitativos; en base al siguiente cuestionario y formato:

1. Finca No
2. Ubicación de la Finca:
3. Razas de ganado lechero utilizadas:
4. Código de los toros utilizados en los últimos 30 meses
5. Costo de la pajilla
6. Número de pajillas utilizadas en 30 meses
7. Numero de vacas inseminadas con dicho toro

8. Promedio de pajillas del toro utilizadas por vaca

3.4. Perfil Genético de los toros utilizados en la cuenca lechera

La información genética según la prueba de progenie de cada toro fue obtenida en la hoja de información genética oficial que aprueba la NAAB (National Association of American Breeders) y/o que fue adoptada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y la Asociación de Mejoramiento de Hatos Lecheros de los Estados Unidos (DHIA-USA) y otros organismos homólogos cuando los toros fueron procedentes de Europa.

3.5. Perfil genético según la evaluación genética de los toros

La información de las pruebas de progenes de cada toro fueron las que han sido reportadas en los catálogos con el aval de la NAAB e incluyó: como base Habilidad Predicha para caracteres lineales, de producción, reproducción, salud y productividad. Además de cada código del toro se incluyó: Leche (lb), Grasa Láctea (Lb), Proteína (lb), Conteo de Células Somáticas, Índice de desempeño total (IDT o IPT), Conformación, Compuesto Mamario, Compuesto de Patas y pezuñas, Facilidad de Parto, Hijas y Hatos. Se incluyó los valores en las pruebas genéticas tradicionales (GPA) y la Evaluación Genómica listada en el catálogo impreso o digital del año; así como el precio de la pajilla en Panamá. Toda la información fue obtenida de la

evaluación oficial publicada por NAAB (vía internet) que aparece en los catálogos de los toros para los programas de inseminación artificial según el material de referencia facilitado por las compañías autorizadas para la distribución del semen en Panamá y vía internet.

3.6. Diseño y Análisis Estadístico

La matriz de datos fue analizada para cada raza de conformidad con el perfil estadístico descriptivo mediante el uso del procedimiento univariado de SAS para cada grupo racial; mientras que las características comunes fueron evaluadas incluyendo el efecto de raza cuando las variables de las pruebas de progenies fueron idénticas según la metodología de su determinación; tomando en cuenta las tres razas lecheras (Holstein, Pardo Suizo y Jersey); en cuyo caso se utilizó una vía de variación según el modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = u + R_i + e_{(ijk)} \quad \text{donde:}$$

Y_{ijk} = Parámetro dependiente cuantitativo en la prueba de progenie del toro j^{mo} dentro de la raza i^{mo} en la finca k^{mo} como PTA leche (lb), PTA merito neto, PTA Merito Fluido y otros:

u = Media R_i = Raza [i^{mo} = Holstein (1), Pardo Suizo (2) y Jersey (3)].

Toros $J^{mo} = 1, 2, \dots, r$ dentro de cada raza).

Cuadro XVII: Análisis de varianza para los indicadores cuantitativos según la raza.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de Fisher
Razas	2	SS_A	$SS_A/3$	CM_A/CMe
Residuo	97	SC_{error}	SCe/gle	
Total	99	SCT		

SCT: Suma de cuadrado total SSA: Suma de cuadrados de las razas S_{Ce}: Suma Cuadrada del Error.

Se utilizó las pruebas adicionales para generar las medias y sus descriptores (desviación estándar, coeficiente de variación), la prueba de Tukey modificada para comparación entre razas y la matriz de correlaciones. El análisis estadístico se hizo con el programa SAS (2004) según los procedimientos PROC UNIVARIATE para cada raza (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) y el análisis de varianza según PROC GLM y el de correlación según PROC CORR. El análisis de varianza fue refrendado con la suma de cuadrados Tipo III dado las diferencias en el número de toros por raza. Se aplicaron los cuidados estadísticos indicados por Gill (1978) y Herrera y Barreras (2000). La fuente de variación incluyó específicamente las razas cuando los parámetros de la prueba de progenie fueron generados con las mismas condiciones cuantitativas.

3.7. Cronograma de Actividades

Las actividades desarrolladas en la fase del estudio fueron estructuradas en base al siguiente cronograma descrito en el cuadro XIX descrito a continuación.

Cuadro XVIII: Cronograma y listado de actividades en la finca.

Actividades	2017			2018				
	Oc	No	Di	En	Fe	Ma Ab Jun Jul	Ag Sept Oct	Nov Dic
Planificación del anteproyecto	X	X						
Revisión de literatura preliminar	X	X						
Consulta con los profesores	X	X						
Desarrollo del manuscrito		X						
Contactación inicial de las fincas		X	X	X				
Presentación del anteproyecto		X	X					
Colecta de la información en finca			X	X	X	X		
Formulación de la matriz de datos			X	X	X	X	X	
Análisis Estadístico						X	X	

Elaboración del borrador y ajustes						x	x	x
Sustentación del trabajo de grado								x

Oc (Octubre), No (Noviembre), Di (Diciembre), En (Enero), Fe (Febrero), Ma (Marzo), Ab (Abril) y My (Mayo).

Cuadro XIX: Componentes y costo de la Tesis

Actividad	Costo (\$)
Viajes a las fincas	160.00
Alimentación (almuerzo)	200.00
Papelería	10.00
Trabajo secretarial	250.00
Reproducción del trabajo borrador para sus correcciones (4 juegos)	55.00
Tiraje y reproducción del documento final más empaste	195.00
Revisión de Español general	50.00
Total	920.00

3.8. Financiamiento de la Tesis

Este estudio fue financiado por mi familia quienes aportaron los recursos necesarios para mi movilización, los gastos de alimentación, el traslado a las fincas para la búsqueda de la información, para el pago del trabajo secretarial, la reproducción del borrador y del trabajo final respectivamente. Debo destacar, que el Prof. Edil Araúz también contribuyó parcialmente al apoyarme para la movilización hacia las fincas lecheras para solicitar la anuencia de las fincas para utilizar sus datos del material criobiológico (semen de toros tipo leche) y los registros pertinentes; quien tuvo toda la disposición como profesor y director de este trabajo de tesis en poner su vehículo y tiempo para hacer el vínculo con los productores de leche en la Cuenca Lechera de Bugaba.

3.9. Base de datos de las pruebas de progenies

La base de datos de los reproductores fue clasificada por raza (Holstein, Pardo suizo y Jersey) y de igual manera la información de cada toro fue clasificada en Producción y tipo, salud y reproducción y productividad.

A continuación, se muestra la base de datos generales y su estructura como parte del marco metodológico para solicitar los análisis estadísticos al Programa Statistical Alysis System, versión V8 y V9. La base de datos fue estructurada en las categorías de Holstein, Pardo Suizo y Jersey; tomando en cuenta que la raza Holstein es la que brindo el mayor número de parámetros; seguida de la Pardo Suizo y de la jersey finalmente. La información de las bases de datos se muestra en las tablas a continuación; destacando los componentes de producción, conformación, salud y evaluación lineal por raza.

Tabla I: Base de datos de producción y conformación de las progenies Holstein

RAZA: HOLSTEIN						PTA (Lbs)									TIPO				
N°	CODID	RAZA	TORO	PPEB	L	PR	GR	GP	MN	MQ	GM	MF	GTPI	TIPO	UDC	FLC	BWC	ICLECHE	
25	7HO11647	1	25	12	2127	69	64	133	608	621	506	585	2342	1.08	-0.09	1.17	0.57	2.11	
67	7HO11023	1	67	12	1949	48	36	84	212	195	58	250	1894	2.04	1.22	0.40	-0.25	2.38	
19	7HO12111	1	19	12	1941	46	54	100	644	627	632	685	2459	1.52	2.03	0.97	-0.06	0.79	
35	1HO11725	1	35	11	1728	54	48	102	632	641	615	616	2497	1.80	1.54	1.41	1.23	1.21	
62	200HO6152	1	62	12	1720	43	23	66	308	295	239	338	1997	0.97	0.61	0.78	-0.98	0.97	
17	7HO7560	1	17	11	1647	19	31	50	205	157	92	313	1717	-0.51	0.16	0.07	-1.42	-0.69	
40	1HO11048	1	40	11.5	1624	64	37	101	644	676	576	581	2485	1.93	2.31	1.32	-0.15	0.93	
66	7HO10837	1	66	11	1569	43	76	119	520	515	419	533	2153	0.39	0.22	-0.37	-0.05	1.28	
57	1HO10471	1	57	11	1506	45	19	64	515	522	460	506	2276	1.03	1.94	0.90	-0.93	-0.06	
15	1HO11318	1	15	11	1499	44	52	96	581	581	514	582	2296	1.23	1.25	0.05	0.38	1.33	
32	7HO12313	1	32	12	1490	41	58	99	530	530	483	536	2260	1.03	0.69	-0.25	0.35	1.52	
22	1HO11072	1	22	11	1456	54	42	96	557	574	522	522	2363	1.43	2.07	1.96	-0.42	0.70	
74	7HO12150	1	74	11	1448	26	28	54	324	300	298	382	2126	2.18	1.8	0.25	1.99	2.19	
69	7HO11893	1	69	11	1376	40	41	81	528	530	492	527	2324	1.31	1.66	0.85	0.25	0.55	
38	1HO10875	1	38	8	1356	31	40	71	522	508	440	554	2203	0.98	1.41	-0.18	-0.82	0.79	
27	200HO6594	1	27	13	1342	39	72	111	593	584	585	608	2368	1.50	2.48	1.06	-0.32	0.57	
73	7HO12095	1	73	12	1342	42	81	123	646	646	586	645	2381	1.85	1.89	1.57	-1.30	1.54	
8	600HO5320	1	8	10	1325	50	48	98	320	337	274	285	2126	2.15	1.41	0.73	0.86	2.6	
49	1HO11545	1	49	12	1281	61	61	122	612	653	578	526	2494	2.02	1.62	2.33	0.37	1.33	
54	1HO12405	1	54	11	1279	29	49	78	652	644	621	621	2443	1.72	2.21	1.78	-8	0.53	
6	7HO11983	1	6	12	1271	34	54	88	601	600	547	609	2308	0.56	1.29	0.18	0.69	-0.28	
51	7HO8946	1	51	12	1227	3	-11	-8	190	137	211	309	1819	0.47	0.67	0.58	-2.10	-0.05	
48	7HO10725	1	48	11	1196	43	45	87	384	390	332	369	2131	1.39	1.63	1.15	-0.14	1.14	
70	7HO13111	1	70	12	1193	43	77	120	726	740	749	698	2521	0.48	1.35	0.17	0.24	-0.3	
47	7HO10884	1	47	12	1169	24	21	45	281	262	255	324	1952	0.77	0.92	1.45	-0.64	0.28	
16	1HO9184	1	16	11	1137	22	12	34	76	57	43	117	1731	0.49	-0.05	0.59	0.53	1.28	
46	7HO9357	1	46	11	1133	33	44	77	517	519	476	516	2227	0.6	0.92	-0.04	0.64	0.3	
63	250HO1066	1	63	13	1084	41	49	90	410	425	369	378	2206	1.75	1.63	1.01	0.82	1.70	
12	1HO10648	1	12	11	1074	32	14	46	522	527	549	515	2274	0.77	1.79	1.56	-1.56	-0.3	
39	7HO10691	1	39	10	1001	25	13	38	261	256	260	274	1977	0.71	0.71	-0.32	1.43	1.09	
50	1HO11369	1	50	11	992	45	65	110	609	637	530	550	2317	0.64	0.91	0.68	0.26	0.08	
53	7HO11547	1	53	10	988	34	53	87	511	518	468	496	2262	1.43	2.14	0.09	-0.24	1.11	
11	11HO11923	1	11	10	960	49	67	116	698	739	674	628	2504	0.96	1.01	0.37	0.99	0.39	
5	7HO11658	1	5	10	953	36	27	63	401	416	383	372	2154	0.86	1.42	0.85	-0.05	0.16	
58	1HO11056	1	58	10	950	38	34	72	593	609	598	560	2303	0.51	0.98	0.65	-0.96	-0.17	
33	7HO12345	1	33	10	912	34	48	82	527	544	476	496	2249	0.99	1.36	-0.19	0.44	0.55	
7	7HO13826	1	7	11	907	49	75	124	698	739	643	613	2544	1.67	2.25	1.74	0.27	0.73	
30	1HO11923	1	30	11.2	878	32	65	97	711	731	700	677	2504	0.84	1.85	0.94	-0.06	-0.52	
9	250HO11837	1	9	20	867	34	72	106	593	607	573	563	2377	1.59	1.78	0.82	-0.58	1.02	
71	1HO11616	1	71	10	863	25	25	50	465	469	476	459	2170	0.27	0.35	0.78	-0.33	-0.15	
14	7HO11024	1	14	10	858	34	54	88	401	415	377	367	2118	0.78	-0.45	0.44	1.78	1.23	
28	7HO11497	1	28	11	846	16	22	38	217	206	210	245	1984	1.08	1.24	1.25	1.34	0.04	
52	7HO11748	1	52	10	841	41	61	102	566	594	532	508	2323	1.35	0.94	0.99	-1.14	1.16	
64	250HO1120	1	64	12	821	30	38	68	351	363	338	327	2177	2.16	1.90	0.93	0.70	2.11	
41	1HO11063	1	41	11.5	736	36	39	75	497	522	493	444	2251	1.00	1.65	0.53	-0.55	0.44	
44	7HO11809	1	44	11	733	32	13	45	281	303	246	239	1950	0.04	-0.37	0.77	0.68	0.62	
31	1HO8784	1	31	11	714	24	26	50	351	356	400	342	2101	0.20	0.55	1.2	1.30	-1.21	
68	7HO11169	1	68	11	657	11	42	53	588	582	660	607	2425	1.13	1.77	1.45	0.32	-0.02	
23	7HO11072	1	23	10	646	15	38	53	367	369	348	370	2154	1.19	2.26	0.41	0.59	0.30	
10	200HO2935	1	10	12	631	22	38	60	463	475	429	441	2184	1.07	1.90	-0.29	-1.91	-0.34	
37	7HO9501	1	37	10	614	20	6	26	331	333	401	327	2030	0.27	0.71	-0.4	-1.61	-0.58	
65	7HO10353	1	65	11	578	7	9	16	103	86	25	139	1694	0.39	0.00	1.27	0.96	1.09	
42	7HO9511	1	42	10	569	13	51	64	302	302	255	306	1985	0.21	0.69	0.67	-0.92	-0.17	
4	7HO7758	1	4	10	495	7	4	11	59	50	61	81	1524	-1.85	-1.80	-1.51	-1.55	-1.36	
36	29HO16888	1	36	14	470	41	71	112	643	690	603	544	2468	1.95	2.27	1.33	0.28	2.00	
20	1HO11511	1	20	9	444	12	40	52	467	464	500	473	2279	1.90	2.01	2.29	0.92	0.80	
59	1HO11237	1	59	9	431	34	13	47	374	416	377	289	2107	0.71	0.73	-0.01	0.38	0.14	
72	7HO9847	1	72	10	369	22	-3	19	191	208	170	153	1804	-0.33	0.29	-0.22	0.06	-1.55	
13	250HO1123	1	13	12	358	25	17	42	490	525	428	411	2313	2.09	3.60	2.17	-0.4	0.12	
75	7HO9555	1	75	11	312	22	16	38	204	229	191	153	1885	0.06	0.15	0.73	-0.14	-0.04	
43	7HO9107	1	43	11	307	-2	33	31	186	175	149	215	1838	0.44	0.19	1.64	0.50	-0.02	
29	200HO3794	1	29	12	289	18	20	38	297	312	304	264	2058	1.23	1.96	0.86	1.42	0.42	
55	7HO10429	1	55	11	279	2	5	7	167	164	200	179	1898	1.02	0.46	0.82	0.49	1.18	
2	1HO8910	1	2	10	242	2	-29	-27	6	5	21	15	1683	-0.13	0.15	0.34	2.88	-1.76	
18	250HO1043	1	18	12	200	32	62	94	490	536	465	392	2251	0.88	1.13	1.11	0.82	1.02	
61	200HO5549	1	61	11	163	15	26	41	97	112	94	63	1882	2.42	1.82	0.53	0.54	2.16	
3	1HO10288	1	3	10	61	22	20	42	335	371	300	259	1975	-0.20	0.36	0.96	-0.61	-0.78	
1	1HO6833	1	1	9	46	-6	23	17	271	266	237	288	1756	-0.94	-0.23	0.17	-2.37	-1.28	
24	29HO16114	1	24	10	43	4	-8	-4	162	175	220	140	1921	0.46	0.54	0.62	1.51	-1.52	
56	200HO3749	1	56	11	24	18	2	20	154	181	216	95	1856	0.18	0.94	-0.13	-1.45	-0.21	
60	1HO11889	1	60	9	13	9	26	35	557	580	618	512	2344	0.53	1.12	0.63	2.09	-1.79	
26	1HO12152	1	26	11	-48	10	29	39	527	557	630	470	2364	0.69	0.45	1.24	1.40	-0.6	
34	1HO10805	1	34	10	-133	11	10	21	325	355	338	264	2069	0.48	1.73	0.61	1.20	-0.93	
45	7HO10647	1	45	10	-286	6	8	14	260	288	283	215	1940	0.78	1.62	0.68	-0.41	-0.57	
21	1HO11024	1	21	10	-550	5	-9	-4	182	215	223	108	1908	0.80	1.29	0.84	1.45	-0.74	

Tabla II: Base de datos de salud y reproducción en las progenies de toros Holstein.

N°	Rasgos de salud						Facilidad de parto						N°	CODID	DATOS DE PRODUCCION Y	
	E.C.S	Mastitis	V.P	Lib	T.P.H	T.C.V	T.C.A	I.F	F.P.T	F.P.H	N.M.T	N.M.H			RAZA	TORO
25	2.82	0.9	2.7	2.2	-0.9	-0.4	-1.8	-1.0	7.1	5.5	7.1	5.5	25	7HO11647	1	25
67	3.03	-0.8	-1.3	-0.8	-5.5	-3.3	-6.7	-5.3	7.6	7.0	8.9	10.7	67	7HO11023	1	67
19	2.91	0.9	4.7	3.4	2.5	0.6	3.9	2.4	5.8	5.2	8.7	7.7	19	7HO12111	1	19
35	2.77	0.4	4.7	1.6	2.2	1.3	3.7	2.3	7.4	4.2	7.4	4.3	35	1HO11725	1	35
62	2.99	-0.2	1.7	1.6	-1.4	-0.4	-0.9	-1.1	7.6	7.3	8.2	9.8	62	200HO6152	1	62
17	2.99	-0.6	1.9	0.1	-3.6	0.7	-3.5	-2.8	7.1	8.0	8.4	8.5	17	7HO7560	1	17
40	2.69	1.1	5.4	2.4	0.4	-1.6	1.7	0.3	6.8	6.8	7.7	6.4	40	1HO11048	1	40
66	2.95	-0.5	2.1	2.8	-1.7	2.2	-0.7	-0.8	6.9	8.0	8.3	8.6	66	7HO10837	1	66
57	2.67	0.6	5.2	3.1	0.5	0.3	0.5	0.5	8.9	6.4	7.9	4.4	57	1HO10471	1	57
15	2.94	0.2	5.2	3.5	0.3	-1.9	1.8	0.2	5.8	3.2	7.2	6.0	15	1HO11318	1	15
32	2.76	0.3	3.0	1.1	0.3	1.4	1.8	0.8	5.3	3.5	8.1	6.1	32	7HO12313	1	32
22	3.02	0.3	3.4	-1.4	0.4	-0.5	1.2	0.4	5.9	3.6	6.5	4.6	22	1HO11072	1	22
74	2.86	1.4	1.9	1.1	0.5	1.0	0.6	0.6	8.3	4.8	7.5	5.3	74	7HO12150	1	74
69	2.82	1.3	3.7	3.8	0.9	2.8	2.1	1.5	7.4	5.5	8.7	6.5	69	7HO11893	1	69
38	2.94	1.4	5.0	4.0	1.2	0.6	1.6	1.2	7.4	5.6	7.7	6.0	38	1HO10875	1	38
27	3.34	0.7	2.8	-2.5	1.0	3.3	2.2	1.6	6.6	4.3	6.8	4.9	27	200HO6594	1	27
73	3.16	0.0	2.2	-0.4	-0.6	0.3	0.1	-0.3	5.6	4.9	7.3	4.4	73	7HO12095	1	73
8	3.01	-0.1	-1.6	-4.2	-1.7	-0.6	-1.5	-1.5	6.7	5.8	6.4	7.1	8	600HO5320	1	8
49	2.79	-0.3	2.5	-2.6	0.2	1.7	2.0	0.8	5.9	5.6	6.8	5.8	49	1HO11545	1	49
54	2.69	1.9	6.0	2.1	1.5	2.5	3.1	2.0	4.8	3.3	5.4	4.5	54	1HO12405	1	54
6	2.77	1.3	6.2	3.2	1.3	0.4	2.8	1.4	7.8	4.8	8.2	5.0	6	7HO11983	1	6
51	2.96	-0.8	3.3	2.4	1.6	2.1	2.1	1.8	5.1	5.0	7.5	4.5	51	7HO8946	1	51
48	3.20	-0.3	1.6	0.7	-0.9	1.4	0.4	-0.3	8.8	10.2	8.1	9.2	48	7HO10725	1	48
70	2.90	0.3	5.6	0.8	4.1	3.6	5.5	4.3	6.2	4.4	7.9	5.4	70	7HO13111	1	70
47	3.10	0.2	2.6	-0.8	0.0	0.1	0.1	0.0	5.9	6.3	8.0	6.8	47	7HO10884	1	47
16	2.96	1.2	0.0	-3.2	-1.3	-0.5	-1.0	-1.1	7.7	6.5	7.6	7.6	16	1HO9184	1	16
46	2.84	1.6	5.1	4.5	1.5	1.7	2.2	1.7	8.5	6.0	8.1	5.9	46	7HO9357	1	46
63	2.93	0.7	2.2	-0.4	0.0	1.1	0.7	0.3	6.7	10.0	8.1	10.2	63	250HO1066	1	63
12	2.86	1.9	4.9	3.4	3.1	2.2	3.9	3.1	5.2	5.0	7.0	5.1	12	1HO10648	1	12
39	2.85	1.9	2.4	1.7	1.4	1.8	2.6	1.7	4.3	5.5	7.4	8.7	39	7HO10691	1	39
50	2.85	0.8	5.2	2.4	0.4	-0.9	0.5	0.2	7.3	5.5	7.8	8.1	50	1HO11369	1	50
53	3.00	-0.5	3.5	1.0	0.5	1.2	0.4	0.6	5.6	4.3	8.4	8.0	53	7HO11547	1	53
11	2.62	1.7	4.9	1.1	2.2	1.7	4.2	2.4	6.9	2.7	7.0	3.7	11	11HO11923	1	11
5	2.89	0.6	3.3	0.0	0.9	1.1	1.5	1.0	6.0	5.3	8.0	6.6	5	7HO11658	1	5
58	2.99	1.2	7.2	1.2	3.1	1.7	5.0	3.2	5.8	3.7	6.9	4.3	58	1HO11056	1	58
33	2.75	1.3	4.9	1.7	0.5	0.7	2.8	1.0	5.7	4.9	6.6	7.1	33	7HO12345	1	33
7	2.73	1.0	3.6	1.4	0.7	2.0	0.0	0.8	7.1	5.6	6.7	6.8	7	7HO13826	1	7
30	2.52	2.6	5.9	1.7	2.6	1.5	4.5	2.7	5.7	2.7	7.2	5.4	30	1HO11923	1	30
9	2.94	0.0	2.1	0.0	0.7	2.4	2.4	1.3	6.2	3.9	7.7	4.8	9	250HO11837	1	9
71	2.73	2.1	5.4	3.4	3.2	1.9	3.8	3.1	7.4	6.0	7.4	5	71	1HO11616	1	71
14	2.96	1.3	2.6	1.5	1.0	2.0	1.2	1.2	6.1	5.1	6.8	6.3	14	7HO11024	1	14
28	2.83	0.8	0.5	0.6	0.2	1.9	0.5	0.6	7.7	5.6	7.0	6.0	28	7HO11497	1	28
52	2.91	0.8	2.7	0.4	0.5	2.1	0.9	0.9	7.7	4.2	7.8	4.8	52	7HO11748	1	52
64	2.86	1.4	1.4	-2.2	0.3	0.8	1.4	0.6	9.0	5.9	7.5	6.8	64	250HO1120	1	64
41	2.88	0.7	4.0	1.4	1.9	1.6	3.2	2.1	7.6	9.1	7.9	6.7	41	1HO11063	1	41
44	2.76	1.3	3.0	1.7	0.4	1.7	0.4	0.6	6.3	6.7	7.4	6.2	44	7HO11809	1	44
31	3.00	-0.4	3.2	0.0	3.5	2.6	4.5	3.5	6.0	5.3	7.1	6.0	31	1HO8784	1	31
68	2.61	2.7	6.2	2.8	5.5	5.1	7.3	5.8	6.9	5.4	8.2	4.2	68	7HO11169	1	68
23	2.58	2.0	2.4	1.3	0.7	2.0	1.0	1.0	9.5	7.2	8.1	8.4	23	7HO11072	1	23
10	2.65	0.2	4.6	1.7	0.7	1.3	2.0	1.0	6.5	5.8	7.6	9.8	10	200HO2935	1	10
37	3.03	1.1	3.3	2.2	4.1	0.9	5.6	3.8	5.6	3.5	9.3	5.5	37	7HO9501	1	37
65	3.00	0.9	1.7	2.6	-2.1	0.8	-1.8	-1.5	8.2	8.2	8.3	7.0	65	7HO10353	1	65
42	2.66	1.5	2.0	1.8	-0.1	-0.7	-0.3	-0.2	8.9	8.6	12.0	15.2	42	7HO9511	1	42
4	2.82	-1.3	1.3	0.8	0.7	1.2	1.2	0.9	8.8	9.7	8.0	8.0	4	7HO7758	1	4
36	2.86	0.9	4.1	-0.4	0.8	0.8	2.1	1.0	6.2	4.4	7.2	7.4	36	29HO16888	1	36
20	3.06	0.5	4.3	0.6	3.2	2.2	3.9	3.1	6.8	3.6	7.2	4.2	20	1HO11511	1	20
59	2.65	1.9	4.5	0.8	2.6	-0.9	2.2	1.9	5.4	6.8	6.3	7.4	59	1HO11237	1	59
72	3.02	-2.1	2.7	2.8	0.5	0.1	1.3	0.6	7.3	7.8	7.9	4.5	72	7HO9847	1	72
13	2.60	1.0	5.3	0.9	-1.2	3.6	1.6	0.2	7.0	5.5	6.6	6.3	13	250HO1123	1	13
75	2.8	1.3	1.7	-0.4	0.4	1.1	0.4	0.5	8.3	7.9	8.8	8.0	75	7HO9555	1	75
43	2.66	3.6	0.8	-0.9	-1.0	0.7	-0.4	-0.6	6.9	6.4	8.1	5.8	43	7HO9107	1	43
29	3.00	-0.6	2.2	0.8	1.6	1.9	1.3	1.6	5.0	6.6	7.1	7.2	29	200HO3794	1	29
55	2.66	2.3	0.8	1.3	2.0	0.4	1.9	1.7	6.0	4.5	7.3	4.8	55	7HO10429	1	55
2	2.67	0.3	2.6	4.2	2.3	-0.1	0.9	1.6	8.6	8.5	7.5	6.6	2	1HO8910	1	2
18	2.80	0.8	1.6	2.1	1.3	1.1	0.1	1.0	6.5	7.4	7.3	8.9	18	250HO1043	1	18
61	3.06	0.6	-2.7	-5.4	-1.3	2.0	-2.2	-0.9	8.1	6.5	7.5	6.1	61	200HO5549	1	61
3	2.84	1.6	4.0	0.8	0.1	2.6	1.2	0.7	6.3	5.9	7.0	6.5	3	1HO10288	1	3
1	2.70	2.6	3.3	2.0	0.0	-0.3	0.1	0.0	5.9	6.5	7.2	4.8	1	1HO6833	1	1
24	2.59	0.8	4.2	0.8	4	1.3	4.0	3.5	8.7	7.9	8.5	6.6	24	29HO16114	1	24
56	3.07	0.2	-0.4	-1.9	2.0	2.8	1.7	2.1	5.4	5.5	7.2	6.3	56	200HO3749	1	56
60	2.54	2.6	9.0	4.8	6.6	1.7	8.2	6.0	6.2	3.8	6.8	5.6	60	1HO11889	1	60
26	2.47	3.4	7.0	2.3	7.2	3.2	8.8	6.8	6.2	2.6	7.9	4.9	26	1HO12152	1	26
34	2.73	2.7	3.6	2.3	2.2	-0.5	3.7	2.0	6.8	3.2	8.0	4.0	34	1HO10805	1	34
45	3.04	1.6	2.1	2.9	2.0	-1.4	1.6	1.3	5.1	5.9	6.9	4.7	45	7HO10647	1	45
21	3.06	0.5	3.4	2.4	3.1	-0.4	3.6	2.6	5.2	5.0	7.0	6.1	21	1HO11024	1	21

Tabla III: Base de datos del perfil lineal en las progenies de los toros Holstein.

Lineal																			TORO	LECHE
N°	Est	T.L	Fort	P.C	A.A	A.A	V.L.P.P	V.P.P.P	A.P	P.P.P	U.A	Al.U.P	An.U.P	S.U	P.U	Col.P.A	Col.P.P	Lng.P.A	CODIGO	L
25	1.50 T	2.02 O	1.27 S	1.68 D	0.71 W	0.29 S	0.84 P	1.69 S	1.40 S	1.25 H	0.12 L	0.52 H	0.48 W	1.00 S	0.61 D	1.94 C	2.03 C	0.30 L	7HO11647	2127
67	2.02 T	3.98 O	0.99 S	1.97 D	1.69 W	0.31 S	1.54 S	0.71 S	0.41 S	0.81 H	0.78 S	2.59 H	2.38 W	2.13 S	0.24 S	1.59 C	1.69 C	0.33 S	7HO11023	1949
19	1.51 T	0.99 O	0.08 F	0.25 S	0.82 W	1.72 S	0.43 S	1.07 S	0.68 S	1.27 H	1.70 S	3.24 H	2.98 W	0.97 S	1.99 S	0.44 C	0.12 C	0.09 S	7HO12111	1941
35	1.70 T	0.56 O	1.21 S	0.70 D	1.00 W	0.03 S	0.86 P	0.98 S	1.96 S	1.76 H	1.83 S	2.38 H	2.19 W	1.12 S	1.73 S	0.21 C	0.60 C	0.63 L	1HO11725	1728
62	0.45 S	1.80 O	0.32 F	0.02 S	1.19 W	0.21 S	1.66 S	1.05 S	0.96 L	0.68 H	0.23 L	1.26 H	1.16 W	1.39 S	0.99 D	1.87 C	2.32 C	0.66 S	200HO6152	1720
17	1.64 S	0.19 T	1.06 F	1.08 S	1.66 N	0.89 H	1.65 P	0.32 H	0.39 S	0.36 L	0.57 S	0.20 H	0.18 W	1.35 W	0.64 D	0.19 W	0.83 W	0.87 S	7HO7560	1647
40	0.18 T	1.00 O	0.11 S	0.02 D	1.17 W	1.83 H	1.94 S	0.87 S	0.85 S	1.39 H	2.68 S	3.39 H	3.12 W	0.38 S	1.12 S	0.48 C	0.14 W	0.25 S	1HO11048	1624
66	0.35 T	1.48 O	0.44 S	0.63 D	1.16 W	0.59 S	0.87 S	0.37 H	0.69 L	0.21 L	0.14 S	0.88 H	0.81 W	0.39 S	0.68 D	0.45 C	0.76 C	0.88 S	7HO10837	1569
57	0.01 T	0.33 O	0.66 F	0.94 S	1.32 N	0.15 S	1.12 P	0.61 S	0.95 S	0.85 H	1.60 S	2.36 H	2.17 W	2.42 S	0.88 S	1.93 C	2.15 C	0.01 L	1HO10471	1506
15	1.92 T	1.28 O	0.54 S	0.35 D	0.74 W	1.36 S	0.66 P	0.02 H	0.75 S	0.50 H	0.95 S	2.20 H	2.02 W	1.77 S	1.40 S	0.54 C	1.56 C	0.70 L	1HO11318	1499
32	1.55 T	1.62 O	0.58 S	0.81 D	1.61 W	0.69 S	0.78 S	0.54 H	0.18 L	0.27 H	0.74 S	1.31 H	1.21 W	0.55 S	1.25 S	0.05 C	0.23 C	0.43 L	7HO12313	1490
22	0.13 S	0.86 O	0.07 F	0.14 S	0.47 W	0.43 H	0.90 P	2.02 S	1.40 S	1.72 H	2.21 S	2.83 H	2.60 W	0.98 S	0.67 S	1.62 C	1.48 C	0.71 S	1HO11072	1456
74	3.00 T	1.43 O	2.15 S	2.27 D	1.44 W	1.82 S	0.40 P	0.32 S	1.23 S	0.91 H	2.09 S	3.09 H	2.84 W	1.56 S	1.96 S	1.35 C	1.10 C	0.45 L	7HO12150	1448
69	0.46 T	0.47 O	0.38 S	0.39 D	0.33 W	0.26 S	0.17 P	0.55 S	0.60 S	0.98 H	1.88 S	1.98 H	1.82 W	1.73 S	1.53 S	2.26 C	2.32 C	2.06 S	7HO11893	1376
38	0.36 T	1.48 O	0.48 F	0.05 S	0.83 W	2.19 S	1.12 S	0.40 H	0.46 L	0.02 H	1.41 S	1.95 H	1.79 W	1.02 S	1.27 S	0.87 C	1.30 C	1.93 S	1HO10875	1356
27	0.44 T	0.86 O	0.12 F	0.05 D	0.41 W	0.39 S	0.54 P	1.11 S	1.15 S	1.01 H	2.94 S	3.19 H	2.93 W	0.74 S	2.10 S	1.26 C	0.87 C	1.47 S	200HO6594	1342
73	0.02 S	2.85 O	0.03 F	0.83 D	0.01 N	0.53 H	0.16 P	1.62 S	0.48 S	1.48 H	1.07 S	3.37 H	3.10 W	0.91 S	0.09 D	0.86 C	0.77 C	0.21 S	7HO12095	1342
8	3.06 T	2.92 O	1.52 S	1.96 D	1.65 W	0.09 H	1.08 S	0.93 S	0.77 S	1.43 H	1.57 S	2.65 H	2.44 W	2.46 S	1.18 S	1.58 C	1.67 C	0.11 L	600HO5320	1325
49	1.54 T	1.19 O	0.54 S	0.63 D	0.77 W	0.02 S	1.98 P	3.02 S	2.61 S	2.23 H	2.13 S	2.66 H	2.45 W	0.43 S	1.82 S	0.55 C	0.63 C	2.23 L	1HO11545	1281
54	1.30 T	0.68 O	0.06 F	0.40 S	0.08 W	0.88 S	1.95 P	1.78 S	2.17 S	1.86 H	2.57 S	2.94 H	2.70 W	0.68 S	2.59 S	1.06 C	0.99 C	1.27 S	1HO12405	1279
6	0.65 S	0.87 T	0.51 S	0.47 S	0.61 W	0.27 S	0.04 S	0.20 H	0.13 L	0.10 H	1.63 S	1.72 H	1.58 W	0.13 W	0.79 S	0.54 W	0.34 W	1.07 L	7HO11983	1271
51	0.51 S	1.72 O	1.55 F	0.71 S	0.01 W	0.26 S	0.81 S	0.16 S	1.08 L	0.68 H	0.10 L	0.74 H	0.68 W	1.06 S	0.31 S	0.74 C	1.08 C	0.09 L	7HO8946	1227
48	0.30 S	0.92 O	0.50 S	0.42 D	0.19 N	1.27 H	1.21 S	1.24 S	0.50 S	0.96 H	1.91 S	1.93 H	1.78 W	1.47 S	0.62 S	1.08 C	1.05 C	0.81 S	7HO10725	1196
70	0.69 S	0.68 T	0.18 S	0.62 S	0.00 W	0.05 H	0.72 S	0.17 H	0.02 L	0.05 H	1.87 S	1.58 H	1.45 W	0.15 W	0.57 S	0.72 C	0.07 C	0.34 S	7HO13111	1193
47	0.02 T	0.52 O	0.38 F	0.22 S	0.63 N	0.34 S	0.93 P	1.51 S	1.49 S	1.24 H	0.95 S	1.22 H	1.12 W	0.03 S	1.07 S	0.52 C	0.25 C	1.22 S	7HO10884	1169
16	0.91 T	0.92 O	0.82 S	0.85 D	0.55 W	0.61 S	0.75 P	0.52 S	0.56 S	0.78 H	0.02 L	0.42 H	0.39 W	0.58 S	0.23 D	0.04 C	0.26 C	0.30 L	1HO9184	1137
46	0.51 T	0.14 O	0.16 S	0.27 S	0.68 W	0.88 S	1.42 S	1.24 S	1.35 S	1.13 H	2.84 S	2.82 H	2.59 W	1.28 S	2.22 S	1.48 C	1.31 C	0.04 S	7HO9357	1133
63	1.55 T	1.17 O	1.16 S	1.24 D	0.44 W	0.45 H	0.11 P	0.72 S	1.24 S	1.24 H	2.52 S	2.64 H	2.43 W	0.49 S	1.78 S	0.08 W	0.62 W	1.59 L	250HO1066	1084
12	0.95 S	0.77 O	1.39 F	1.09 S	0.65 W	0.47 H	1.48 S	1.27 S	0.24 S	1.33 H	0.99 S	2.36 H	2.17 W	1.53 S	0.68 S	1.19 C	1.70 C	1.56 S	1HO10648	1074
39	1.02 T	0.37 O	1.42 S	0.94 D	1.62 W	0.05 H	0.20 S	0.29 S	0.03 S	0.24 L	0.55 S	1.40 H	1.29 W	0.91 S	0.20 S	1.13 C	1.28 C	0.23 S	7HO10691	1001
50	0.48 S	0.28 T	0.29 S	0.35 S	0.35 W	0.36 S	0.89 P	0.39 S	0.43 S	0.55 H	0.76 S	1.61 H	1.48 W	0.44 W	0.37 S	0.59 W	0.98 W	0.51 L	1HO11369	992
53	0.46 T	1.15 O	0.14 S	0.38 D	0.37 W	0.51 H	0.94 S	0.33 H	0.05 L	0.33 H	1.99 S	2.65 H	2.44 W	1.80 S	1.63 S	2.43 C	2.29 C	0.70 S	7HO11547	988
11	0.90 T	0.10 T	0.89 S	0.37 D	0.38 W	0.96 S	0.39 P	0.18 S	0.36 S	0.61 H	0.89 S	1.71 H	1.57 W	0.88 S	0.68 S	0.60 C	0.61 C	0.43 L	1HO11923	960
5	0.70 T	0.29 O	0.11 F	0.27 S	0.18 W	0.46 S	0.34 P	0.74 S	1.34 S	0.89 H	1.11 S	2.03 H	1.87 W	1.23 S	1.61 S	1.80 C	1.77 C	2.36 S	7HO11658	953
58	0.07 T	0.36 O	0.81 F	0.66 S	1.01 N	2.15 S	3.72 P	0.73 S	0.86 S	0.51 H	1.02 S	1.06 H	0.98 W	0.11 S	1.28 S	0.61 C	0.64 C	0.61 S	1HO11056	950
33	0.97 T	0.30 O	0.46 S	0.12 D	0.08 W	2.00 S	1.88 P	0.20 H	1.22 S	0.07 L	1.78 S	1.70 H	1.56 W	0.44 S	1.99 S	0.86 C	0.80 C	1.48 S	7HO12345	912
7	0.77 T	0.68 O	0.34 S	0.01 D	1.00 W	0.65 S	0.30 P	1.79 S	1.64 S	1.72 H	2.10 S	3.31 H	3.05 W	1.24 S	1.06 S	2.37 C	2.34 C	0.05 S	7HO13826	907
30	0.32 S	0.55 T	0.18 F	0.59 S	0.40 N	1.22 H	0.71 P	0.69 S	0.90 S	0.79 H	2.33 S	1.67 H	1.54 H	0.32 S	2.30 S	0.49 C	0.48 C	0.47 S	1HO11923	878
9	0.99 T	1.57 O	0.20 F	0.11 S	0.50 W	0.44 S	0.55 P	1.22 S	0.22 S	0.94 H	1.79 S	2.50 H	2.30 W	1.67 S	1.42 S	1.37 C	1.26 C	0.99 S	250HO1183	867
71	0.74 S	0.10 T	0.15 F	0.36 S	0.44 N	0.34 S	0.29 S	0.53 S	0.62 S	0.55 H	0.03 L	0.59 H	0.54 W	0.50 S	0.49 D	1.08 C	0.75 C	1.31 S	1HO11616	863
14	1.78 T	0.46 O	1.83 S	1.66 D	0.83 W	1.56 S	1.96 P	0.65 S	1.65 S	0.65 H	0.06 S	0.07 L	0.06 N	0.33 W	0.02 S	0.80 C	0.54 C	0.44 L	7HO11024	858
28	0.90 T	0.54 T	1.03 S	0.34 D	0.62 W	0.32 H	0.15 P	1.39 S	1.90 S	1.21 H	1.49 S	1.55 H	1.43 W	0.65 S	1.37 S	0.96 C	1.12 C	0.05 S	7HO11497	846
52	0.37 T	2.17 O	0.36 F	0.07 D	0.31 W	0.18 H	1.79 S	1.02 S	0.05 L	0.79 H	0.74 S	1.95 H	1.79 W	0.50 S	0.49 D	0.79 C	0.85 C	0.27 L	7HO11748	841
64	2.12 T	2.07 O	1.15 S	1.51 D	1.38 W	0.60 H	0.66 P	1.46 S	1.59 S	1.16 H	2.87 S	2.82 H	2.59 W	1.07 S	2.29 S	1.25 C	1.61 C	2.35 S	250HO1120	821
41	0.28 T	0.78 O	0.44 F	0.45 S	0.62 W	0.31 H	0.09 S	0.02 S	0.22 S	0.71 H	1.11 S	2.07 H	1.90 W	2.37 S	1.28 S	1.40 C	1.72 C	0.92 C	1HO11063	736
44	0.70 S	0.07 T	1.03 S	0.52 D	0.12 W	0.31 H	0.09 S	1.11 S	0.30 S	0.41 H	0.25 L	0.24 L	0.22 N	0.09 S	1.29 D	0.42 W	0.49 W	0.12 S	7HO11809	733
31	0.08 S	1.76 T	0.61 S	0.78 S	0.65 W	0.47 S	1.69 P	1.39 S	2.16 S	0.83 H	1.25 S	0.51 H	0.47 W	0.72 W	0.81 S	0.23 C	0.22 W	0.51 L	1HO8784	714
68	0.23 T	0.38 T	0.30 S	0.21 S	0.64 N	1.96 H	0.29 S	1.50 S	0.75 S	1.39 H	1.36 S	2.33 H	2.14 W	1.40 S	1.20 S	1.30 C	0.72 C	0.09 S	7HO11169	657
23	1.88 T	0.03 O	0.35 S	0.14 S	0.40 N	1.64 S	1.49 P	0.45 S	1.55 S	0.71 H	2.84 S	2.92 H	2.69 W	1.24 S	2.99 S	0.35 C	0.33 C	0.23 L	7HO11072	646
10	0.70 S	0.34 O	1.05 F	1.06 S	0.17 N	1.35 H	2.03 S	1.18 H	0.91 L	0.13 L	2.79 S	1.30 H	1.20							

RAZA: PARDO SUIZO								PTA (Lbs)								TIPO			
Nº	I.D	RAZA	TORO	PP BL.	FUENTE	L	Pr	Gr	GP	MN\$	MQ\$	GM	MF	GPFR	Tipo	UDC	MS	MO	
1	1BS586	2	1	10	5	714	23	20	43	251	257	191	242	93	0.3	0.84	107	0.1	
2	1BS595	2	2	9	5	182	21	43	64	330	257	243	272	126	1.1	1.74	103	0.2	
3	1BS591	2	3	8	5	-277	-11	-11	-22	110	112	103	108	9	0.5	1.15	107	0.4	
4	7BS863	2	4	15.5	SS	364	23	12	35	31	48	-6	77	58	1.1	0.93	103	0.1	
5	7BS854	2	5	15.5	4,SS	585	21	15	36	225	235	193	208	88	0.7	1.45	103	0.3	
6	7BS852	2	6	15	SS	559	27	51	78	157	176	56	118	81	1.3	1.05	102	0.4	
7	7BS872	2	7	15	SS	871	27	29	56	209	211	167	206	94	1.1	0.57	100	0.5	
8	7BS888	2	8	15	6,SS	1,121	40	40	80	392	406	338	364	153	0.8	0.98	106	0.2	
9	7BS885	2	9	14.75	SS	1,159	35	35	70	273	274	216	273	119	1.0	0.56	101	0.6	
10	7BS899	2	10	14	SS	1,276	40	48	88	369	372	352	365	165	0.5	0.11	103	0.1	
11	7BS875	2	11	12.5	SS	529	22	45	67	277	289	205	253	94	0.5	0.13	97	0.2	
12	7BS868	2	12	12	SS	453	9	4	13	136	133	138	147	47	0.1	0.20	101	0.3	
13	7BS825	2	13	12.5	SS	572	1	13	14	144	122	132	196	24	-0.6	-0.5	96	-0.2	
14	7BS850	2	14	10	SS	-350	3	16	19	73	95	67	24	41	0.4	0.57	99	0.0	
15	1BS553	2	15	10	4	995	23	5	28	248	244	245	263	79	0.0	-0.23	101	0.3	

Rasgos de salud									F.Parto
Nº	E.C.S	Mastitis	V.P	Lib	T.P.H	T.C.V	T.C.A	F.P.T	F.P.H
1	2.87	0	2.5	2.1	-1.0	1.4	-0.4	4.9	4.6
2	2.91	0	2.1	1.9	-1.5	-2.9	-1.7	6.4	4.3
3	2.66	0	4.0	1.6	1.1	-0.5	0.5	4.0	3.7
4	3.13	0	-1.9	-0.9	-1.6	-0.1	-2.7	9.0	3.9
5	2.83	0	1.6	-0.1	-0.6	1.8	-0.3	4.4	3.5
6	2.89	0	-2.1	-6.4	-4.3	-2.4	-4.7	4.7	3.6
7	2.99	0	-0.5	-0.6	-1.2	-1.3	-0.9	4.7	4.2
8	2.82	0	3	-1.1	-0.6	2	0.4	5.6	3.8
9	3.00	0	0.7	-1.6	-1.4	-2.6	-0.7	4.5	3.8
10	3.04	0	1.6	0.4	1.2	0.3	1.1	5.6	4.4
11	2.92	0	0.6	-0.1	-1.8	-1.8	-1.3	4.3	3.7
12	2.82	0	1.6	1.5	0.9	0.4	1.9	3.9	3.6
13	2.83	0	2.3	1.4	0.5	0.9	0.9	3.9	4.8
14	2.96	0	-0.7	0.8	0.6	-3.2	-2.3	6.7	4.9
15	2.7	0	3.4	0.9	1.4	-0.8	2.4	4.0	3.5

Fort	Anch.G	Ang.G	V.L.P.P	V.P.P.P	A.P	I.U.A	A.U.P	Anch.U.P	L.S	P.U	C.P.A	L.P.A
0.4 S	0.3 N	0.4 S	0.3 S	0.1 S	0.2 S	0.1 S	1.3 H	1.1 W	0.4 S	0.4 D	1.4 C	0.5 S
1.0 S	0.4 W	0.5 H	0.3 S	0.2 S	0.4 S	1.8 S	0.8 H	1.4 W	1.7 S	1.0 S	2.4 C	2.9 S
0.2 S	0.4 N	0.3 H	0.2 P	0.2 S	0.5 S	1.2 S	1.4 H	0.5 W	0.9 S	1.3 S	1.1 C	0.7 S
1.2 S	1.0 W	0.4 S	0.3 P	0.2 S	0.6 S	0.2 S	0.9 H	1.1 W	0.6 S	0.8 S	1.3 C	0.2 S
0.1 F	1.0 N	0.1 S	0.4 P	0.2 S	0.3 S	1.6 S	1.5 H	1.4 W	1.0 S	0.3 S	1.0 C	0.8 L
1.1 S	0.5 W	0.2 H	0.4 S	0.5 S	0.9 S	1.1 S	1.4 H	1.2 W	0.4 S	0.2 D	0.7 C	0.4 S
0.5 S	0.8 W	0.5 S	0.4 S	0.5 S	0.3 S	0.4 S	0.1 H	0.3 W	0.3 S	1.2 S	1.5 C	0.5 S
0.4 S	0.1 W	0.5 H	0.3 S	0.3 S	0.4 S	1.1 S	0.3 L	1.2 W	0.8 S	0.4 S	1.8 C	1.0 S
0.2 S	0.1 W	0.5 S	0.3 S	0.3 S	0.2 S	0.1 S	0.7 H	0.2 W	0.2 S	0.7 S	1.8 C	1.1 S
0.5 S	0.2 N	0.2 S	0.3 S	0.1 H	0.3 S	0.1 S	0.2 L	0.5 W	0.8 W	0.2 S	0.9 C	1.2 L
0.3 S	0.2 W	0.7 H	0.1 S	0.1 S	0.4 S	0.1 S	1.0 H	0.2 N	0.1 W	0.5 S	0.5 W	0.2 S
0.0 S	0.1 N	0.3 S	0.0 S	0.1 S	0.6 L	0.1 S	0.0 H	0.7 W	0.1 S	0.5 D	0.1 W	0.1 L
1.1 F	1.1 N	0.0 S	0.2 P	0.2 H	0.1 S	1.1 L	0.3 L	0.5 N	0.5 S	0.7 D	0.6 W	0.7 L
0.4 F	0.1 N	0.7 S	0.5 P	0.1 H	0.2 S	0.1 S	1.3 H	0.1 W	0.8 S	0.5 S	0.4 C	0.1 L
1.1 F	0.3 N	0.5 H	0.3 S	0.0 S	0.1 L	0.1 L	1.0 H	0.4 N	0.6 W	0.9 S	2.0 W	0.1 L

Tabla V: Datos de las progenies de los toros Jersey.

RAZA: JERSEY						PTA (Lbs)								TIPO		
N°	I.D	RAZA	TORO	PPP	FUENTE	MKLB	PR	GR	GP	MN	MQ	GM	MF	GTPI	TIPO	JUI
6	7JE1424	3	6	10.2	3	388	11	14	25	198	201	116	194	65	1.6	22.2
3	7JE1344	3	3	10.5	1	458	22	26	48	314	328	285	284	108	1.4	22.1
5	7JE1409	3	5	11.25	SS,3	530	12	29	41	314	307	287	330	89	2.3	23.2
8	7JE1038	3	8	12.75	SS	805	25	22	47	288	290	170	285	79	1.9	18.0
1	1JE791	3	1	11	6 7	1001	35	41	76	467	478	323	444	139	1.7	17.3
9	7JE922	3	9	7.5	6 7	1305	-15	12	-3	138	176	184	52	47	1.2	20.0
7	7JE5020	3	7	14.6	3	1520	50	54	104	427	434	304	412	126	1.9	16.4
4	7JE1067	3	4	14.25	3	1531	46	49	95	210	204	113	220	55	0.9	3.4
2	1JE921	3	2	11.2	SS,1	1836	71	90	161	574	602	410	515	172	1.4	9.1
10	7JE1274	3	10	15.75	SS,3	1884	57	38	95	418	243	240	411	126	1.8	12.5

N°	E.C.S	Mastitis	V.P	Lib	T.P.H	T.C.V	T.C.A	N°	I.D	RAZA	TORO	PP BL.	FUENTE	MKLB
6	2.8	0	3.7	0.1	-2.0	1.7	-2.0	6	7JE1424	3	6	10.2	3	388
3	2.96	0	3.9	0.6	0.5	3.9	0.3	3	7JE1344	3	3	10.5	1	458
5	3.06	0	3.7	1.8	0.6	1.8	0.7	5	7JE1409	3	5	11.25	SS,3	530
8	2.99	0	4.0	3.1	-2.5	0.5	-3.2	8	7JE1038	3	8	12.75	SS	805
1	2.85	0	6.2	3.2	-2.9	2.0	-1.5	1	1JE791	3	1	11	6 7	1,001
9	3.00	0	3.4	0.5	2.9	-0.2	2.6	9	7JE922	3	9	7.5	6 7	1,305
7	3.02	0	2.2	0.3	-3.1	0.5	-2.5	7	7JE5020	3	7	14.6	3	1,520
4	3.33	0	2.4	2.5	-4.3	3.0	-3.3	4	7JE1067	3	4	14.25	3	1,531
2	2.90	0	1.1	1.4	-4.3	-2.7	-3.5	2	1JE921	3	2	11.2	SS,1	1,836
10	2.83	0	3.2	2.2	-4.8	0.0	-4.5	10	7JE1274	3	10	15.75	SS,3	1,884

Línear														
A.U.P	Anch.U.P	L.S	P.U	C.P.A	L.P.A	C.P.P	C.P.P.L	N°	I.D	RAZA	TORO	PP BL.	FUENTE	MKLB
1.7 H	0.3 W	0.2 W	2.8 S	0.4 C	0.1 L	0.6 C	0.1 B	6	7JE1424	3	6	10.2	3	388
0.9 H	0.7 W	0.3 S	2.1 S	2.1 C	0.3 S	1.6 C	0.05 C	3	7JE1344	3	3	10.5	1	458
2.3 H	1.5 W	0.8 S	1.8 S	1.0 C	0.2 S	1.9 C	0.1 B	5	7JE1409	3	5	11.25	SS,3	530
1.5 H	0.9 W	0.0 S	1.6 S	0.9 C	0.5 S	1.4 C	0.8 C	8	7JE1038	3	8	12.75	SS	805
1.5 H	1.3 W	0.9 S	1.1 S	1.0 C	0.8 S	2.1 C	0.0 B	1	1JE791	3	1	11	6 7	1,001
0.8 H	0.1 N	0.2 S	2.8 S	0.3 C	0.2 L	0.3 C	0.1 B	9	7JE922	3	9	7.5	6 7	1,305
1.8 H	1.0 W	0.5 S	1.0 S	0.2 C	0.6 S	0.1 C	0.4 B	7	7JE5020	3	7	14.6	3	1,520
1.4 H	1.0 W	0.8 S	0.6 D	1.3 C	0.6 L	1.3 C	0.8 B	4	7JE1067	3	4	14.25	3	1,531
1.0 H	0.7 W	0.4 S	0.8 S	0.1 C	0.7 L	0.8 W	0.6 C	2	1JE921	3	2	11.2	SS,1	1,836
2.0 H	1.2 W	0.1 S	0.9 S	0.8 W	0.9 S	0.4 W	0.4 B	10	7JE1274	3	10	15.75	SS,3	1,884

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fincas lecheras incluidas en el estudio y zonificación geográfica provincial

En el presente estudio se utilizó 12 fincas lecheras Grado A; las cuales utilizan consistentemente el programa de inseminación artificial como parte de las actividades técnicas y el marco administrativo. Las fincas lecheras están ubicadas en la Provincia de Chiriquí y se encuentran distribuidas en las áreas de Potrerillos, volcán, Bijao, Cuesta de Piedra, Buena Vista, Cochea Abajo, San Andrés, El Varital, Boqueron, San Andrés, Caizán, Cordillera, Caña Blanca, Barriles y Tizingal. Las fincas fueron codificadas de forma numérica por solicitud de ellas para cuidar su confidencia administrativa y técnica. Las fincas y su ubicación aproximada han sido identificadas con un triángulo amarillo para representarlas en el contexto de la zona geográfica de la provincia de Chiriquí como se ilustra en la Figura XXXII. Esta distribución es la representación de aquellas fincas lecheras grado A que estuvieron de acuerdo en brindar parte de la información de su programa de mejoramiento genético a través de la inseminación artificial. Muchas de las fincas pertenecen a la Asociación de Productores de Ganado de Leche de Panamá (APROGALPA); mientras que otras son Grado A pero se mantiene inactivas o no están integradas a la Aprogalpa. La disponibilidad de la información sobre los toros utilizados, el costo de las pajillas y la metodología para el proceso de los apareamientos; así como la frecuencia del uso de los toros fue mantenida como intimidad técnica de la finca.

Figura XXXIII: Ilustración de la Provincia de Chiriquí y la distribución de las Fincas Lecheras incluidas en el estudio.



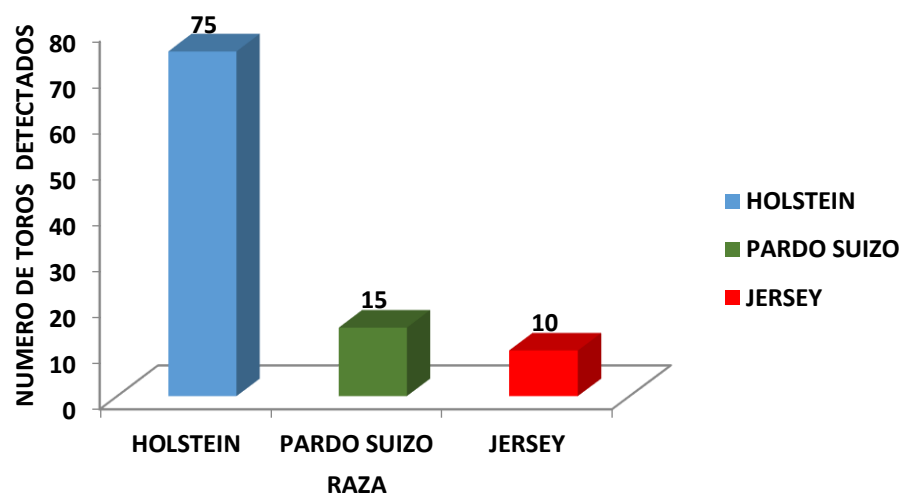
Fuente: Google, Imágenes, Internet (2018).

4.2. Clasificación de los toros utilizados para la inseminación artificial en las fincas lecheras evaluadas según la raza.

En las 12 fincas evaluadas se detectó 100 toros clasificados en 75 toros de la raza Holstein, 15 toros de la raza Pardo Suizo y 10 toros Jersey; por lo cual se deriva que la raza Holstein represento el 75% y entre la Pardo Suizo y la Jersey representó el 25%. La raza lechera prevalente en Panamá continua siendo la Holstein dado las raíces de la importaciones y la trayectoria del proceso del mejoramiento genético; el cual ha sido fortalecido con la participación de la Asociación Holstein de los Estados Unidos y de los productores fundadores en Panamá; entre los cuales se destacan el Lic. Olmedo Miranda y Familia, La Familia Tribaldos, la Familia Delgado-Arauz,

Familia Catán, Familia Pose – Martin, Familia Álvarez, Familia Espinosa entre otras sin subestimar los aportes de otras familias como Los Chiari (Araúz, 2018b).

Gráfica VI: Distribución de los toros utilizados para inseminación artificial por raza.



4.3. Toros que se están utilizando en la Cuenca Lechera de Bugaba y Tierras altas.

El listado de los toros utilizados en el programa de inseminación artificial se presenta en el cuadro XX; destacando que entre los toros Holstein sobresalen 24 toros con el código 1 (CRI) de los 75 animales dentro de la raza Holstein; mientras que hay 34 toros presentados y distribuidos por Select Sires; mientras que otros son distribuidos por Select Sire a través de Genética Superior de Panamá.

Cuadro XX: Listado de toros con pruebas de progenies y aprobados en los Estados Unidos que han sido utilizados a través de la Inseminación artificial en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Listado de los toros por razas utilizados en el programa de mejoramiento					
HOLSTEIN	HOLSTEIN	HOLSTEIN	HOLSTEIN	PARDO SUIZO	JERSEY
1HO6833	1HO11024	1HO11063	7HO10353	1BS586	1JE791
1HO8910	1HO11072	7HO9511	7HO10837	1BS595	1JE921
1HO10288	7HO11072	7HO9107	7HO11023	1BS591	7JE1344
7HO7758	29HO16114	7HO11809	7HO11169	7BS863	7JE1067
7HO11658	7HO11647	7HO10647	7HO11893	7BS854	7JE1409
7HO11983	1HO12152	7HO9357	7HO13111	7BS852	7JE1424
7HO13826	200HO6594	7HO10884	1HO11616	7BS872	7JE5020
600HO5320	7HO11497	7HO10725	7HO9847	7BS888	7JE1038
250HO11837	200HO3794	1HO11545	7HO12095	7BS885	7JE922
200HO2935	1HO11923	1HO11369	7HO12150	7BS899	7JE1274
11HO11923	1HO8784	7HO8946	7HO9555	7BS875	-
1HO10648	7HO12313	7HO11748	200HO5549	7BS868	-
250HO1123	7HO12345	7HO11547	200HO6152	7BS825	-
7HO11024	1HO10805	1HO12405	250HO1066	7BS850	-
1HO11318	1HO11725	7HO10429	250HO1120	1BS553	-
1HO9184	29HO16888	200HO3749	-	-	-
7HO7560	7HO9501	1HO10471	-	-	-
250HO1043	1HO10875	1HO11056	-	-	-
7HO12111	7HO10691	1HO11237	-	-	-
1HO11511	1HO11048	1HO11889	-	-	-
Total de los toros			Holstein	Pardo Suizo	Jersey
Utilizados en la IA			75 75%	15 15%	10 10%

4.4. Características descriptivas según las pruebas de progenies oficiales de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey seleccionados para el programa de Mejoramiento Genético a través de la inseminación artificial en fincas lecheras Grado A en la Provincia de Chiriquí.

4.4.1. Descriptores genéticos de producción, conformación y productividad según las pruebas de progenies oficiales de los Estados Unidos para los Toros de la raza Holstein.

4.4.1.1. Habilidad Predicha para Transmitir Producción de Leche.

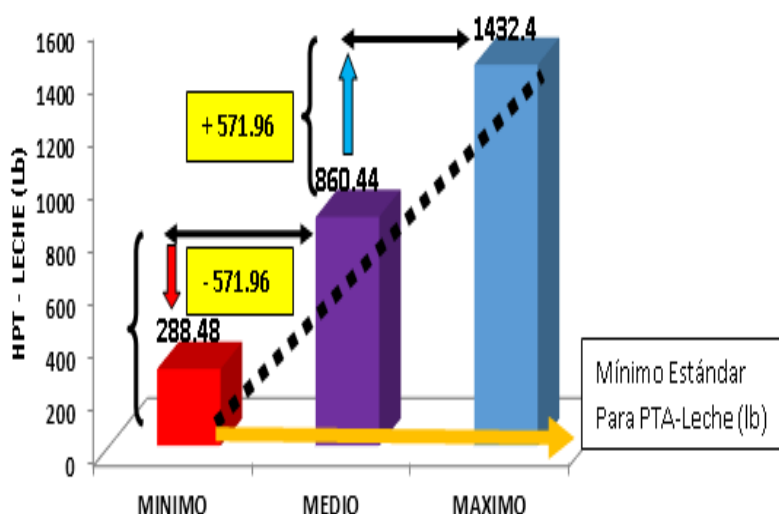
En las pruebas de progenies para el ganado lechero, uno de los parámetros de mayor peso es el resultado del desempeño de las hijas de un toro con respecto a las contemporáneas en uno o más hatos lecheros. Este índice es también conocido como PTAmilk y se expresa en libras de leche corregidas por diversos factores de sesgo para estandarizar el desempeño biolactacional. En el marco de los 5 toros Holstein detectados como parte de la batería del mejoramiento genético a través de la inseminación artificial en la Provincia de Chiriquí; especialmente en varios sectores de la cuenca lechera a través de 12 fincas lecheras Grado A que estuvieron anuentes a colaborar con esta investigación.

En esta investigación se encontró que la media para la Habilidad para Transmitir la Producción de Leche fue 860.44 ± 571.96 lb; por lo cual se puede indicar que el rango estándar convencional se encuentra entre 288.48 y 1432.4 lb como evidencia promedio a partir de 75 toros Holstein. Los toros utilizados en esta raza presentaron un valor lechero central con un alto coeficiente de variación (66.47%; n: 75). Los valores críticos se muestran en la gráfica VII; los cuales indican el rango entre los toros

cuyas hijas presentaron las menores capacidades para mejorar la producción de leche. El máximo valor para el PTA-leche es alrededor de 5X del valor mínimo estándar; lo que demuestra que la decisión de los productores para adquirir semen para la inseminación artificial en los hatos lecheros no está siguiendo las directrices básicas; que en este caso es a partir de +1000 lb de leche como diferencial sobre las contemporáneas cuando se busca enfatizar en el componente de la producción de leche dado la importancia que tiene este índice en los ingresos para la finca lechera (Bath et al., (1986); Visser y Wilson, (2006). Además, los resultados indican claramente que el valor del PTA para leche es relativamente bajo; en especial debido a que los productores prefieren el semen de toros con un valor económico conservador por pajilla. Según Duane et al., (2010), los programas de mejoramiento genético en ganado de leche deben enfatizar en la producción de leche y en aquellas características lineales que garantizan una mayor aproximación al modelo funcional y longevo de la vaca lechera moderna. En tal sentido, el empleo de la media del PTA para leche en un grupo de toros representa la referencia sobre hasta dónde se puede llegar en la próxima generación cuando se utiliza estos productores en términos genéticos con la proyección hacia el fenotipo. Es evidente, que la esperanza en producción de leche o el diferencial más probable de producción de leche de las hijas de un toro dependerán del potencial del padre, del número de los registros que las vacas alcancen, del potencial de las madres por su capacidad genética y funcional, del programa de manejo y control de salud del hato, de la correlación intraclase o repetibilidad de las madres, de la heredabilidad para la producción de leche y de los demás factores ambientales que puedan afectar el desempeño del animal antes y durante la fase de producción (Becker, 1984; Powell, 2008; CRI, 2018).

El mantenimiento del mínimo estándar de la producción de las hijas sobre las contemporáneas dependerá en gran medida de las decisiones que los productores tomen acerca de que reproductores estarán incorporando en sus hatos, del tiempo de participación de estos reproductores como mejoradores del potencial genético y funcional y del mantenimiento de la condición racial (Holmes y Wilson, 1989; Bath et al., 1986). Esta condición es necesaria para sostener el potencial genético; evitando caer a su vez en el apareamiento de animales emparentados y en la inclusión del material genético procedente de otras razas lecheras o del tipo carne.

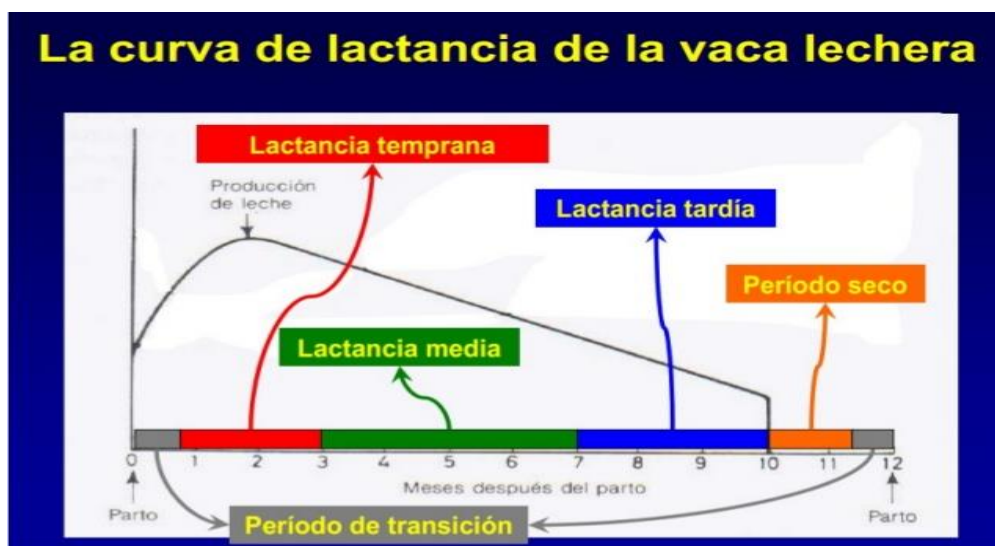
Gráfica VII: Valor central y puntos de la desviación estándar para la Habilidad Predicha para Transmitir Producción de leche (HPT Leche) en los reproductores Holstein en las 12 fincas lecheras.



La habilidad predicha para transmitir la capacidad de producción de leche toma en cuenta el ciclo de producción en una fase lactacional partiendo de la primera lactancia y ajustado por el equivalente de madurez según la raza (Wilcox, 1978; Bath et al.,

1986; Asociación Holstein de los Estados Unidos, 2018). Es preciso considerar que el desempeño lactacional en la vaca lechera es curvo lineal; destacándose el sector de incremento (A: 28 a 35 días postparto), el de estabilidad muy corto (B: 8 a 14 días) y un sector extenso de decadencia lactacional (C: 35 – 305 días) según Araúz (2010). Los tres sectores de la curva de lactación tienen importancia para el marco biológico y económico en la vaca lechera moderna (Ramírez, 2010). A continuación se presentan la ilustración de los sectores de la fase de producción y la tendencia curvo lineal de la producción de leche propiamente en la gráfica VIII.

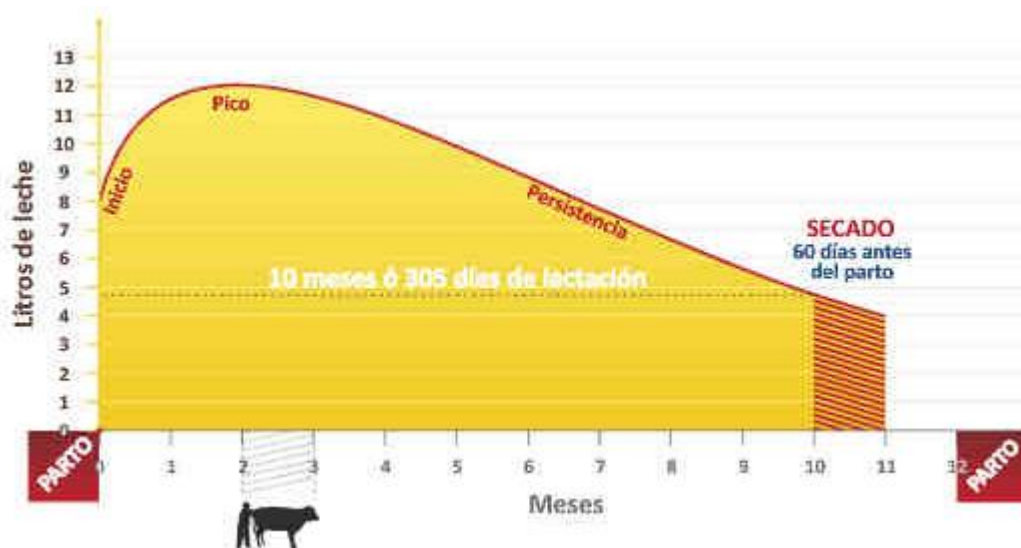
Gráfica VIII: Sectores de la curva de lactación y tendencia de la producción de leche en la vaca lechera.



Fuente: Internet (Google), Imágenes, 2019.

Es evidente, que el manejo ideal de la alimentación y el control reproductivo deben considerar las variaciones en el patrón biológico que caracteriza una vaca lechera con el potencial de superar los 5000 kg en el medio tropical o los 10,000 kg en los climas templados; efectuando los ajustes según el potencial de producción y las implicaciones metabólicas y reproductivas que acompañan el ciclo biológico (ver gráfica IX)

Gráfica IX: Curva de lactación en la vaca lechera y áreas del ciclo de producción.



Fuente: Internet, Google, Imágenes (2019).

4.4.1.2. Habilidad Predicha para transmitir rendimiento de proteína (PTA – Protein).

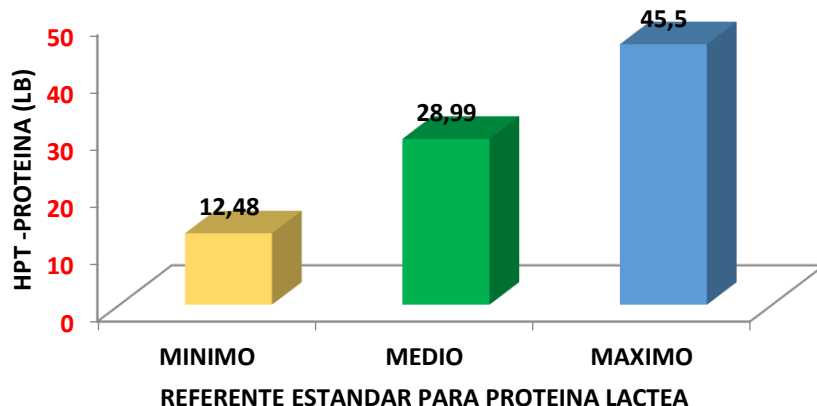
En las últimas décadas la industria láctea ha sostenido el marcado interés en la importancia del contenido y rendimiento de la proteína láctea como un factor de importancia económica en la generación de varios productos derivados de la leche. Sozzi (2018) indica que la proteína láctea es importante para la calidad del queso, del yogurt y otros derivados lácteos como la producción de leche en polvo. Adicionalmente, las proteínas lácteas han sido marcadas por su alto valor biológico para el humano en sus diversas edades.

En las últimas décadas la industria láctea ha sostenido el marcado interés en la importancia del contenido y rendimiento de la proteína láctea como un factor de importancia económica en la generación de varios productos derivados de la leche. Sozzi (2018) indica que la proteína láctea es importante para la calidad del queso, del yogurt y otros derivados lácteos como la producción de leche en polvo. Adicionalmente, las proteínas lácteas han sido marcadas por su alto valor biológico para el humano en sus diversas edades.

El promedio de la Habilidad para Transmitir Proteína (PTA – Protein) en los 75 toros Holstein fue 28.99 ± 16.51 lb en 305 días como se describe en el cuadro XXI; cuyo coeficiente de variación fue 56.96% dado la amplitud de las potencialidades para los reproductores evaluados a través de sus progenies (ver gráfica X). No obstante, el máximo valor estándar para transmitir proteína fue 45.5 lb; lo que significa que la amplitud fue considerable; alcanzando un máximo de 1.57X sobre la media estándar; tomando en cuenta que los toros Holstein evidenciaron que sus progenies marcaron

diferentes habilidades para transmitir proteína ($P < .0001$) de conformidad con la prueba estadística estudiantizada. El marco de que este índice sea positivo es importante como valor genético para incrementar el contenido y los rendimientos de proteína en la leche; además de contemplar que la heredabilidad para el contenido de proteína láctea en la vaca es 0.50 (Schmidt y Van Vleck, 1974). De igual forma es esencial mencionar que el aumento del contenido de proteína en la leche puede ser incrementado mediante el uso de dietas con altos contenidos de almidón como demostró Keady et al., (1999). Sin embargo, el manejo de la alimentación es un factor agregado al aporte genético que es lo que se persigue para mantener la constancia en el contenido de proteína en la leche y mejor representado en el rendimiento de los sólidos proteicos; los cuales repercuten en el valor nutricional y económico para la empresa lechera moderna.

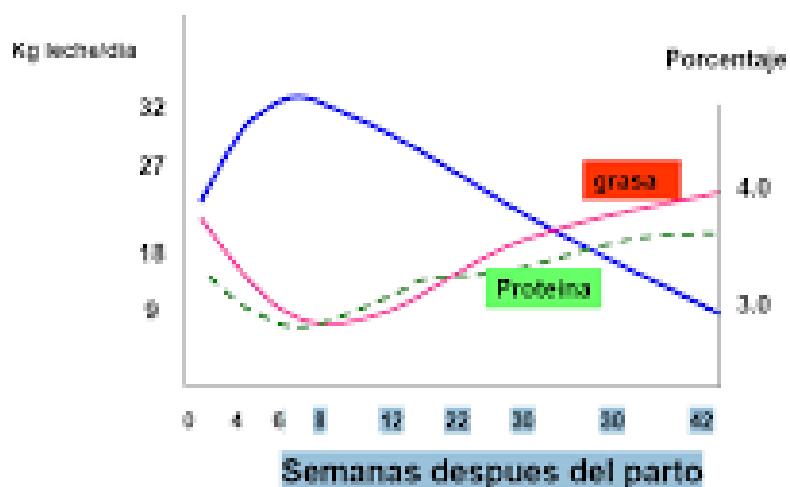
Gráfica X: Valor central y puntos de la desviación estándar para la Habilidad Predicha para Transmitir Proteína Láctea (HPT-Proteína) en las 12 fincas lecheras.



Es sobresaliente haber encontrado que el rendimiento de proteína es sobresaliente en la ganadería de leche en la Cuenca Lechera de Chiriquí ya que todos los referentes son positivos; aunque el rango es amplio y la variación llama la atención en términos del potencial genético de los toros utilizados según las pruebas oficiales de sus progenies.

El comportamiento del contenido de proteína en la leche procedente de vacas de la raza Holstein y de otras razas lecheras se ilustra en la gráfica X; destacándose la decaída de la proteína en los primeros 60 días de la lactación; seguido de un periodo de estabilidad muy corto que empieza a modificarse a los 120 a 150 días para luego presentar un aumento considerable a medida que la producción de leche descende (ver gráfica XI). Este comportamiento es inverso a la tendencia de la producción de leche; dado que la habilidad para generar un volumen de leche determinado es contrario a la capacidad para generar solidos lácteos; lo que indica que la glándula mamaria posee un mayor índice para movilizar agua que para generar solidos proteicos y grasos (Larson, 1985).

Gráfica XI: Tendencia lactacional y contenido de proteína y grasa láctea en la vaca.

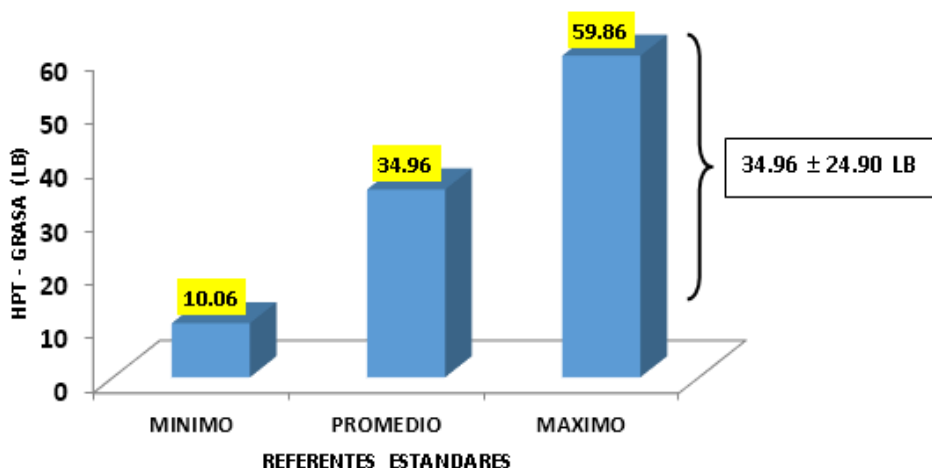


Fuente: Internet, Google, Imágenes (2019).

4.4.1.3. Habilidad Predicha para Transmitir Grasa Láctea (PTA – Fat)

El promedio de las progenies de los 75 toros Holstein para HPT-Grasa fue 34.96 ± 24.9 lb para las hijas esperadas en su condición de adultas. El rango estándar fue entre 10.06 y 59.86 lb/periodo de 305 días y doble ordeño en las vacas adultas (48 meses) en su tercera lactación. Vale destacar que al igual que otros componentes; el coeficiente de variación fue alto mostrando la cifra de 68.93%, pero con un error estándar de 2.78 (ver cuadro XXI). En la gráfica XII se indica los tres valores descriptivos de la raza Holstein; los cuales se derivan del contenido de grasa en la leche estandarizada durante la lactación y se ajustan con la producción de leche sectorial.

Gráfica XII: Puntos referentes estándares para la Habilidad Predicha para Rendimiento de Grasa Láctea en las hijas de los Toros Holstein.



La grasa al igual que la proteína posee un comportamiento irregular de índole curvo lineal en la leche y en consecuencia los cambios en la producción de leche generan el producto al combinar ambos; por lo cual el rendimiento de gras a diario, mensual y por lactación son el mejor indicador de la capacidad de sintetizar y exportar lípidos en la leche (Bath et al., 1986). De allí que la Habilidad Predicha para Transmitir Grasa en la Leche o para el rendimiento de grasa láctea es un factor esencial de la composición láctea ya que la industria le interesa una materia prima (leche) con un alto contenido de solidos lácteos entre ellos grasa y proteína los cuales son el soporte para la producción de los derivados lácteos no fluidos (Arauz, 2017). En la raza Holstein este indicador se considera de gran relevancia, ya que esta raza posee el mayor índice de producción y por ende el coeficiente de dilución de los sólidos es el mayor. En consecuencia, hoy día se toma muy en serio el marco biológico y genético del contenido de grasa y proteína en la leche procedente de vacas Holstein y de otras

razas lecheras cuando se busca identificar y seleccionar las de mayor competitividad por sólidos en la leche (Powell, 2008).

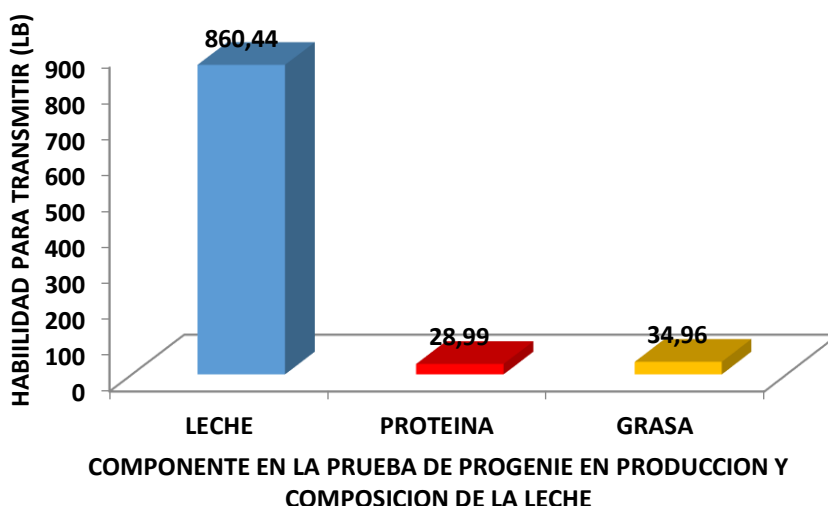
Con un rendimiento promedio esperado en las progenies de los toros Holstein de 34.96 lb por lactación y con un 3.28% de grasa se deriva un rendimiento de leche por encima de las contemporáneas para las hijas de estos toros con una equivalencia de 1072.39 lb de leche que corresponden a unos 486.44 kg con 3.28% de grasa o sean unos 433.90 kg de leche ajustada con un 4% de grasa. Sin embargo, el promedio encontrado para los toros fue de 860.44 lb de leche con un 4.06% de grasa de acuerdo con la contribución de las pruebas de progenies de 75 toros incluidos en la muestra para la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí. Este contenido de grasa es ligeramente superior a las cifras esperadas para la raza Holstein; ya que de acuerdo con la Asociación Holstein de los Estados Unidos, el contenido de grasa estandarizada corresponde a 3.65% en 21,659 hatos lecheros a través del Programa Nacional de los Estados Unidos según el DHIA (2016).

El índice combinado de la producción de leche con el aporte de proteína y grasa en las progenies de los toros Holstein (n=75) indica claramente que los productores de leche con fincas lecheras especializadas han seguido en general los lineamientos del mejoramiento genético a través de la inseminación artificial desde el marco que destaca un índice promedio de transmisión para la producción de leche, rendimiento de proteína y grasa en las hijas de esos toros que en comparación con el desempeño de al menos sus contemporáneas; destacándose los valores positivos a pesar de mostrar un coeficiente de variación alto en comparación con la tendencia sugerida para los programas de mejoramiento genético. En consecuencia, las futuras hembras

Holstein que se desarrollen e ingresen al ciclo de producción estarán mostrando valores de producción superiores a sus contemporáneas y desde luego superiores a sus madres de conformidad con el valor y aporte genético según las pruebas de progenies oficiales utilizadas en este estudio.

La combinación simultanea de las habilidades predichas para transmitir producción de leche y los rendimientos de proteína y grasa se ilustran en la gráfica XIII; destacando su valor promedio positivo; fortaleciendo el valor genético de las futuras vacas hijas de estos 5 toros en la cuenca lechera de Bugaba y Tierras Altas. Ello destaca que los productores continúan haciendo énfasis tanto en producción como en los componentes de proteína y grasa láctea; lo cual es definitivamente importante para el sector industria y para ellos con la proyección de obtener un mejor precio por la leche de conformidad con el contenido de sólidos totales; especialmente de grasa y proteína; cumpliendo así con las metas técnicas (Bath et al., 1986; Ramírez, 2010).

Gráfica XIII: Promedio de la Habilidad para Transmitir Leche, Proteína y Grasa según las pruebas de progenies oficiales para los 75 toros Holstein utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí.



4.4.1.4. Índices de desempeño económico en las pruebas de progenie para los toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

En las pruebas de progenie se generan varios índices de valor biológico, genético y económico; los cuales se indican en los catálogos de los toros de las razas lecheras; con mayor detalle en los de la raza Holstein. Entre los de mayor relevancia; se destacan: el Mérito Neto, Mérito de Queso, El Mérito de Producción y Sólidos Grasos y el Mérito Fluido. Estos indicadores se expresan en valor económico (\$) y se fundamentan en la conversión del valor biológico en su equivalente económico como aporte sobre el desempeño de otras hijas de toros distintos denominadas contemporáneas. A continuación se brindan el promedio y los descriptores estadísticos de los 75 toros de la raza Holstein que fueron evaluados en el estudio.

4.4.1.5. Mérito Neto, Merito de Queso, Mérito de Producción y Sólidos Grasos y Mérito Fluido.

El mérito Neto (vitalicio) mide las ganancias durante la vida promedio de las hijas de un toro. El mismo contempla la contribución de varios segmentos; incluyendo: grasa láctea 22%, proteína 20%, leche -1%, vida productiva 19%, , conteo de células somáticas -7%, tasa de preñez %, tasa de concepción %, Habilidad de parición 6%, compuesto de ubre 6%, compuesto de patas y pezuñas 3% y tamaño corporal -5% según CRI (2018) en base a la conformación de índices presentados por la NAAB, Asociación Holstein de los Estados Unidos y DHIA. El sumario de los datos de 75 Toros Holstein promedió el Mérito Neto con + 415.85 \$ con una desviación estándar de ± 185.07 \$; mostrando un rango estándar entre 230.78 y 600.92 \$ y una variación

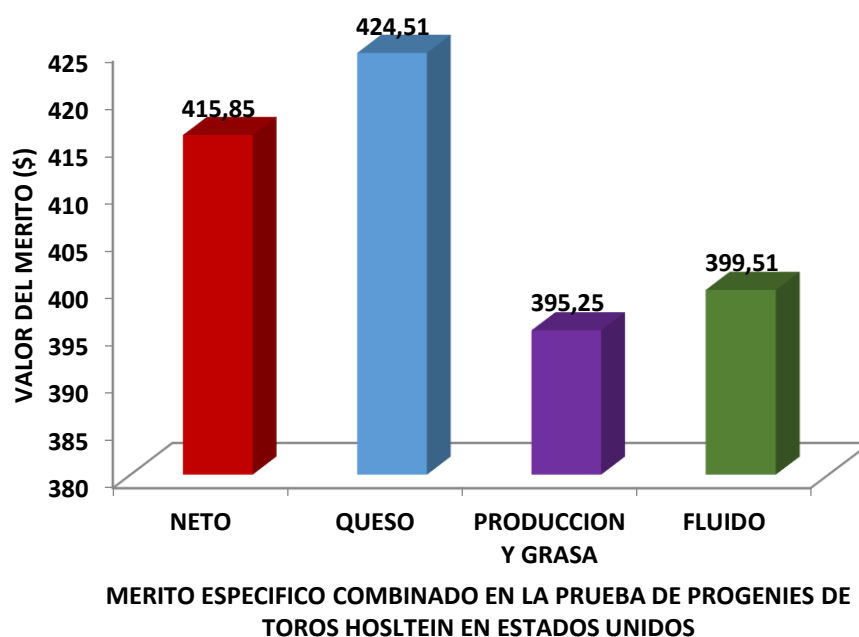
considerablemente alta (44.50%); pero en menor grado que otros indicadores considerados en las pruebas de progeñe. Se evidencia que los reproductores utilizados en la Cuenca Lechera combinan características de producción, composición, salud y lineales que fortalecen el modelo futuro de la vaca lechera en Panamá.

El Mérito de Queso fue diseñado para los productores de leche que comercializan la materia prima en un mercado donde la fortaleza de la industria es la producción de queso y se traduce en valor económico (\$). En el presente análisis se encontró que el promedio del Mérito de Queso fue 424.5 ± 192.71 \$; lo que indica que a pesar de que la raza Holstein no es la mayor en contenido de sólidos lácteos y en los rendimientos respectivos; las progeñes de los toros utilizados también tienen potencialidades para que sus progeñes aporten al mercado de la producción de queso con un aporte económico positivo. Este indicador confirma el aporte de los reproductores para fortalecer la producción de sólidos lácteos que son finalmente destinados para la producción de derivados que se comercializan en forma no fluida; especialmente de queso en sus diversas categorías.

El mérito genérico de producción y sólidos grasos en forma combinada promedio 395.25 ± 183.92 \$; el cual excluye el aporte de la proteína; por lo cual se reduce el valor económico en comparación con el mérito neto y mérito de queso propiamente. Mientras que el mérito fluido hace énfasis en la producción de leche y ligeramente en los sólidos grasos al cumplir con los estándares de las plantas lácteas y las regulaciones estatales o del país.

El mérito fluido resultó en una media y su desviación estándar de 399.51 ± 174.87 lb con una variación amplia de 43.77%; manteniendo su valor positivo en base a la decisión de los productores en seleccionar y utilizar toros Holstein probados y graduados según el sistema de evaluación genético de los Estados Unidos. Los valores promedio de los índices antes mencionados son presentados en la gráfica XIII para facilitar su distinción y la tendencia central a partir de una población de 75 toros Holstein utilizados para la inseminación artificial en la Provincia de Chiriquí. En la práctica, las pruebas de progenie de los toros indican que sus hijas tendrán un desempeño conveniente en producción y la composición láctea tendrá un contenido de proteína y grasa que favorecen la comercialización láctea ya sea por producción fluida, para el procesamiento y la producción de queso y al mismo tiempo las hijas de dichos toros tendrá una vida productiva con salud; superando a las contemporáneas de los hatos.

Gráfica XIV: Promedio del índice combinado o Mérito de los Toros Holstein según la información oficial en las pruebas de progenies en Estados Unidos.



Adicionalmente, se debe considerar que el desempeño biológico no excluye las medidas de manejo y la influencia del ambiente físico dado la importancia del factor nutrición y del medio ambiente como fuente de bienestar o del estrés térmico. Ambas condiciones son determinantes y pueden facilitar o dificultar el desempeño productivo del ganado lechero, especialmente durante la lactación o fase de la producción.

Cuadro XXI: Resumen descriptivo estadístico de los parámetros genéticos en las pruebas de progenie para las hijas de toros de la raza Holstein utilizados para el programa de inseminación artificial en la Cuenca Lechera en Chiriquí.

Parámetros	Unidad	Media ($\bar{Y}$)	Desviación Estándar	Mínimo Estándar	Máximo Estándar	Coef. Vari. (%)	Error Est.	P > Itl
PTA : Leche	lb	860.44	± 571.96	288.48	1432.4	66.47	66.04	<.0001
PTA : Proteína	lb	28.99	± 16.51	12.48	45.5	56.96	1.91	<.0001
PTA: Grasa	lb	34.96	± 24.9	10.06	59.86	68.93	2.78	<.0001
Merito Neto	\$	415.85	± 185.07	230.78	600.92	44.50	21.37	<.0001
Merito Queso	\$	424.51	± 192.71	231.80	617.42	45.40	22.25	<.0001
Merito GM	\$	395.25	± 183.92	211.33	597.19	46.53	21.24	<.0001
Merito Fluido	\$	399.51	± 174.87	224.64	574.38	43.77	20.19	<.0001

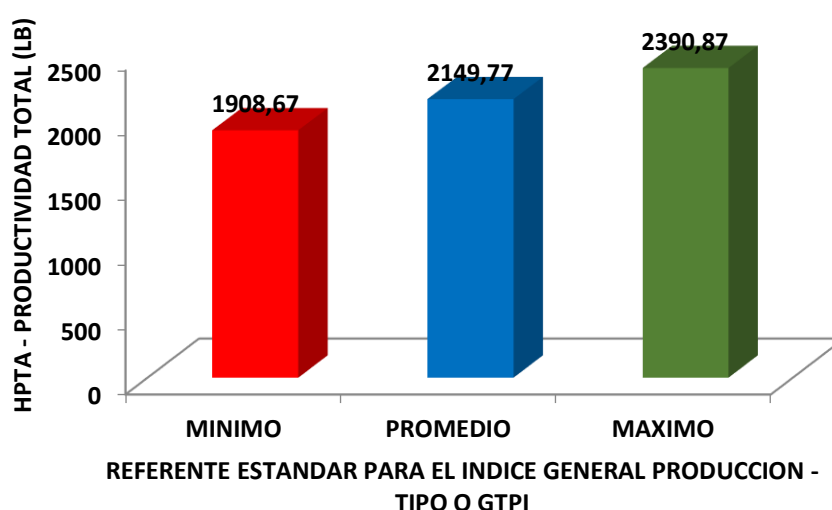
4.4.1.6. Índice de Desempeño Total (IPT o GTPI)

La información genética que aparece en los catálogos de toros tipo leche también incluye otros índices que combinan o la producción y el tipo o en su lugar hacen fuerte hincapiés en la evaluación lineal. Entre los índices más comunes; se encuentran: el Índice de desempeño total (Producción Tipo), el compuesto de ubre, el compuesto de pastas y pezuñas, En el cuadro XXIII se presentan el promedio de estos índices en las progenies de toros Holstein con sus descriptores estadísticos.

El Índice de Desempeño Total (TPI) es el producto de la consideración de varios componentes relacionados con la vida productiva de las hijas de un toro. Este índice incluye los siguientes renglones y aportes porcentuales: grasa 16%, Proteína 27%, vida productiva 7%, conteo de células somáticas 5%, compuesto de ubre 11%, compuesto de patas y pezuñas 6%, tipo 8%, fertilidad 13%, facilidad de parto de las hijas 2%, muertes al nacimiento 1% y forma lechera -1%. Este índice (TPI) presentó un promedio de 2144.97 ± 241.10 con un coeficiente de variación de 11.22%; lo cual fue la menor variación según los parámetros incluidos en el reporte de la progenies. Este índice combina la habilidad lechera, la composición láctea, la calidad láctea, la fertilidad, la salud general, la vida productiva y la conformación además de incluir los índices compuestos de pastas y pezuñas y el compuesto de ubre. Ello indica que los toros son muy consistentes en su habilidad para transmitir su potencial lechero a sus progenies y por otro lado, el valor mejorador de los reproductores es alto con una buena confiabilidad (ver gráfica XV); dado que el coeficiente de variación fue relativamente bajo; así como el rango estándar. De acuerdo con las directrices establecidas en 1986 (Bath et al.), el TPI era considerado un índice que debía representar al menos unos + 750 lb como valor genérico. No obstante, otros investigadores más recientemente; han sugerido que se debe buscar un TPI de 1000 en adelante; ya que los valores y la inclusión de otros factores de reproducción y salud han aumentado el valor. Según Lawlor (2017), este índice es el mejor para la selección en ganado lechero; debido a que combina múltiples rasgos de las progenies de toros y a su vez simplifica la cuantificación. Actualmente, las directrices de la Asociación Holstein y de muchos expertos es que se debe utilizar el Índice de Desempeño Total ya que incluye producción, rendimiento de grasa y proteína, la fertilidad, la

conformación y la evaluación lineal, la salud y la vida productiva promedio de las hijas de un toro. En consecuencia, el índice ofrece múltiples fortalezas para el mejoramiento genético lechero al combinar la producción, calidad láctea, salud, habilidad reproductiva y la longevidad; además del conteo de células somáticas, la conformación compuesta de patas y pezuñas y de ubre (Vargas, 2012; Powell, 2008; Lawner, 2017).

Gráfica XV: Referentes estandarizados del Índice de Desempeño Total en los toros Holstein según la prueba de progenie oficial en los Estados Unidos que están siendo utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí.



El desempeño de la vaca lechera moderna demanda condiciones anatómicas (conformación), fisiológicas y metabólicas (sistémicas), de integridad orgánica y glandular (histológica y endocrina) para sostener su marco biológico en términos de la habilidad reproductiva y lactacional de manera que cumpla con el perfil técnico y productivo para la actividad lechera de acuerdo con las normativas de bioseguridad, cuidado ambiental y calidad industrial (Araúz, 2018).

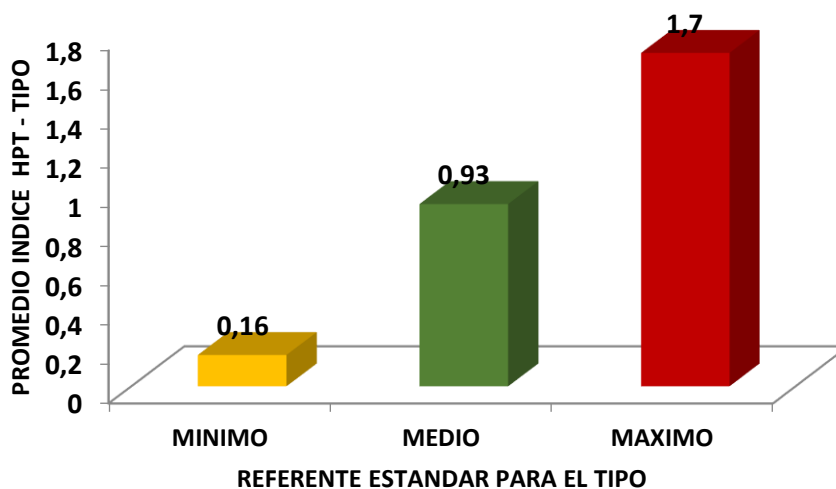
4.4.1.7. Índice de la Habilidad para Transmitir el Tipo (HPT – Tipo)

El índice HPT - Tipo está relacionado con superioridad genética de un toro para transmitir una conformación superior a sus progenies lo cual está más relacionado con el puntaje final y menos con los rasgos lineales (CRI, 2018). En los 75 toros Holstein se obtuvo un promedio del tipo en $+0.93 \pm 0.77$ con un coeficiente de variación de 82.94%; el cual mostró la gran diferencia entre los reproductores (ver cuadro XXIII) y en consecuencia el rango estándar fue muy amplio. El rango estándar fue de +0.16 a +1.70; lo que indica muchos toros efectúan un aporte relativamente débil al mejoramiento del tipo; mientras que otros se inclinan al aporte casi extremo en relación con el tipo lechero y su conformación genérica. La inserción del Tipo en los programas de mejoramiento genético plantean la sugerencia técnica de utilizar toros con un índice HPT – Tipo mínimo de 1.0 como valor funcional que garantiza el mejoramiento de la conformación general y del puntaje final; en cuyo perfil se busca la combinación de caracteres anatómicos que fortalecen la capacidad funcional, la longevidad y la vida productiva.

De acuerdo con Wilcox et al., (1978) es importante evitar caer en los extremos del tipo o en el extremo de la producción; por lo que el mismo recomienda guardar un equilibrio en el mejoramiento genético; en cuyo caso la producción debe representar un 75% y el tipo como máximo tendrá una contribución del 25%.

El punto medular es que al descuidar el tipo se pueden dejar aspectos funcionales de la conformación que limitan la vida productiva de la vaca; y dicha condición se amplifica cuando se enfatiza en una mayor producción lechera.

Grafica XVI: Representación de los puntos referentes estándares para la Habilidad Predicha para Transmitir el Tipo en los toros Holstein utilizados en las fincas lecheras en la Provincia de Chiriquí.



El tipo está relacionado con el puntaje final y por lo tanto se fundamenta en la conformación general del animal; pero toma en cuenta los indicadores de la ubre, patas, pelvis y grupa y forma lechera para las hembras que ya entraron al ciclo reproductivo – lactacional (Araúz, 2017). De acuerdo con los referentes estándares para los 75 toros incluidos en el análisis se observa que muchos de estos presentan una HPT – tipo muy débil; por lo cual el mínimo estándar resulto en 0.16 que se traduce en un bajo aporte en la conformación y el puntaje final para sus progenies.

Es relevante seguir las directrices que desde hace varias décadas se ha señalado de que el valor del tipo debe ser conservador pero superior a +1.0 como parte de los resultados de las pruebas de progenies para toros que hayan pasado la prueba de evaluación genética (Ensminger, 1980). La decisión de utilizar un toro Holstein en la finca a través del programa de inseminación artificial con un bajo índice para el tipo

tiene implicaciones negativas para las futuras progenies ya que aspectos como el compuesto de patas, compuesto de ubre, forma lechera y cualidades de la grupa pueden verse afectadas genéticamente si la prueba es baja o incluso negativa; salvo que la evaluación lineal haga énfasis en que los sub componentes del puntaje final son positivos sobresalientes de acuerdo con los detalles de selección en ganado bovino tipo leche (Arauz, 2017). Tal como señala Powell (2010) el programa de mejoramiento y mantenimiento genético en ganado de leche debe ser integral y aditivo en cuanto a los caracteres de importancia para la capacidad productiva vitalicia de la vaca lechera.

Dado que la decisión de utilizar un toro en particular es una decisión de manejo que en la mayoría de las veces la toma el productor; no es nuestra intención mencionar que toros presentan un bajo índice en la prueba de progenie para el tipo; sin embargo, cabe destacar que se aconseja preferir toros con una prueba mínima de + 1.25 si sus virtudes genéticas destacan una alta capacidad para la producción de leche (Mínimo + 1000 lb) y si el compuesto de ubre y patas es equivalente a + 1.25 igualmente (Lawner, 2017; Araúz, 2018). De esta manera se fortalece la conformación funcional de las futuras vacas en la finca y a su vez se logra enmendar genéticamente aquellos defectos o limitaciones anatómicas que afectan la vida productiva de la vaca lechera para las condiciones de manejo y clima en el medio tropical (Araúz, 2006; 2010).

Los rasgos lineales y los caracteres de conformación son un minúsculo punto dentro del concepto de la genómica para el ganado lechero; pero son esenciales para continuar con el mejoramiento genético y productivo clásico. Actualmente, se ha acumulado suficiente información que predecir el rendimiento de animales basados en el genotipo identificado a través de marcadores moleculares conocidos como polimorfismos de nucleótidos simples (PNS), también llamados acrónimos. Los avances tecnológicos de estos últimos años han identificado 54,000 PNSs o más, simultáneamente y a bajo costo. De esta manera se pueden identificar los animales que serán seleccionados como sementales para el mejoramiento genético de la producción lechera; atendiendo aquellos rasgos, características y elementos de la conformación que están íntimamente relacionados con la habilidad biológica reproductiva, lactacional, metabólica y de salud (Ponce, 2019). Se plantea que con la evaluación del genoma de los toros prospectos para la reproducción se lograra un adelanto genético más rápido tanto al mejorar los caracteres relacionados con la productividad y longevidad; como para suprimir los genes sub letales o letales que merman la habilidad lechera, la salud, la capacidad reproductiva y la conformación particular en el ganado lechero y otras especies de interés pecuario según el profesor de la Universidad de Wisconsin F. Abel Ponce (2019). En la actualidad tenemos la ventaja de contar con las pruebas de evaluación de las progenies de toros y adicionalmente contar con la información genómica que ya empieza a estar disponible para su inclusión en la toma de decisiones del manejo, la reproducción controlada, la selección y el mejoramiento productivo vitalicio del ganado lechero.

4.4.1.8. Índice del Compuesto de Ubre (ICU)

El índice Compuesto de Ubre ha sido perfeccionado como indica la Asociación Holstein de los Estados Unidos para conjugar las características del sistema mamario que además de describir su morfología son esenciales para destacar su capacidad funcional y la sostenibilidad anatómica desde la primera lactación hasta alcanzar su vida productiva como adulta y posterior a ello en caso de extender la vida útil por razones regionales, genéticas y económicas propiamente. El método de determinación más moderno del Compuesto de Ubre (UDC o ICU) ha sido señalado por la Asociación Holstein de los Estados Unidos (2018) y se describe como:

$$\text{UDC} = -0.03 + [(.16 \times \text{FU}) + (.23 \times \text{UH}) + (.19 \times \text{UW}) + (.08 \times \text{UC}) + (.20 \times \text{UD}) + (.04 \times \text{TP}) + (.05 \times \text{RP}^*) + (.05 \times \text{TL}^*) - (.2 \times \text{ST})] \times 1.16$$

A continuación se presentan los integrantes anatómicos que se incluyen como parte del sistema mamario y que guardan una relación funcional prevalente en la vaca lechera de la raza Holstein:

FU = Fore Udder Attachment	(Unión delantera de la ubre)
UC = Udder Cleft	(División o pliegue medial de la ubre)
RP* = Rear Teat Placement	(Ubicación de los pezones posteriores)
UH = Rear Udder Height	(Altura de la ubre posterior).
UD = Udder Depth	(Profundidad de la ubre)
TL** = Teat Length	(Largo de los pezones)
UW = Rear Udder Width	(Ancho posterior de la ubre)
TP = Front Teat Placement	(Ubicación de los pezones anteriores)
ST = Stature	(Estatura).

Como puede apreciarse en la regresión anterior, el índice compuesto de ubre es complejo y la meta del mismo es incluir la morfo simetría mamaria en un solo paquete; atendiendo la importancia para una mejor función mamaria vitalicia.

El promedio de los 75 toros Holstein resultó en un Índice Compuesto para el Sistema Mamario en $+1.16 \pm 0.86$ con un rango estándar entre +0.30 y +2.02 con una variación considerable entre las progenies de los reproductores (74.46%) como se indica en el cuadro XXIII. Estas cifras indican claramente que los productores están haciendo énfasis en toros cuyas pruebas de progenies indican una alta potencialidad para mejorar el sistema mamario; ya que el promedio en la práctica se acerca en un 86% a la cifra recomendada por Ensminger (1980) y Vargas (2012). Es evidente, que aunque los toros resultaron diferentes según las progenies evaluadas ($P < .0001$) según la prueba de t; es mucho más importante indicar que el peso del aporte genético sobre el sistema mamario está orientado a mejorar ligamento medio suspensor, largo de los pezones, ubicación de los pezones, unión delantera de la ubre y altura del sistema mamario propiamente; como se ilustra en las progenies de toros graduados de CRI y Select Sires y American Breeders Services en Estados Unidos (ver figuras XXXIV, XXXV, XXXVI y XXXVII).

Parte de las metas en el programa de mejoramiento genético lechero es obtener progenies con un sistema mamario uniforme, con un ligamento medio suspensor fuerte, pezones bien ubicados, una altura de la ubre sobresaliente en la región inguinal y pezones de buen tamaño sin caer en los extremos. Estas condiciones son esenciales para que las vacas logren mantener un sistema mamario íntegro y funcional a pesar de que se seguirá haciendo énfasis en el renglón del potencial lechero para destacar

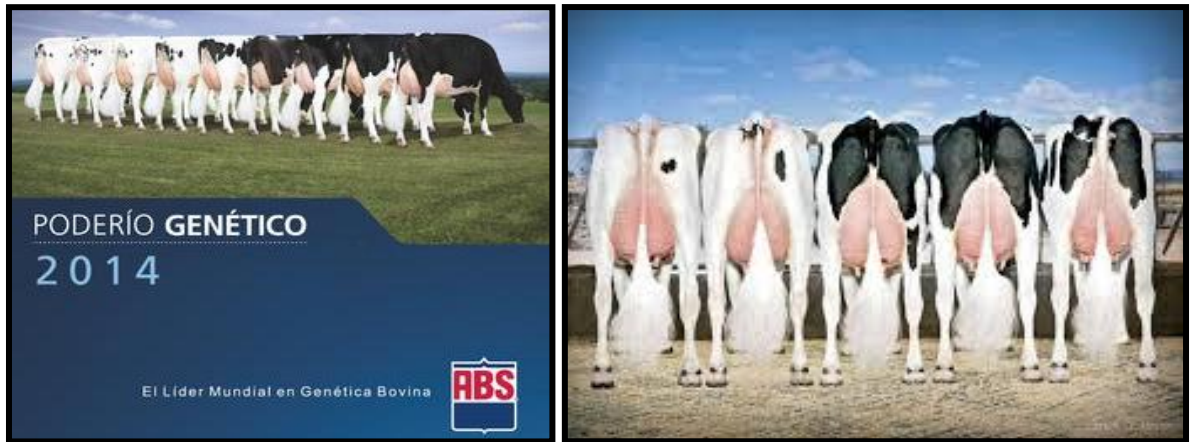
en la producción y con ello el estrés en el sistema de suspensión de la ubre será mayor con la consecuente alteración del ligamento medio suspensor y de las facias transversas que se derivan del ligamento medio sub pelvino; ocasionando que la ubre se desprenda gradualmente presentando la condición de ubre pendular (Araúz, 2018).

El compuesto de ubre total en las progenies de los toros Holstein evidencio que algunos reproductores presentan una baja capacidad para contribuir en el proceso del mejoramiento genético del sistema mamario en su anatomía e integridad funcional como se demanda en la vaca lechera moderna (ver gráfica XVII).

Figuras XXXIV, XXXV, XXXVI y XXXVII: Ilustración del sistema mamario ideal en la raza Holstein.

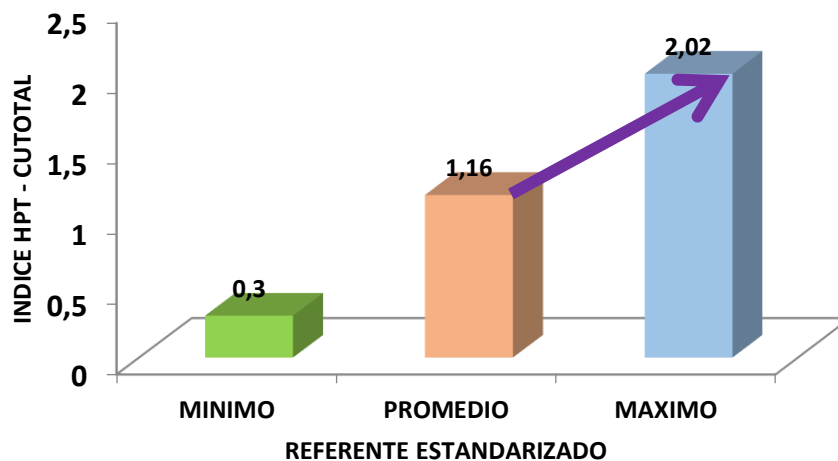


Fuente: CRI y Select Sires de Estados Unidos, Google, Imágenes en Internet (2019).



Fuente: Progenies de toros de ABS, USA. Imágenes en Internet (2019).

Gráfica XVII: Promedio y rango estándar del índice HPT – Compuesto de Ubre Total (CUT) en las progenies de 75 toros Holstein utilizados para la Inseminación Artificial en la Cuenca Lechera de Chiriquí.



Para el medio tropical, el sistema mamario posee una ventaja en términos sanitarios ya que la estabulación es una técnica poco utilizada debido al sistema de producción fundamentado en el pastoreo hasta la fecha; aunque ya se empiezan a presentar la semi estabulación y el confinamiento parcial de las vacas en producción por razones del manejo de la alimentación y para reducir la influencia negativa de los factores micro ambientales que promueven el estrés calórico (Araúz, 2017). Sin embargo, la presión de la producción de leche en aumento sobre el sistema mamario deberá considerarse como un factor que requiere buscar una conformación funcional para disminuir los problemas de predisposición a la mastitis bovina; dado la importancia económica que ello representa en el pasado (Schmidt y Van Vleck, 1974), presente y futuro como se desprende de la tendencia mundial acorde con el aumento del potencial lechero (Schukken et al., 2018).

4.4.1.9. Índice Compuesto de Patas y Pezuñas

El compuesto de patas y pezuñas combina las cualidades del sistema locomotor buscando la funcionabilidad; lo cual es sumamente crítico para la ganadería lechera tropical debido al empleo del modelo de producción fundamentado en el pastoreo y no en la estabulación. El índice compuesto de Patas y Pezuñas según la Asociación Holstein de los Estados Unidos de América (2018) es definida cuantitativamente en base a la siguiente expresión aritmética:

$$\text{FLC} = +0.02 + [(.09 \times \text{FA}) + (.21 \times \text{RV}) + (.70 \times \text{FLS}) - (.20 \times \text{ST})] \times 1.09$$

Donde los componentes tienen las siguientes identificaciones:

FA = Foot Angle (Angulo de Pezuñas)

RV = Rear Legs Rear View (Vista posterior de las patas)

FLS = Feet & Legs Score (Valor de las patas y pezuñas).

ST = Stature (Estatura)

La vista posterior de la patas y el puntaje de las patas y pezuñas poseen la mayor contribución en la definición del compuesto de patas y pezuñas; además de contemplar el ángulo, la vista lateral y la estatura que representa un factor negativo.

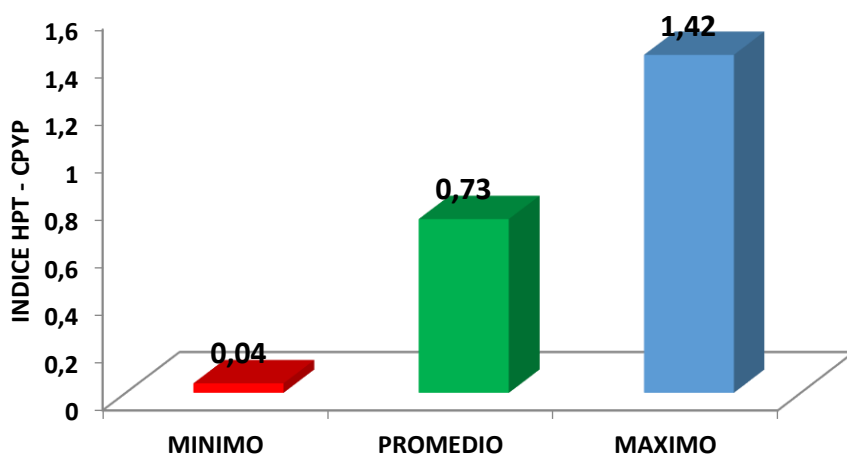
Entre las metas del programa genético en el marco de la conformación anatómica funcional del sistema mamario están evitar pezones extremadamente largos, pezones con deformaciones en el meato y esfínter, pezones mal ubicados, pezones muy cortos, debilidad en el ligamento medio suspensor, ubres pendulares, uniones anteriores débiles, profundidad mamaria limitada, cuerpo glandular reducido, debilidad en el esfínter del pezón, goteo de leche pre ordeño y deformaciones en el cuerpo glandular (Powell, 2008; Vargas, 2012; Araúz, 2017; y Ponce, 2019).

En el presente estudio, se encontró que 75 toros de la raza Holstein brindaron un índice de patas y pezuñas promedio de $+ 0.73 \pm 0.69$ con un rango estándar entre $+0.04$ y $+1.42$ con el mayor coeficiente de variación (94.87%) entre las progenies de los reproductores (ver cuadro XXII y Gráfica XVIII). Llama la atención el bajo valor para el índice compuesto de patas y pezuñas; el cual solo representa el 4% del valor sugerido para los programas de mejoramiento genético en la sección de los aplomos, pezuñas

y equilibrio con el cuerpo de la vaca lechera (Ensminger, 1980; Araúz, 2010; CRI, 2017; Select Sires, 2018).

El sistema locomotor representa un elemento anatómico funcional de relevancia ya que los problemas pódales y de baja longevidad locomotora se encuentran entre los problemas con las mayores consecuencias económicas para la finca lechera moderna. Como puede apreciarse en la gráfica XVIII; el valor de un índice Compuesto de Patas y Pezuñas por debajo de 0.73 es indicativo de un bajo potencial genético para contribuir en el mejoramiento de los aplomos en las progenies; sobre todo cuando se requiere corregir problemas como: vista posterior de las patas, vista lateral de las patas, desviaciones de los corvejones, ángulo de la pezuña, uniformidad de las pezuñas y fortaleza de los aplomos.

Gráfica XVIII: Promedio y desviación estándar del Índice Compuesto de Patas y Pezuñas en 75 toros Holstein utilizados para la IA en la Cuenca Lechera de Chiriquí.



Las metas de los programas de mejoramiento genético integral en la ganadería lechera deben incluir el sistema locomotor dado la importancia que representa el mismo para la ganadería lechera; especialmente en el trópico donde los sistemas de producción están diseñados para depender del pastoreo con muy poca participación en los modelos de semiestabulación y estabulación para la vaca en producción. En consecuencia, es recomendable hacer énfasis en un índice de patas y pezuñas lo más próximo a 1.0 o que incluso sea superior a 1.25 de manera colectiva según la Asociación Holstein de los Estados Unidos (ver figuras XXXVIII – XLII). El conjunto de condiciones anatómicas y de conformación deben contribuir con el tipo lechero ideal (Figura XLIII) y a su vez mantener la capacidad funcional para garantizar una mayor producción sobre el promedio del hato y de las progenies contemporáneas para aumentar la longevidad, la producción, proteína y grasa con un bajo conteo de células somáticas y un tamaño corporal moderado (Araúz, 2010).

Figuras XXXVIII, XXXIX, XL, XLI, XLII: Ilustración del modelo de patas compuestas ideal.



Fuente: Imágenes de Internet en Google: ABS, AGE, SEMEX, ACG y CRI (2019).

Figura XLIII: Conjugado de cualidades morfo anatómicas en vacas lecheras modernas con alto potencial lechero y longevidad.



Fuente: Genex APP (Cooperative Resources International, 2018).

4.4.1.10. Otros índices complementarios en las pruebas de progenie de los toros Holstein utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí.

El índice de ganancia de peso de las becerras fue en promedio 63.99 ± 37.14 lb lo que indica que los toros utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí e incluidos en este estudio contribuyen afirmativamente con el desarrollo y crecimiento de las becerras (ver cuadro XXII). Este indicador es importante para el sistema de levantamiento de reemplazos e impacta el grado de desarrollo de las terneras y novillas a partir de la contribución genética. No obstante, el sistema de levante de reemplazos se encuentra modulado desde el manejo preparto hasta que la hembra se aproxima a su primer parto; siendo de gran importancia la fase durante la gestación, los primeros tres meses de vida y el periodo inmediatamente después del destete ya que durante dicha fase el animal se expone a una dieta con mayor aporte del forraje verde, ya no depende nutricionalmente de la leche y accesa parásitos.

El índice compuesto de leche promedio resultó en 0.39 ± 1.02 con una gran desviación estándar ya que la habilidad lechera de los reproductores fue sumamente variable. Sin embargo, se puede indicar que la decisión de los productores para adquirir semen para inseminación artificial procedente del extranjero en la raza Holstein superó el valor de la población; aunque en muchos casos se presentó un menor potencial lechero pero se logró las metas referentes en el plano de la producción de leche y en varios índices de conformación.

4.4.1.10.1. Precio de la pajilla del semen en toros Holstein.

Este indicador administrativo definitivamente representa un punto de grandes consideraciones para los productores de leche; ya que por regla general el principio es buscar aquel semen de menor costo como también se aplica a muchos otros insumos en la finca lechera; especialmente hoy cuando se ha marcado grandes diferencias en los costos relativos en comparación con sus equivalentes hace unos cinco, diez o quince años atrás (Ramírez, 2010).

Los descriptores estadísticos del precio de la pajilla promedio 11.02 ± 1.47 \$ y el coeficiente de variación fue 13.37% que constituyó el parámetro más estable entre los elementos evaluados (ver cuadro XXII). La pajilla tuvo un costo entre 9.55 y 12.49 \$ como rango estándar incluyendo la información económica procedente de varias compañías que distribuyen semen en Panamá; sin destacar los detalles específicos del toro y de la compañía respectivamente.

En forma promedio, el productor está pagando 11.02 \$ por una pajilla de un toro con promedio de la habilidad predicha para transmitir leche +860.44 lb, proteína +28.99 lb, grasa +34.96 lb, Mérito Neto +415.95 \$, Mérito de Queso 424.51 \$, Merito Fluido 399.51 \$, Desempeño Total + 2149.97, compuesto de ubre +1.16, compuesto de patas y pezuñas + 0.73 y tipo + 0.93. Si utilizamos el PTA para leche significa que la inversión económica es de +78.08 lb de leche por cada dólar invertido en semen que se reflejara como un cambio positivo en la producción de las futuras vacas Holstein en las fincas que utilicen estos toros en promedio estandarizado. En otras palabras, estas cifras son razonables ya que el proceso del mejoramiento lechero está siendo aplicado a un bajo

costo por pajilla utilizada; lo cual puede variar con los servicios requeridos para definir una gestación exitosa en la finca lechera.

Cuadro XXII: Resumen descriptivo estadístico de los parámetros genéticos en las pruebas de progenie para las hijas de toros de la raza Holstein y costo de la pajilla para el programa de inseminación artificial en la Cuenca Lechera en Chiriquí.

Parámetros	Unidad	Media ($\bar{Y}$)	Desviación Estándar	Mínimo Estándar	Máximo Estándar	Coef. Vari. (%)	Error Est.	P > t
PTA: GTPI	lb	2149.77	± 241.10	1908.67	2390.87	11.22	27.84	<.0001
PTA: TIPO	Ptje	+0.93	± 0.77	+ 0.16	+ 1.70	82.94	0.09	<.0001
PTA: CUT	Ptje	+ 1.16	± 0.86	+ 0.30	+ 2.02	74.46	0.09	<.0001
PTA: CPYP	Ptje	+ 0.73	± 0.69	+ 0.04	+ 1.42	94.87	0.08	<.0001
PTA PG	lb	63.99	± 37.14	26.85	101.13	58.09	4.29	<.0001
ICLECHE		0.39	± 1.02	-0.63	+1.41	255.5 ²	0.12	<.0001
Precio/pajilla	\$	11.02	± 1.47	9.55	12.49	13.37	0.17	<.0001

4.4.1.11. Correlaciones entre los componentes de las pruebas de progenie entre los toros de la raza Holstein que están siendo utilizados en la Cuenca Lechera de Bugaba y las Tierras Altas de Chiriquí.

Los índices presentados en las pruebas de progenes fueron correlacionadas entre los 75 toros de la raza Holstein para identificar aquellas combinaciones de dos indicadores del potencial biológico, de conformación, productivo y económico ya que la ponderación de las pruebas de progenie mostró una amplia variación de los parámetros. La correlación de Pearson es una herramienta para asociar dos parámetros dentro de la prueba de progenie que permite identificar la aproximación en la dependencia o independencia que puede ser utilizada con fines de manejo y toma de decisiones que involucran la reproducción, el mejoramiento genético, el incremento de la capacidad de producción y sobre todo el mejoramiento de la conformación funcional en las futuras hembras tipo leche en la finca (Gill, 1978; Herrera y Barreras, 2001; Powell, 2008).

Las variables de respuestas fueron codificados para simplificar los indicadores que fueron asociados; definiendo los siguientes equivalente para facilitar la comprensión del lector; lo cual presento en el presente estudio nacional; el cual ha sido categorizado por Araúz (2018) como el primero que se realiza en el país para examinar lo que estamos llevando a la práctica en materia del mejoramiento lechero tipo leche al menos en un sector de las fincas lecheras especializadas. Las abreviaturas y sus equivalentes en la matriz de correlaciones se presentan en el cuadro XXIII a continuación.

Cuadro XXIII: Codificación de los parámetros incluidos en la matriz de correlaciones.

PPEB	Precio de la pajilla en balboas	MN	Merito Neto \$
HPT	Habilidad Predicha para Transmitir	MQ	Merito Queso \$
PTA	Predicted Transmitted Ability	MF	Merito Fluido \$
PLE	Producción de Leche (lb)	GTPI	Índice de desempeño total
PR	Proteína Láctea (lb)	TIPO	Índice de conformación
GR	Grasa Láctea (lb)	UDC	Índice compuesto de ubre
GP	Ganancia de Peso (lb)	FLC	Índice Compuesto de Patas y Pezuñas
BWC	Índice de Condición Corporal	ICLECHE	Índice Compuesto de Leche

La matriz de datos para la correlación fueron revisados por el programa sas por lo cual se presentan los descriptores de cada parámetro incluido en la prueba de progenie; y en este caso se utilizó 75 observaciones de cada parámetro genético de producción, conformación y productividad pertinente a los toros Holstein incluidos en la base de datos; destacando la media, desviación estándar, el mínimo y máximo estándar como se muestra en el cuadro XXIV a continuación. Estos valores son factibles para la matriz de correlación ya que se logró un número apreciable de toros de la raza Holstein; los cuales representaron los 75% de los reproductores incluidos en el análisis propiamente. Se destaca como se mencionó anteriormente, que los coeficientes de variación fueron relativamente altos para las progenies de los reproductores Holstein evaluados; lo cual es un componente esencial para avanzar en el proceso del mejoramiento genético multiparametrico relacionado con la biología (crecimiento, reproducción, producción, salud, calidad láctea), de productividad y ponderación

económica como señalan diversos investigadores y genetistas (Lucas, 1964; Wilcox et al., 1978; Becker, 1984; Schmidt y Van Vleck, 1988; Bath et al., 1986; Powell, 2008; Schukken et al., 2018 y Ponce, 2019).

Cuadro XXIV: Resumen descriptivo de los parámetros de la matriz de parámetros de en la pruebas de progenies para la matriz de correlaciones.

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
TORO	75	38.00000	21.79449	2850	1.00000	75.00000
PPEB	75	11.01600	1.47282	826.20000	8.00000	20.00000
PLE	75	860.44000	571.95911	64533	-550.00000	2127
PR	75	28.98667	16.51002	2174	-6.00000	69.00000
GR	75	34.96000	24.09858	2622	-29.00000	81.00000
GP	75	63.93333	37.13974	4795	-27.00000	133.00000
MN	75	415.85333	185.06980	31189	6.00000	726.00000
MQ	75	424.50667	192.70839	31838	5.00000	740.00000
GM	75	395.25333	183.91545	29644	21.00000	749.00000
MF	75	399.50667	174.87064	29963	15.00000	698.00000
GTPI	75	2150	241.09892	161233	1524	2544
TIPO	75	0.92587	0.76791	69.44000	-1.85000	2.42000
UDC	75	1.15880	0.86281	86.91000	-1.80000	3.60000
FLC	75	0.73040	0.69294	54.78000	-1.51000	2.33000
BWC	75	0.02000	1.39983	1.50000	-8.00000	2.88000
ICLECHE	75	0.39987	1.02213	29.99000	-1.79000	2.60000

La habilidad para transmitir la producción de leche presentó la mayor correlación con el rendimiento de proteína láctea ($r = 0.746$, $P < .0001$), el rendimiento de proteína fue más correlacionado con el índice de ganancia de peso ($r = 0.874$, $p < .0001$); así como el rendimiento de grasa láctea con la tasa de ganancia de peso en las crías de las progenies de toros ($r = 0.942$, $p < .0001$). Los índices compuestos como el mérito neto estuvo mejor correlacionado con el mérito de queso ($r = 0.99$, $p < .0001$); mientras que el mérito fluido estuvo mejor correlacionado con el mérito neto ($r = 0.973$, $p < .0001$) como se aprecia en el cuadro XXV. El mérito neto y el mérito de queso estuvieron altamente correlacionados con el índice del desempeño general o GTPI ($r = 0.963$ y 0.967 ; $p < .0001$). Es evidente que ambos méritos (neto y de queso) incluyen factores determinantes del Índice General de Desempeño en las progenies de toros; por lo cual, las correlaciones son más fuertes. El tipo mostró la mayor correlación con la ganancia de peso de las crías de las progenies Holstein; pero solo alcanzó 0.51 ($P < .0001$). Los índices compuestos de ubre y patas y pezuñas fueron más correlacionados con el mérito de queso; alcanzando correlaciones de 0.52 ($P < .0001$) y 0.30 ($P < .007$); mientras que el índice compuesto de leche estuvo correlacionado con el rendimiento de proteína láctea ($r = .571$, $p < .0001$; ver cuadro XXV).

El valor de las correlaciones para los parámetros derivados de las pruebas de progenie deben ser mantenidas para su uso práctico dentro de cada raza ya que el genoma de las razas lecheras incluye variantes fijadas con la selección natural; pero redefinidas y estabilizadas durante la selección intensiva que hemos realizado en los últimos 500 años de trabajo zootécnico; además del aporte de la domesticación y el mejoramiento genético; como expresó Raymond B. Becker (1959).

Cuadro XXV: Matriz de Correlaciones de Pearson para los parámetros genéticos en las pruebas de progenies de los toros Holstein utilizados en la Provincia de Chiriquí.

	TORO	PPEB	PLE	PR	GR	GP	MN	MQ
TORO	1.00000 0.8857	-0.01688 0.8857	0.11893 0.3095	0.06437 0.5832	0.00607 0.9588	0.03239 0.7827	-0.01201 0.9185	-0.02287 0.8456
PPEB	-0.01688 0.8857	1.00000	0.25250 0.0289	0.28210 0.0142	0.36667 0.0012	0.36333 0.0014	0.23637 0.0412	0.22662 0.0506
PLE	0.11893 0.3095	0.25250 0.0289	1.00000	0.74622 <.0001	0.49141 <.0001	0.65037 <.0001	0.42774 0.0001	0.36608 0.0012
PR	0.06437 0.5832	0.28210 0.0142	0.74622 <.0001	1.00000	0.66187 <.0001	0.87369 <.0001	0.67101 <.0001	0.67233 <.0001
GR	0.00607 0.9588	0.36667 0.0012	0.49141 <.0001	0.66187 <.0001	1.00000	0.94294 <.0001	0.79529 <.0001	0.78303 <.0001
GP	0.03239 0.7827	0.36333 0.0014	0.65037 <.0001	0.87369 <.0001	0.94294 <.0001	1.00000	0.81438 <.0001	0.80702 <.0001
MN	-0.01201 0.9185	0.23637 0.0412	0.42774 0.0001	0.67101 <.0001	0.79529 <.0001	0.81438 <.0001	1.00000	0.99518 <.0001
MQ	-0.02287 0.8456	0.22662 0.0506	0.36608 0.0012	0.67233 <.0001	0.78303 <.0001	0.80702 <.0001	0.99518 <.0001	1.00000
GM	-0.01642 0.8888	0.19757 0.0893	0.27909 0.0153	0.54502 <.0001	0.69623 <.0001	0.69416 <.0001	0.96972 <.0001	0.97080 <.0001
MF	0.00912 0.9381	0.24715 0.0325	0.55538 <.0001	0.64212 <.0001	0.79281 <.0001	0.79993 <.0001	0.97302 <.0001	0.94604 <.0001
GTPI	0.01478 0.8998	0.26198 0.0232	0.37312 0.0010	0.66496 <.0001	0.74612 <.0001	0.77976 <.0001	0.96329 <.0001	0.96736 <.0001
TIPO	0.16777 0.1502	0.33900 0.0029	0.34301 0.0026	0.49848 <.0001	0.45172 <.0001	0.51448 <.0001	0.42772 <.0001	0.42836 <.0001
UDC	0.03524 0.0186	0.27117 0.2434	0.13636 0.0055	0.31757 0.0022	0.34873 0.0012	0.36725 <.0001	0.51891 <.0001	0.52295 <.0001
FLC	0.00481 0.9673	0.22333 0.0541	0.03792 0.7467	0.18178 0.1186	0.19831 0.0881	0.20926 0.0716	0.29639 0.0098	0.30547 0.0077
BWC	-0.07599 0.5315	-0.07338 0.1145	-0.18378 0.7601	-0.03585 0.4813	-0.08256 0.5537	-0.06946 0.2044	-0.14824 0.3061	-0.11975
ICLECHE	0.21781 0.0605	0.33233 0.0036	0.53766 <.0001	0.57124 <.0001	0.50188 <.0001	0.57932 <.0001	0.21395 0.0653	0.20112 0.0836

Cuadro XXVI: Matriz de Correlaciones II de Pearson para los parámetros genéticos en las pruebas de progenies de los toros Holstein utilizados en la Provincia de Chiriquí.

	GM	MF	GTPI	TIPO	UDC	FLC	BWC	ICLECHE
TORO	-0.01642 0.8888	0.00912 0.9381	0.01478 0.8998	0.16777 0.1502	0.03524 0.7640	0.00481 0.9673	-0.07599 0.5170	0.21781 0.0605
PPEB	0.19757 0.0893	0.24715 0.0325	0.26198 0.0232	0.33900 0.0029	0.27117 0.0186	0.22333 0.0541	-0.07338 0.5315	0.33233 0.0036
PLE	0.27909 0.0153	0.55538 <.0001	0.37312 0.0010	0.34301 0.0026	0.13636 0.2434	0.03792 0.7467	-0.18378 0.1145	0.53766 <.0001
PR	0.54502 <.0001	0.64212 <.0001	0.66496 <.0001	0.49848 <.0001	0.31757 0.0055	0.18178 0.1186	-0.03585 0.7601	0.57124 <.0001
GR	0.69623 <.0001	0.79281 <.0001	0.74612 <.0001	0.45172 <.0001	0.34873 0.0022	0.19831 0.0881	-0.08256 0.4813	0.50188 <.0001
GP	0.69416 <.0001	0.79993 <.0001	0.77976 <.0001	0.51448 <.0001	0.36725 0.0012	0.20926 0.0716	-0.06946 0.5537	0.57932 <.0001
MN	0.96972 <.0001	0.97302 <.0001	0.96329 <.0001	0.42772 0.0001	0.51891 <.0001	0.29639 0.0098	-0.14824 0.2044	0.21395 0.0653
MQ	0.97080 <.0001	0.94604 <.0001	0.96736 <.0001	0.42836 0.0001	0.52295 <.0001	0.30547 0.0077	-0.11975 0.3061	0.20112 0.0836
GM	1.00000 <.0001	0.93056 <.0001	0.95901 0.0007	0.38123 <.0001	0.51376 0.0079	0.30438 0.3512	-0.10916 0.4331	0.09187
MF	0.93056 <.0001	1.00000	0.91638 <.0001	0.40337 0.0003	0.48378 <.0001	0.25588 0.0267	-0.18663 0.1089	0.23139 0.0458
GTPI	0.95901 <.0001	0.91638 <.0001	1.00000	0.59325 <.0001	0.64248 <.0001	0.41202 0.0002	-0.03309 0.7780	0.28626 0.0128
TIPO	0.38123 0.0007	0.40337 0.0003	0.59325 <.0001	1.00000	0.78145 <.0001	0.52104 <.0001	0.08104 0.4895	0.73338 <.0001
UDC	0.51376 <.0001	0.48378 <.0001	0.64248 <.0001	0.78145 <.0001	1.00000	0.46950 <.0001	-0.09194 0.4327	0.28016 0.0149
FLC	0.30438 0.0079	0.25588 0.0267	0.41202 0.0002	0.52104 <.0001	0.46950 <.0001	1.00000	-0.01077 0.9269	0.20334 0.0802
BWC	-0.10916 0.3512	-0.18663 0.1089	-0.03309 0.7780	0.08104 0.4895	-0.09194 0.4327	-0.01077 0.9269	1.00000	0.06238 0.5950
ICLECHE	0.09187 0.4331	0.23139 0.0458	0.28626 0.0128	0.73338 <.0001	0.28016 0.0149	0.20334 0.0802	0.06238 0.5950	1.00000

Los índices de conformación relacionados con el sistema mamario y las extremidades presentaron una baja correlación con la habilidad para transmitir producción de leche; coincidiendo con los señalamientos del Dr. Wilcox en la década de los 70 después de estudiar la relación de la producción de leche, su composición y el tipo como descriptor anatómico y funcional en el ganado lechero con énfasis en la raza Holstein. Este investigador indicó que la producción de leche como indicador de la habilidad funcional y genética guardaba una relación contraria a los indicadores de la conformación corporal; incluyendo el tipo, el sistema mamario y el conjunto de cualidades de las patas y pezuñas. En este mismo sentido, Arauz (2016) indicó que el mejoramiento genético integral del ganado lechero debe incluir los aspectos de producción, tipo, compuesto de ubre y de patas y pezuñas; pero se debe guardar el balance parcial haciendo énfasis en la producción (75%) de leche y luego otros indicadores de la conformación como el tipo (25%); partiendo de las recomendaciones generales indicadas por Wilcox (1978). Más recientemente, Powell (2008) y Vargas (2012) han indicado que el mejoramiento de las deficiencias en la conformación deben ser específicas y por ende la aplicación de la evaluación lineal es una alternativa para ir avanzando en el mejoramiento de las futuras progenies si reconocemos las fallas en las vacas de la finca y si seleccionamos toros cuyas pruebas de progenies indican las potencialidades para corregir fallas en la conformación; especialmente del sistema mamario, de las patas y pezuñas entre otras.

Habiendo analizado los indicadores de valor genético y los antecedentes biológicos y técnicos se puede indicar los mejores tres toros Holstein entre la población de los reproductores que se han utilizado en la cuenca lechera de la Provincia de Chiriquí; en base a la Habilidad Predicha para Transmitir leche, tipo, compuesto de ubre (CU), compuesto de patas y pezuñas (CPYP), Índice General del Desempeño total (GTPI) y el mérito neto (MN); las cuales se presentan en el cuadro XXVII a continuación.

Cuadro XXVII: Resumen de los indicadores en biología lactacional, conformación funcional y valor económico en los tres mejores toros Holstein utilizado en la Cuenca Lechera de Chiriquí según pruebas de progenies.

Parámetro Genético	Primer Lugar	Segundo Lugar	Tercer Lugar
Código del Toro (Oficial)	7H11647	7H11023	7H12111
PTA – Milk (lb)	+ 2127	+ 1949	+ 1941
PTA - TYPE	+ 1.5	+ 2.04	+ 1.52
PTA - CUT	+ 2.48	+ 1.22	+ 2.03
PTA – F&LC	+ 1.06	+ 0.40	+ 0.97
PTA -GTPI	+ 2368	+ 1894	+ 2459
Precio de la Pajilla (\$)	608	212	644
TPI(86%Prod. y 14% Tipo) \$	558.91	516.16	510.97

PTA: Predicted Transmitted Ability Milk: Leche CUT: Compuesto de Ubre Total

F&LC: Compuesto de patas y pezuñas GTPI: Índice de Desempeño Total

Aplicando el índice TPI ajustado de Wilcox (1978) con una valoración del 86% para producción y 14% para el índice de conformación general podemos apreciar que la categorización de los tres mejores toros por índices individuales partiendo de la producción de leche; se ratifica la ubicación de los toros según los resultados de sus progenies; confirmando el orden de los tres mejores toros Holstein como primer lugar 7H11647, segundo lugar 7H11023 y tercer lugar 7H12111 por su contribuciones en producción de leche, tipo, compuesto de ubre, compuesto de patas y pezuñas, merito neto y productividad.

4.4.2. Descriptores genéticos de producción, productividad y conformación según las pruebas de progenies oficiales de los Estados Unidos para los Toros de la raza Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí.

4.4.2.1. Indicadores de la producción de leche y composición láctea.

Los indicadores de las pruebas de progenies fueron resumidas para 15 toros Pardo Suizo, todos probados en los Estados Unidos como se ilustra en el cuadro XXIVIII mas adelante. En primer lugar, cabe destacarse que la habilidad para transmitir leche promedio fue 588.53 ± 478.88 con un rango estándar entre 104.65 y 1062.41 lb; cuya variación fue 82.07%; indicando la marcada diferencia entre los toros. Este punto es sobresaliente ya que el rango estándar es positivo, pero inicia en 104.65 lb que es relativamente bajo si consideramos que la raza Pardo Suizo es la segunda raza lechera en producción (Visser y Wilson, 2006).

La habilidad para transmitir leche en las progenies de los 15 toros de la raza Pardo Suizo fue 588.53 lb que representan el 3.28% del patrón lactacional del 2005; raza que es considerada como la segunda más lechera mundialmente (Visser y Wilson, 2006) y que se mantiene hasta la actualidad (García et al., 2014; DHIA, 2018).

La habilidad para transmitir leche en las progenies de los 15 toros de la raza Pardo Suizo fue 588.53 lb que representan el 3.28% del patrón lactacional del 2005; raza que es considerada como la segunda más lechera mundialmente (Visser y Wilson, 2006) y que se mantiene hasta la actualidad (García et al., 2014; DHIA, 2018).

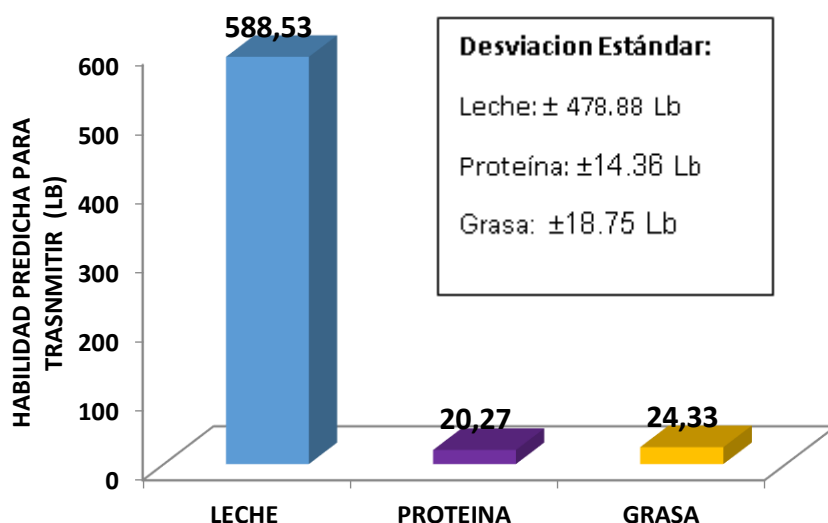
El rendimiento de proteína en promedio para las progenies de los toros graduados y utilizados a través de la inseminación artificial en la Provincia de Chiriquí fue 20.27 ± 14.37 lb por periodo de lactación sobre las contemporáneas una vez se realizaron los ajustes con una variación considerable de 70.86% para el grupo de los 15 toros incluidos en el análisis interracial para la raza Pardo Suizo (ver cuadro XXIX) en base a los reproductores utilizados en la Provincia de Chiriquí.

El diferencial proteico correspondió al 3.44% de proteína en la leche; evidenciando un aporte positivo para este renglón químico; el cual es de suma importancia económica para la industria lactea (Bath et al., 1986); dado la relevancia de la proteína en la dieta del humano (Sozzi, 2018) como se ilustra en la Gráfica XIX.

El diferencial del rendimiento de grasa láctea fue 24.33 ± 18.75 lb por periodo lactacional con una variación de 77.04%; mostrando el contenido graso de 4.13%. Este valor de contenido de grasa láctea significa que los reproductores utilizados poseen el potencial de contribuir con el mantenimiento de la grasa láctea a pesar de aumentar la habilidad lechera de las futuras progenies en unos 588.53 lb de leche por periodo de producción ajustado los 305 días.

El patrón de la composición láctea en la raza Pardo Suizo para la grasa láctea es 4.04% y para proteína 3.37% según DHIA (2005); por lo cual se puede indicar que los reproductores de la raza Pardo Suizo en promedio mejoran el contenido de grasa y de proteína en las progenies; lo cual es de relevancia nutricional para el humano (Sozzi, 2018) al utilizar los derivados lácteos, de importancia económica para la industria lechera y fortalece el valor agregado del pago de la leche a los productores que han elegido el uso de la raza Pardo Suizo. Por regla general, el aumento de la habilidad lechera conlleva una disminución en el contenido de grasa y proteína (Schmidt y Van Vleck, 1974); sin embargo, la meta debe ser aumentar los rendimientos de los sólidos lácteos; especialmente de la grasa y proteína láctea para considerar el mejoramiento en producción y calidad industrial (Araúz, 2018).

Gráfica XIX: Diferencial predicho para la producción de leche y los rendimientos de proteína y grasa en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.



Cuadro XXVIII: Indicadores genéticos y bioproductivos en las pruebas de progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

Parámetros	Unidad	Media (Ȳ)	Desviación Estándar	Mínimo Estándar	Máximo Estándar	Coef. Vari. (%)	Error Est.	P > t
PTA : Leche	lb	588.53	±478.88	104.65	1062.41	82.07	123.65	P<.003
PTA : Proteína	lb	20.27	±14.36	5.91	34.63	70.86	3.71	P<.0001
PTA: Grasa	lb	24.33	±18.75	5.58	43.08	77.04	4.84	P<.0002

Las cifras promedio sugieren con firmeza que la decisión de los productores y el aporte técnico para utilizar toros Pardo Suizo en sus hatos lecheros contribuye en promedio al mejoramiento del potencial lechero en las futuras vacas; al mismo tiempo que se contribuye positivamente en el contenido y rendimiento de proteína y grasa en la leche; siendo ambos puntos de beneficio para el productor y la industria.

4.4.2.2. Diferencial para los indicadores del mérito funcional en las progenies de los toros Pardo Suizo.

Los índices compuestos relacionados con el comportamiento biológico en producción, reproducción, composición láctea, conformación y salud en los toros Pardo Suizo también se expresan a través del mérito neto (MN), mérito de queso (MQ), mérito fluido (MF) y del Índice genérico del Desempeño Total (GTPI); aunque algunas variantes se presentan en el marco de la conformación corporal.

El mérito neto resultó en 215 ± 106.13 \$, el mérito de queso 215.40 ± 101.65 \$ y el mérito fluido 202.13 ± 108.58 \$; todos con una alta variación entre los 15 reproductores Pardo Suizo que se utilizan en las fincas lecheras grado A en la Provincia de Chiriquí (ver cuadro XIX). Por otro lado, desde el 2007 se incorporó el índice de desempeño total genérico o GTPI o TPI que conjuga múltiples características; incluyendo: producción, composición láctea, conformación, puntaje final, salud, reproducción, fertilidad y los compuestos específicos de ubre y patas y pezuñas (Seoane, 2008). En el presente análisis de 15 toros Pardo Suizo se obtuvo un promedio de TPI de 84.73 ± 44.52 ; cifra que es consistente con las potencialidades genéticas pero adaptadas para

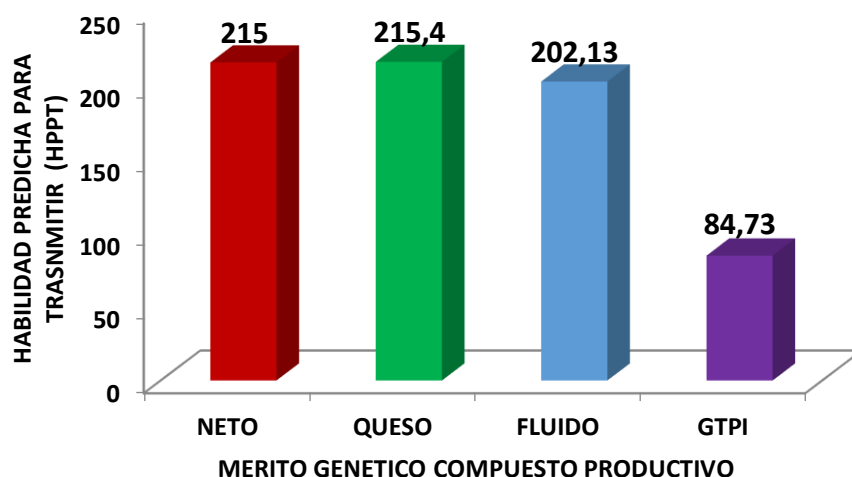
la raza Pardo Suizo; especialmente por las diferencias en conformación con la raza Holstein. Siendo dicho valor positivo y presentando un rango estándar positivo igualmente vale señalar que los reproductores Pardo Suizo utilizados contribuyen según las pruebas de sus progenies en acrecentar el potencial lechero, la conformación, el rendimiento lacte, el aporte y rendimiento de proteína y grasa láctea y las utilidades para las fincas que utilizan el semen de estos reproductores en función de un mejor desempeño funcional de las futuras vacas Pardo Suizo en Panamá; como puede apreciarse en los resultados estadísticos presentados en el cuadro XXX. Los indicadores del aporte productivo de las progenies evidencia ligeras diferencias entre los méritos neto, de queso y fluido; sin embargo; el índice genérico del desempeño total establece el marco mínimo funcional y productivo de las progenies dado que el mismo incluye varios grupos de parámetros funcionales del ganado lechero (Asociación Holstein de los Estados Unidos, 2018) y se puede aplicar a otras razas lecheras (Powell, 2008); el cual ha estado disponible desde el 2007 (Seoane, 2008).

Cuadro XXIX: Diferencial en los indicadores compuestos del mérito neto, de queso y Fluido en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Parámetros	Unidad	Media ($\bar{Y}$)	Desviación Estándar	Mínimo Estándar	Máximo Estándar	Coef. Vari. (%)	Error Est.	P > t
Merito Neto	\$	215.00	± 106.13	108.87	321.18	49.36	27.41	p<.0001
Merito Queso	\$	215.40	± 101.65	113.75	317.05	47.19	26.24	P<.0001
Merito GM	\$	176	99.15	76.85	275.15	56.33	25.60	P<.0001
Merito Fluido	\$	202.13	± 108.58	93.55	310.71	53.72	28.03	P<.0001
GTPI		84.73	± 44.52	40.21	129.25	52.55	11.50	P<.0001

Las diferencias cuantitativas se ilustran en la gráfica XX a continuación; destacando las medias y presentando la desviación estándar de cada índice de productividad.

Gráfica XX: Promedio de los índices de productividad en las progenies de toros Pardo Suizo utilizados en el Programa de Inseminación Artificial para el mejoramiento genético en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.



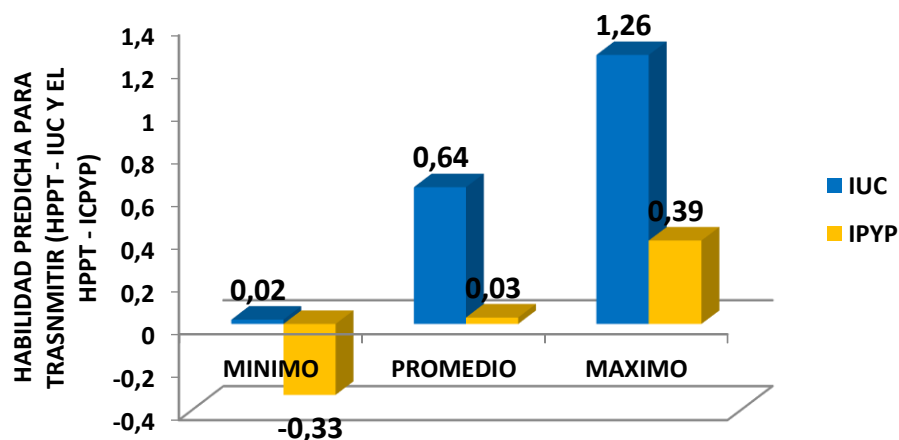
4.4.2.3. Otros Índices genéticos para las progenies de toros Pardo Suizo.

Otros índices genéticos incluidos en las pruebas de progenies de los toros Pardo Suizo fueron los de conformación compuesta; incluyendo el compuesto de ubre y el compuesto de patas y pezuñas; los cuales se presentan en el cuadro XXX. El promedio del compuesto de ubre fue 0.64 ± 0.62 ; con un bajo pero positivo valor indicativo de la habilidad para mejorar la conformación funcional del sistema mamario; mientras que el índice compuesto de patas y pezuñas fue en promedio muy crítico con un valor de 0.03 ± 0.36 que evidencia hasta cierto punto una debilidad para mejorar fallas en la conformación del sistema mamario; ante todo en aquellas vacas cuyo sistema

mamario se encuentra comprometido en su sistema suspensor, en la ubicación de los pezones, en el largo de pezones, en la profundidad y altura de la ubre y en las uniones anteriores según Powell (2008).

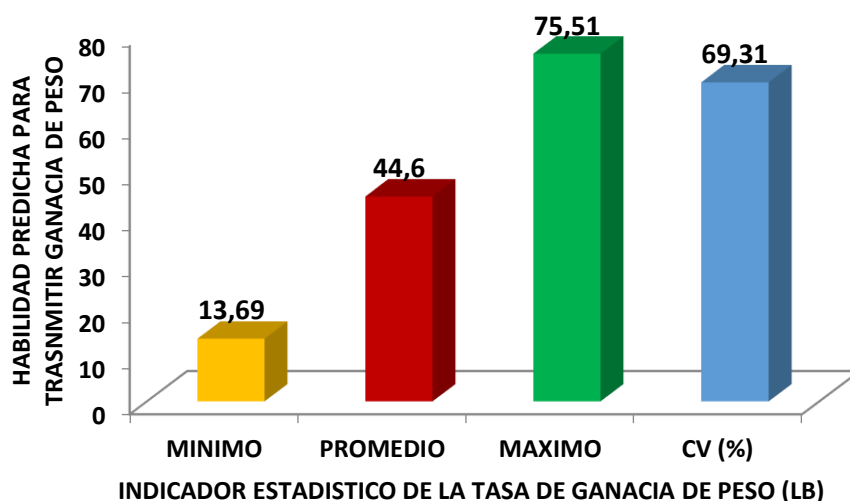
La raza Pardo Suizo ha sido reconocida por su excelente sistema de aplomos y extremidades funcionales; así como también por su sistema mamario equilibrado y uniforme con un sistema de soporte muy funcional (Ensminger, 1980); lo cual se ha identificado en las condiciones del medio tropical (Araúz, 2010); ya que los modelos de producción lechera difieren apreciablemente de los modelos en los climas templados. La aplicación del índice de ubre compuesta y de patas y pezuñas en la raza Pardo Suizo es menos rigurosa ya que ambos indicadores de la conformación funcional fueron diseñados para la raza Holstein. Otro índice de conformación general es el tipo; el cual resultó en los toros Pardo Suizo en 0.587 ± 0.0511 ; y en consecuencia, su valor fue incorporado en el índice general de desempeño total ya que su valor fue menos del 50% del mínimo recomendado para conservar la relación de la producción y los caracteres de la conformación ideal (Bath et al., 1988).

Gráfica XXI: Representación del diferencial genético para el índice compuesto de ubre (IUC) y patas y pezuñas (IPYP) en las progenies de los toros Pardo Suizo usados en Chiriquí.



La tasa de ganancia de peso en las crías de las progenies es una medida del potencial del desarrollo corporal; por lo cual es esencial utilizar este índice que posee una influencia genética y que este caso resultó en 44.60 ± 30.91 lb desde el nacimiento hasta alcanzar la edad al primer servicio (cuadro XXX; Gráfica XXII). El modelo biológico de la raza Pardo Suizo mantiene un conjugado de genes que la habilita para presentar una excelente ganancia de peso en comparación con otras razas lecheras; por lo cual se ha reconocido su alta disposición para presentar una tasa de crecimiento sobresaliente; aun en las condiciones del medio tropical en Panamá; tal como se ha demostrado en el análisis sectorial de la tasa de ganancia de peso antes del primer parto reportado por Araúz (2018).

Gráfica XXII: Indicadores de la Tasa de Ganancia de peso de las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Provincia de Chiriquí.

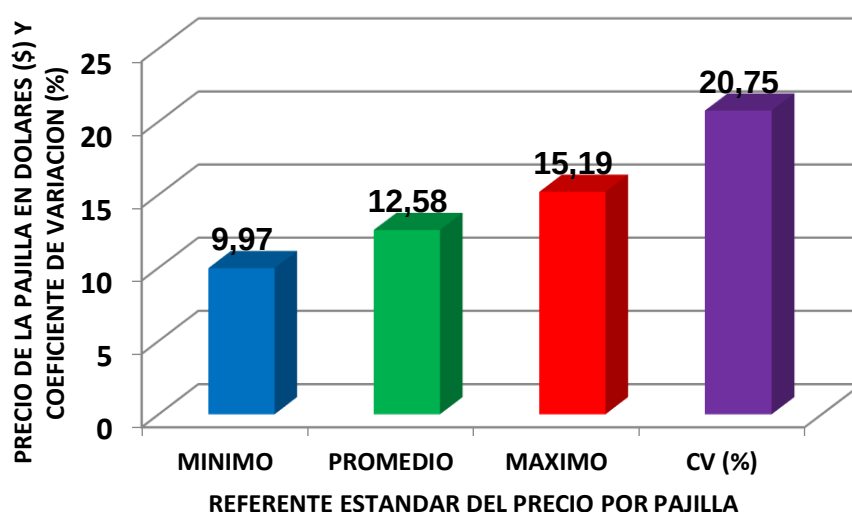


Finalmente, vale destacar el precio de la pajilla de semen que están pagando los productores de leche grado A por estos toros probados y en su mayoría procedentes de los Estados Unidos. El promedio del precio por pajilla fue 12.58 \$ por pajilla aunque el rango estándar fue ligeramente amplio al presentar una desviación estándar de ± 2.61 con una variación entre los 15 toros de 20.75% (ver cuadro XXX). Esto significa que se mantuvo cierta consistencia en el precio del semen aun entre los cuatro distribuidores consultados y entre los 12 productores que estuvieron anuentes a realizar un aporte para esta investigación. En otros términos, los productores pagaron entre 9.97 y 15.19 \$ por cada pajilla utilizada en sus fincas.

Cuadro XXX: Diferencial en los indicadores de la conformación de ubre (ICUT), Índice de patas y pezuñas (IPYP) y el Tipo en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Parámetros	Unidad	Media(Ȳ)	Desviación Estándar	Mínimo Estándar	Máximo Estándar	CV (%)	Error Est.	P > t
GP crías	lb	44.60	±30.91	13.69	75.51	69.31	7.98	P<.0001
ICU		0.64	±0.62	.02	1.26	97.01	0.16	P<.003
ICPYP		0.03	±0.36	-0.33	0.39	1068	0.09	P>.72
Tipo		0.587	± .511	0.076	1.098	87.05	0.13	P<.002
Precio/Pajilla	\$	12.58	± 2.61	9.97	15.19	20.75	0.67	<.0001

Gráfica XXIII: Representación del precio de la pajilla de toros Pardo Suizo.



4.4.2.4. Correlaciones entre los parámetros de las pruebas de progenies en los Toros Pardo Suizo utilizados en las Fincas Lecheras en la Provincia de Chiriquí.

Los indicadores de la producción, composición láctea, conformación e índices compuestos de productividad en las pruebas de progenies de 15 toros de la raza Pardo Suizo fueron correlacionadas; utilizando los 12 parámetros de mayor relevancia a través del método de la correlación de Pearson como describe Gill (1978) a través del procedimiento descrito por Herrera y Barreas (2001) con el programa SAS en su versión 8 (V8) mediante el procedimiento PRO CORR. En el cuadro XXXI se muestran los parámetros de mayor relevancia tomados de las pruebas de progenies de los toros Pardo Suizo; destacando la media, la desviación estándar y los valores mínimo y máximo; los cuales fueron descritos en las secciones anteriores, pero constituyen parte de la matriz básica para luego generar las correlaciones de Pearson.

Cuadro XXXI: Matriz descriptivo de los parámetros genéticos en las pruebas de progenies entre los toros Pardo Suizo.

Variable	N	Media	Desviación típica	Suma	Mínimo	Máximo
TORO	15	8.00000	4.47214	120.00000	1.00000	15.00000
PPPL	15	12.58333	2.61122	188.75000	8.00000	15.50000
PLE	15	583.53333	478.88872	8753	-350.00000	1276
PR	15	20.26667	14.36000	304.00000	-11.00000	40.00000
GR	15	24.33333	18.74516	365.00000	-11.00000	51.00000
GP	15	44.60000	30.90955	669.00000	-22.00000	88.00000
MN	15	215.00000	106.12997	3225	31.00000	392.00000
MQ	15	215.40000	101.65122	3231	48.00000	406.00000
GM	15	176.00000	99.14636	2640	-6.00000	352.00000
MF	15	202.13333	108.57707	3032	-7.00000	365.00000
GTPI	15	84.73333	44.52362	1271	9.00000	165.00000
TIPO	15	0.58666	0.51110	8.82	-0.60000	1.10000
ICUB	15	0.63667	0.61766	9.55000	-0.50000	1.74000
ICPYP	15	0.03333	0.35610	0.50000	-0.91000	0.54000

La habilidad para transmitir la producción de leche estuvo correlacionada con el rendimiento de proteína ($r=0.83$, $P<.0001$); mientras que el rendimiento de proteína estuvo altamente correlacionado con la ganancia de peso de las crías ($r=0.91$, $p<.0001$); así como el rendimiento de grasa igualmente ($r=0.95$, $p<.0001$). Los índices de productividad como el mérito neto, el mérito de queso y el mérito fluido estuvieron correlacionados debido a los factores y las proporciones en que estos participan con valores entre 0.70 y 0.96 ($P<.0001$). El compuesto de ubre estuvo correlacionado negativamente con la producción de leche ($r=-0.33$, $p<.0001$) y el índice compuesto de patas y pezuñas estuvo correlacionado con el mérito neto ($r= 0.34$, $P<.0001$) como correlaciones sobresalientes; además de las indicadas en el cuadro XXXII. Por otro lado, el precio de la pajilla de semen estuvo correlacionado con la producción de leche, el rendimiento de proteína y grasa. Estos indicadores son algunos de los más determinantes del precio del semen en general; aunque otros como los índices de productividad también pueden influir en conjunto con el valor del índice de desempeño total.

El índice compuesto de patas y pezuñas fue el parámetro con más correlaciones negativas; incluyendo parámetros de producción, productividad e índices de la conformación (ver cuadro XXXII). El índice de asociación o correlación es una medida para relacionar si dos parámetros tienen alguna dependencia (Herrera y Barreras, 2001). Algunas de estas correlaciones pueden contribuir con la toma de decisiones; sobre todo cuando se mantiene un programa de mejoramiento genético que trabaja más con los individuos que con los valores masales o grupales.

Cuadro XXXII: Matriz I de correlación de Pearson de los indicadores de producción, rendimiento de proteína y grasa, méritos funcionales y de conformación en el sistema mamario y las extremidades de las progenies de toros Pardo Suizo.

	TORO	PPPL	PLE	PR	GR	GP	MN
TORO	1.00000 0.9439	0.01988 0.9439	0.16443 0.5582	-0.07452 0.7918	-0.07583 0.7882	-0.08061 0.7752	-0.04951 0.8609
PPPL	0.01988 0.9439	1.00000	0.57134 0.0261	0.62751 0.0123	0.43170 0.1081	0.55334 0.0324	0.10671 0.7051
PLE	0.16443 0.5582	0.57134 0.0261	1.00000	0.82815 0.0001	0.46274 0.0824	0.66537 0.0068	0.67181 0.0061
PR	-0.07452 0.7918	0.62751 0.0123	0.82815 0.0001	1.00000	0.73893 0.0016	0.91271 <.0001	0.69520 0.0040
GR	-0.07583 0.7882	0.43170 0.1081	0.46274 0.0824	0.73893 0.0016	1.00000	0.94974 <.0001	0.63105 0.0116
GP	-0.08061 0.7752	0.55334 0.0324	0.66537 0.0068	0.91271 <.0001	0.94974 <.0001	1.00000	0.70568 0.0033
MN	-0.04951 0.8609	0.10671 0.7051	0.67181 0.0061	0.69520 0.0040	0.63105 0.0116	0.70568 0.0033	1.00000
MQ	-0.00880 0.9752	0.20902 0.4547	0.72012 0.0025	0.75193 0.0012	0.64038 0.0101	0.73769 0.0017	0.97622 <.0001
GM	0.11599 0.6806	0.03228 0.9091	0.66826 0.0065	0.58573 0.0218	0.42984 0.1098	0.53279 0.0409	0.95279 <.0001
MF	0.06046 0.8305	0.10029 0.7221	0.74681 0.0014	0.61926 0.0138	0.50720 0.0536	0.59529 0.0192	0.96599 <.0001
GTPI	-0.13129 0.6409	0.38696 0.1542	0.71653 0.0027	0.91320 <.0001	0.77970 0.0006	0.89710 <.0001	0.88321 <.0001
ICUT	-0.81532 0.0002	-0.00203 0.9943	-0.33123 0.2278	0.07267 0.7969	0.13435 0.6331	0.11523 0.6826	0.05531 0.8448
ICPYP	0.03140 0.9116	-0.35271 0.1972	-0.08310 0.7684	-0.14015 0.6184	-0.10793 0.7018	-0.13057 0.6428	0.33604 0.2207

Pppl: Precio de la pajilla \$/pajilla ple: Producción de leche (lb) PR: rendimiento de proteína

GR: Rendimiento de grasa lactea GP: ganancia de peso de las progenies MN: Merito Neto

MQ: Merito de Queso MF: Merito Fluido GTPI: Indice Genérico del Desempeño Total

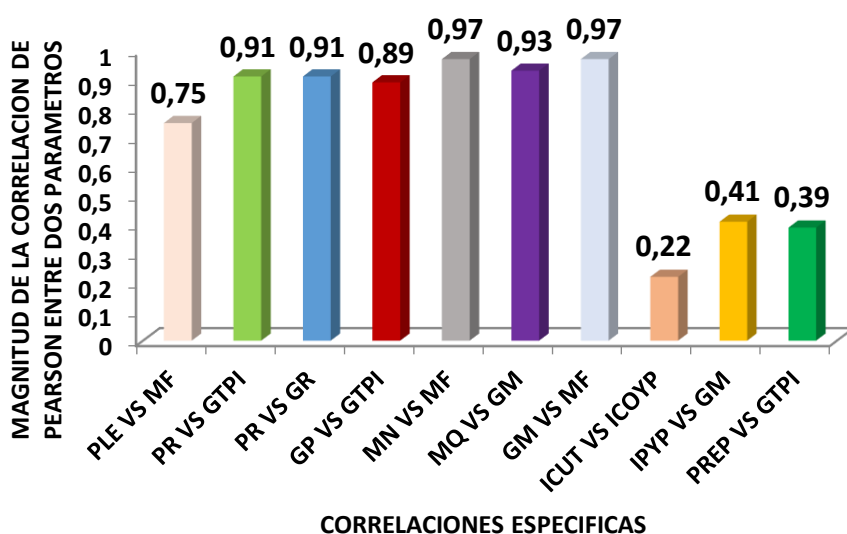
ICUT: Indice del Compuesto de Ubre Total ICPYP: Indice compuesto de patas y pezuñas

Cuadro XXXIII: Matriz II de correlaciones para los parámetros de las pruebas de progenies en los toros Pardo Suizo reportados en uso en la cuenca lechera de Chiriquí.

	MQ	GM	MF	GTPI	ICUB	ICPYP
TORO	-0.00880 0.9752	0.11599 0.6806	0.06046 0.8305	-0.13129 0.6409	-0.81532 0.0002	0.03140 0.9116
PPPL	0.20902 0.4547	0.03228 0.9091	0.10029 0.7221	0.38696 0.1542	-0.00203 0.9943	-0.35271 0.1972
PLE	0.72012 0.0025	0.66826 0.0065	0.74681 0.0014	0.71653 0.0027	-0.33123 0.2278	-0.08310 0.7684
PR	0.75193 0.0012	0.58573 0.0218	0.61926 0.0138	0.91320 <.0001	0.07267 0.7969	-0.14015 0.6184
GR	0.64038 0.0101	0.42984 0.1098	0.50720 0.0536	0.77970 0.0006	0.13435 0.6331	-0.10793 0.7018
GP	0.73769 0.0017	0.53279 0.0409	0.59529 0.0192	0.89710 <.0001	0.11523 0.6826	-0.13057 0.6428
MN	0.97622 <.0001	0.95279 <.0001	0.96599 <.0001	0.88321 <.0001	0.05531 0.8448	0.33604 0.2207
MQ	1.00000	0.93398 <.0001	0.94020 <.0001	0.89472 <.0001	0.02126 0.9400	0.31979 0.2453
GM	0.93398 <.0001	1.00000	0.96577 <.0001	0.79297 0.0004	-0.10476 0.7102	0.40685 0.1323
MF	0.94020 <.0001	0.96577 <.0001	1.00000	0.78633 0.0005	-0.13417 0.6336	0.33444 0.2231
GTPI	0.89472 <.0001	0.79297 0.0004	0.78633 0.0005	1.00000	0.17721 0.5275	0.09413 0.7386
ICUT	0.02126 0.9400	-0.10476 0.7102	-0.13417 0.6336	0.17721 0.5275	1.00000	0.22637 0.4172
ICPYP	0.31979 0.2453	0.40685 0.1323	0.33444 0.2231	0.09413 0.7386	0.22637 0.4172	1.00000

Las correlaciones de Pearson entre los indicadores de valor genético para producción, productividad y conformación de ubre y patas y pezuñas extraímos aquellas con la mayor magnitud; destacándose la mayor correlación entre cada dos parámetros de la prueba de progenies en los toros Pardo Suizo; las cuales se muestran en la gráfica XXIV a continuación.

Gráfica XXIV: Representación de las correlaciones más sobresaliente entre la producción de leche, los índices de productividad y los compuestos de ubre y patas y pezuñas en las progenies de los toros Pardo Suizo.



Finalmente, las mayores correlaciones entre dos parámetros pueden contribuir con las decisiones de mejora para aquellos caracteres de conformación compuesta como el compuesto de ubre y de las extremidades; de productividad o de producción y rendimiento de proteína y grasa. Ejemplo, se puede utilizar el Índice General de Desempeño Total (GTPI) para mejorar el rendimiento de proteína y grasa láctea o el mérito fluido para incrementar la producción de leche, lo cual es reafirmado por los

señalamientos de Wilcox (1978) y Powell (2008). Sin embargo, las correlaciones de los compuestos de ubre y patas son bajos con los índices de producción y productividad; por lo cual deberán utilizarse con reserva sin descuidar la producción.

Al igual que en la raza Holstein, en la raza Pardo Suizo también se busca el modelo ideal funcional como se ilustra en las siguientes imágenes con hijas de toros probados según el método de evaluación empleado en los Estados Unidos.

Figuras XLIV, XLV, XLVI y XLVII: Ilustraciones del modelo ideal de la vaca lechera Pardo Suizo moderno.



Fuente: Internet, Imágenes de Google, 2019.

Finalmente, dentro del grupo de toros Pardo Suizo (15) que están siendo utilizados actualmente en la Cuenca Lechera de Chiriquí se destacan los mejores tres reproductores; atendiendo el PTA para leche, el tipo, el compuesto de ubre y el mérito neto; ya que en las pruebas de progenie para Pardo Suizo el compuesto de patas y pezuñas se encuentra incluido en el índice merito neto respectivamente. Los mejores tres toros Pardo Suizo según las pruebas de progenies presentadas fueron: Primero 7BS799, segundo BS885 y tercero 7BS888 (ver cuadro XXXIV).

Cuadro XXXIV: Ordenamiento de los tres mejores toros Pardo Suizo según las pruebas de progenies entre los 15 toros utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Parámetros Genéticos	Primer Lugar	Segundo Lugar	Tercer Lugar
Código	7BS899	7BS885	7BS888
PTA – MILK (lb)	+ 1276	+ 1159	+ 1121
PTA – TYPE	+ 0.5	+ 1.0	+ 0.8
PTA – UCT	+ 0.11	+ 0.56	+ 0.8
PTA – NM (\$)	369	273	392
TPI (86% PL, 14% TIPO) \$	332.92	305.67	294.64

PTA: Predicted Transmitted Ability Milk: Leche UCT: Compuesto de Ubre Total

NM: Net Merit TPI: Total Performance Index

Los tres mejores toros Pardo Suizo fueron ubicados entre 15 reproductores; atendiendo el diferencial de producción de leche predico, el tipo general y el compuesto de ubre. Esta clasificación fue confirmada por el índice de Wilcox (1978); el cual considera a la producción de leche en 86% y al índice de conformación corporal 14%; por lo cual, el TPI ajustado por balance producción – conformación para el primer lugar toro 7BS899 fue 332.92 \$, el segundo lugar toro 7BS885 fue 305.67 y el tercer lugar toro 7BS888 con 294.6 \$ como valor económico agregado sobre las contemporáneas respectivamente.

4.4.3. Indicadores genéticos de producción, productividad y conformación según las pruebas de progenie de los toros Jersey utilizados para el mejoramiento genético en la cuenca lechera de Chiriquí.

Los indicadores genéticos derivados de las pruebas de progenie fueron analizados estadísticamente y en base al perfil funcional para los siguientes toros de la raza Jersey: 1JE791, 1JE921, 7JE1344, 7JE1067, 7JE1409, 7JE1424, 7JE5020, 7JE1038, 7JE922 y 7JE1274; los cuales son los reportados en uso en los últimos dos años. La raza jersey ha tomado cierta relevancia entre los productores de leche en los últimos años y por ende vemos que en comparación con la raza Holstein y Pardo Suizo no hay disponibilidad de datos en la misma magnitud; sin embargo, el interés es creciente pero menor en Panamá en comparación con otros países como Costa Rica (Ramírez, 2010), nuestro país vecino.

4.4.3.1. Indicadores de la producción y composición láctea para el rendimiento de proteína y grasa.

La raza Jersey ha destacado en los últimos 20 años en materia de su crecimiento genético y funcional como indican Visser y Wilson (2006), Ramírez (2010) y la Asociación Jersey de los Estados Unidos de América (2013). El aumento de potencial lechero y su relación con el peso corporal de la raza llaman la atención como una forma de expresar la eficiencia biológica y de producción (Araúz, 2014). Por ejemplo, en los Estados Unidos la DHIA (2005) reportó un promedio para la raza Jersey de 16,099 lb de leche con 4.6% de grasa (681 lb de grasa) y 3.57% de proteína (576 lb de proteína) y ocupó el tercer lugar en producción láctea.

La habilidad predicha para transmitir la producción de leche en los diez toros Jersey utilizados en las fincas lecheras estudiadas fue 1125.80 ± 567.13 lb con un diferencial para el rendimiento de proteína de 31.40 ± 5.54 lb y de grasa láctea de 37.50 ± 23.14 lb; los cuales equivalen a 2.79% de proteína y 3.33% de grasa. Ambas cifras (proteína y grasa) son considerables altas dado el aumento en la producción de leche. Sin embargo, en la raza Jersey existe la habilidad genética de producir leche con un alto contenido de sólidos; incluyendo: grasa, proteína y lactosa (ver cuadro XXXV).

Las ventajas de la raza Jersey son múltiples; pero una de las más importantes son el rápido incremento que ha mostrado en producción de leche a la par de un alto contenido de sólidos totales aun con un peso corporal que es de 450 kg en lugar 679 kg en la raza Holstein y Pardo Suizo según Visser y Wilson (2006). Ello significa que la vaca Jersey adulta solo es el 66.3% del peso de las razas pesadas; sin embargo, su

leche contiene 15.17% de sólidos totales; destacando la grasa láctea con hasta 5.17% en lugar de 3.2% en la Holstein o 4.01% en la raza Pardo Suizo. En consecuencia, esta requiere menos espacio, compacta menos el suelo, consume un 33% menos materia seca, produce menos gases que afectan la capa de ozono y es extremadamente mansa (Arauz, 2014). Por ende, la raza Jersey ha ido ganando terreno tanto en los países templados como en el medio tropical; además de ser de gran interés para la industria láctea dedicada al negocio de los derivados no fluidos.

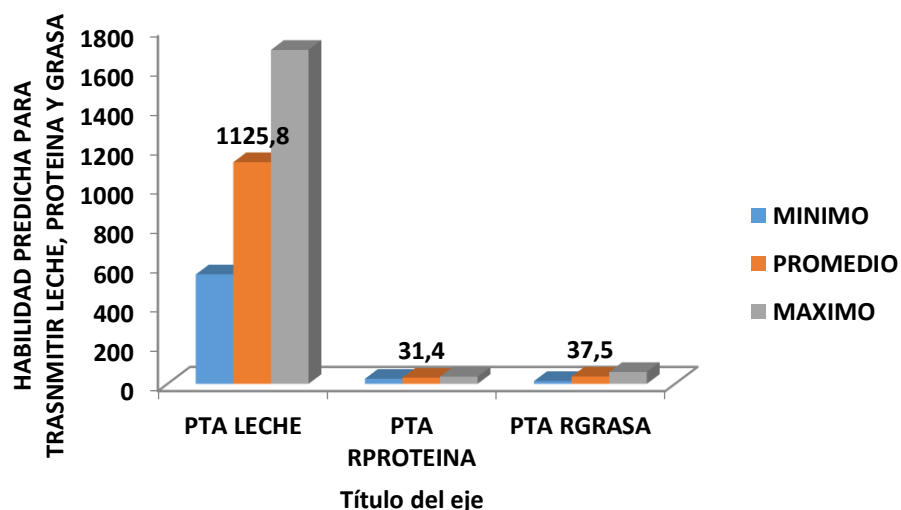
La habilidad predicha para producción de leche en los toros Jersey fue superior al promedio de los toros Holstein y por supuesto al de los toros Pardo Suizo; lo cual sorprende zootécnicamente ya que se observa que los productores han realizado un trabajo de selección de toros con alto potencial genético tipo leche (cuadro XXXV y gráfica XXV).

Cuadro XXXV: Descriptores estadísticos de los índices genéticos según la Habilidad Predicha para ser transmitidos a las progenies de los toros Jersey utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí.

Parámetro y PTA	Unidad	Media (Ȳ)	Desviación Estándar	Mínimo Estándar	Máximo Estándar	Coef. Vari. (%)	Error Est.	P > t
Prod. Leche	lb	1125.80	±567.13	558.67	1692.93	50.38	179.3	P<.0001
Prod. Proteína	lb	31.40	± 5.54	25.86	36.94	81.33	8.08	P<.0037
Prod. Grasa	lb	37.50	± 23.14	14.36	60.64	61.71	7.32	P<.0006

Si observamos la desviación estándar del PTA para leche de ± 567.13 lb se observa que el rango estándar de la producción de leche de las progenies fue entre 558.67 y 1692.93 lb por periodo de producción con una base de doble ordeño diario. Ello es consistente con el hecho de que los reproductores escogidos presentan una gran fortaleza genética en el marco de la producción y composición láctea; tal y como el patrón de la raza ha seguido en su trayectoria en los últimos años. Por otro lado, la decisión de utilizar toros Jersey ha estado acompañada de un proceso de acompañamiento y orientación técnica por parte de los técnicos que distribuyen el semen bovino en Panamá; especialmente los que distribuyen el semen de Select Sires, CRI y ABS; lo cual es un elemento muy benéfico en mejoramiento genético.

Gráfica XXV: Mínimo, promedio y máximo de los índices de producción y composición láctea en los toros Jersey.



El concepto de la media de las progenies de los reproductores es una medida que se aplica para ver la tendencia hacia donde se orientan las futuras progenies; ya que la prueba de los toros está sustentada en el desempeño de sus hijas y el contraste con las contemporáneas y el ajuste por los factores ambientales temporales y permanentes (Powell, 2008; Vargas, 2012). Sin embargo, el espectro del proceso de mejora genético incluye desde los aportes menores en base al mínimo estándar hasta el máximo estándar; lo cual guarda una relación estrecha con la variación genética de los reproductores (Bath et al., 1988); siempre y cuando aspectos como la consanguinidad y los genes sub letales y letales no interfieran con el avance genético aditivo (Choa, 2008).

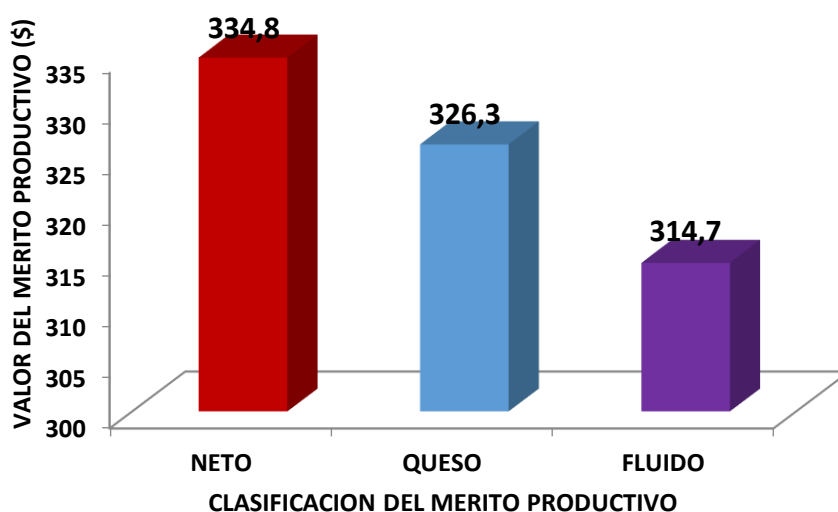
En consecuencia, la variación en las pruebas de progenies de los toros Jersey fue alta para la PTA – Producción de leche y en particular para el rendimiento de grasa y proteína láctea propiamente.

4.4.3.2. Índices de productividad según las pruebas de progenies en toros Jersey.

El mérito neto, de queso y fluido fueron tres de los índices compuestos relacionados con la productividad que aparecen como parte de la información genética y productiva. El mérito neto promedio fue 334.80 ± 135.88 , el mérito de queso 326.30 ± 138.44 y el mérito fluido 314.7 ± 137.51 todos expresados en dólares (\$); indicados en el cuadro XXXVI. En términos cuánticos, estos tres índices no fueron muy diferentes y su

variación fue moderadamente alta como se ilustra a continuación; indicando una consistencia entre el mérito neto, de queso y fluido respectivamente.

Gráfica XXVI: Valor promedio de los índices de productividad en toros jersey utilizados en la Provincia de Chiriquí.



En la raza Jersey, las evaluaciones sobre el sistema mamario y los aplomos han sido colocados directamente dentro del índice de desempeño total (TPI) y del índice de la conformación (Tipo); por lo cual no se presentan los índices compuestos de ubre y patas y pezuñas por separado. En consecuencia en el cuadro XXXVI se presentan los indicadores descriptivos estadísticos para el Índice de Desempeño Total o PTA – GTPI y para el PTA – Tipo. El índice GTPI presentó un puntaje promedio de 100.60 ± 40.47 y el tipo fue de 1.61 ± 0.40 ; siendo estos dos índice tan variables como 40.23 y 24.93%. Cabe destacar que el PTA – tipo promedio mostró la menor variación; lo que significa la gran consistencia que presentaron las progenies de los toros en relación con la conformación funcional y el temperamento lechero.

Cuadro XXXVI: Habilidad predicha para transmitir cualidades productivas según los méritos (neto, queso, fluido) en las progenies de los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

Parámetro y PTA	Unidad	Media ($\bar{Y}$)	Desviación Estándar	Mínimo Estándar	Máximo Estándar	Coef. Vari. (%)	Error Est.	P > t
GP	lb	68.90	± 47.04	21.86	115.94	68.28	14.28	P<.0012
MN	\$	334.80	± 135.88	196.36	470.68	40.59	42.97	P<.002
MQ	\$	326.30	138.44	187.90	464.74	42.43	43.78	P<.0001
GM	\$	243.20	96.35	146.85	339.55	39.62	30.47	P<.0001
MF	\$	314.7	137.51	177.19	452.21	43.70	43.49	P<.0001
GTPI		100.60	40.47	60.13	140.07	40.23	12.79	P<.0001
TIPO		1.61	0.40	1.21	2.01	24.92	0.12	P<.0001

La raza Jersey ha sido descrita como muy uniforme en su conformación general, sistema mamario, aplomos y perfil angular; por lo cual esta cualidad sumada a la producción de leche, contenido de grasa láctea, mansedumbre y tamaño metabólico lo tipifican como la raza lechera de mayor conveniencia biológica aun en las condiciones del medio tropical (Ramírez, 2010; Araúz, 2014).

El modelo moderno de la raza Jersey se ilustra en las figuras XLVIII, XLIX, L y LI; donde se destacan su refinamiento con fortaleza anatómica y capacidad funcional, el sistema mamario y su uniformidad, los aplomos y la armonía morfo métrica corporal; evidenciando su gran temperamento lechero y angulosidad.

Figuras XLVIII, XLIX, L y LI: Ilustración sobre la vaca Jersey Moderna.



Fuente: Internet, Imágenes en Google (2019).

Los mejores reproductores Jersey según las pruebas de progenies en base al PTA – producción de leche y tipo o conformación fueron los siguientes: 1ro 7JE1274 (PTA leche: +1884 lb, PTA tipo: 1.8), 2do 1JE921 (PTA leche +1836 lb, PTA – tipo 1.40) y 3ro 7JE1067 (PTA leche +1531 lb y PTA – Tipo 0.9). En el mercado lácteo latinoamericano hay dos cosas esenciales para mantener la productividad que son el potencial lechero y la conformación funcional general; siendo la primera el soporte de

la vida productiva por ciclo reproductivo – lactacional (Nebel, 1997) y por el aporte productivo longevo (Bath et al., 1986; Ramírez, 2010).

La raza Jersey presento el segundo grupo de toros según los parámetros dependientes de la prueba de progenie y por ende las correlaciones pueden contribuir en destacar el comportamiento de dos parámetros. La matriz de correlaciones de Pearson genera los descriptores de diez parámetros que fueron incluidos en el componente de producción y conformación funcional (ver cuadro XXXVII).

Cuadro XXXVII: Descriptores de los parámetros de la prueba de progenie en los reproductores Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
PLE	10	1126	567.12879	11258	388.00000	1884
PR	10	31.40000	25.53951	314.00000	-15.00000	71.00000
GR	10	37.50000	23.14327	375.00000	12.00000	90.00000
GP	10	68.90000	47.04478	689.00000	-3.00000	161.00000
MN	10	334.80000	135.88868	3348	138.00000	574.00000
MQ	10	326.30000	138.44457	3263	176.00000	602.00000
GM	10	243.20000	96.35444	2432	113.00000	410.00000
MF	10	314.70000	137.51206	3147	52.00000	515.00000
GTPI	10	100.60000	40.46727	1006	47.00000	172.00000
Tipo	10	1.61000	0.40125	16.10000	0.90000	2.30000

Las correlaciones de la producción de leche y los indicadores de la productividad fueron altas y significativas estadísticamente ($P < .05$); mientras que el tipo presentó una correlación moderada y negativa con la producción de leche (-.303) como se muestra en el siguiente cuadro (XXXVIII). Otros índices como el rendimiento de proteína y grasa dependieron de la producción de leche y de la composición química. Estos resultados de las pruebas de progenies deben ser aprovechadas al máximo a través de los programas de mejoramiento genético como indican Huanca (2001) y Dreau (2008) para potenciar el mejoramiento productivo por animal.

Cuadro XXXVIII: Correlaciones entre los parámetros de producción, conformación y Productividad en los toros Jersey.

Pearson Correlation Coefficients, N = 10 Prob > r under H0: Rho=0					
	PLE	PR	GR	GP	MN
PLE	1.00000	0.66707 0.0351	0.66773 0.0349	0.69062 0.0270	0.44579 0.1966
PR	0.66707 0.0351	1.00000	0.86736 0.0012	0.96957 <.0001	0.79372 0.0061
GR	0.66773 0.0349	0.86736 0.0012	1.00000	0.96281 <.0001	0.79575 0.0059
GP	0.69062 0.0270	0.96957 <.0001	0.96281 <.0001	1.00000	0.82236 0.0035
MN	0.44579 0.1966	0.79372 0.0061	0.79575 0.0059	0.82236 0.0035	1.00000
MQ	0.27473 0.4424	0.61811 0.0568	0.79130 0.0064	0.72484 0.0177	0.90392 0.0003
GM	0.26433 0.4605	0.47898 0.1613	0.66374 0.0364	0.58655 0.0747	0.87179 0.0010
MF	0.37329 0.2880	0.82648 0.0032	0.75942 0.0108	0.82226 0.0035	0.97355 <.0001
GTPI	0.39830 0.2543	0.74499 0.0134	0.75241 0.0120	0.77458 0.0085	0.98640 <.0001
Tipo	-0.30257 0.3955	-0.02320 0.9493	-0.13461 0.7108	-0.07882 0.8287	0.30836 0.3860

Los méritos neto, de queso y fluido estuvieron altamente correlacionados con el índice general del desempeño en las progenies de los toros Jersey; destacando la contribución que efectúan la producción de leche, la confirmación funcional y las virtudes reproductivas y de salud en la vida productiva temprana (ver cuadro XXXIX). Sin embargo, el índice general del desempeño presento una correlación baja en relación con el tipo y descriptores anatomofuncionales en las progenies Jersey.

Cuadro XXXIX: Correlaciones entre los índices productivos y la producción de leche en los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Pearson Correlation Coefficients, N = 10 Prob > r under H0: Rho=0					
	MQ	GM	MF	GTPI	Tipo
PLE	0.27473 0.4424	0.26433 0.4605	0.37329 0.2880	0.39830 0.2543	-0.30257 0.3955
PR	0.61811 0.0568	0.47898 0.1613	0.82648 0.0032	0.74499 0.0134	-0.02320 0.9493
GR	0.79130 0.0064	0.66374 0.0364	0.75942 0.0108	0.75241 0.0120	-0.13461 0.7108
GP	0.72484 0.0177	0.58655 0.0747	0.82226 0.0035	0.77458 0.0085	-0.07882 0.8287
MN	0.90392 0.0003	0.87179 0.0010	0.97355 <.0001	0.98640 <.0001	0.30836 0.3860
MQ	1.00000	0.89581 0.0005	0.84169 0.0023	0.89731 0.0004	0.19336 0.5925
GM	0.89581 0.0005	1.00000	0.78937 0.0066	0.89642 0.0004	0.30860 0.3856
MF	0.84169 0.0023	0.78937 0.0066	1.00000	0.94078 <.0001	0.40402 0.2469
GTPI	0.89731 0.0004	0.89642 0.0004	0.94078 <.0001	1.00000	0.27057 0.4496
Tipo	0.19336	0.30860 0.5925	0.40402 0.3856	0.27057 0.2469	1.00000 0.4496

La relación funcional de los componentes anatómicos con la producción de leche presenta variaciones en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey debido las diferencias en el potencial lechero; marcando los estratos de producción liderizados por la raza Holstein con la mayor producción (Visser y Wilson, 2006; Powell, 2008), Pardo Suizo (DHIA, 2018) y Jersey (Araúz, 2014; Asociación Holstein de los Estados Unidos, 2018).

Finalmente, el conjugado de las pruebas de progenie en el marco productivo hacen énfasis en la prueba de producción de leche, en la composición láctea (proteína, grasa), en la calidad láctea según el conteo de células somáticas y en los descriptores de la conformación corporal funcional con énfasis en el sistema mamario, aplomos, fortaleza, capacidad digestiva, angulosidad y reproducción (Villasmil y Román, 2008; Seoane, 2008). El reto en los programas de mejoramiento genético son integrales cuando se toman con importancia la producción de leche, el sistema mamario, las extremidades, la calidad láctea y el éxito reproductivo de las progenies. Estos elementos deben aportar para contribuir con el mejoramiento productivo y la longevidad funcional lechera de las futuras progenies como indican Wilcox (1978), Bath et al., (1986) y Vargas (2012); incluyendo la contribución de los últimos avances en la genómica lechera (Schukken et al., 2018; Sozzi, 2018 y Ponce, 2019).

4.5. Clasificación de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey según el Índice combinado de producción y tipo general utilizados en Chiriquí.

4.5.1. Reproductores de la raza Holstein para la Inseminación Artificial

Los setenta y cinco reproductores de la raza Holstein fueron ordenados a partir del diferencial de producción de leche de las progenies según la prueba oficial reportada en los Estados Unidos; los cuales están confirmados en uso a través de la Inseminación Artificial para el Programa de Mejoramiento Lechero en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí. Simultáneamente se calculó el valor del Índice producción tipo Ajustado por la relación producción (6): tipo (1) con un peso del 86% en producción y 14% en lo concerniente al índice de conformación genérico o tipo; siguiendo las directrices establecidas por Wilcox (1978), revisadas y publicadas en el 2018. Los datos de producción, composición, conformación y el índice IPT ajustado se muestran en el cuadro XL.

El rango real del diferencial de producción de leche como habilidad predicha para leche (lb) de los 75 toros osciló entre – 550 lb (reproductor 1HO11024) hasta +2127 lb (Reproductor 7HO11647). En la tendencia genérica para el mejoramiento de la producción de leche en las 12 fincas evaluadas se observó un diferencial entre los reproductores Holstein de 356.93 lb de leche por cada 10 reproductores que participaron como contribuyentes genéticos (ver gráfica XXVII); mientras que la pendiente estandarizada de la habilidad predicha para leche fue 23.44% con una media de 860.44 ± 571.96 lb para la población de reproductores con una variación

relativamente alta (66.47%) y 34 reproductores del estudio (45.33%) estuvieron por debajo de la media de la habilidad predicha para transmitir producción de leche.

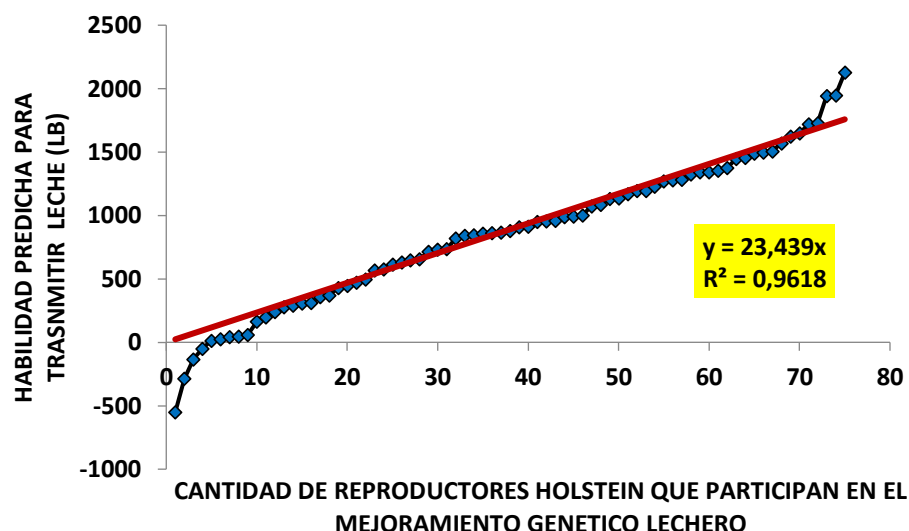
Cuadro XL: Ordenamiento de la base de datos de los 75 toros de menor a mayor Habilidad Predicha para Producción de leche y según el Índice Producción – Tipo ajustado en la relación funcional y genética de 6:1.

	C O R T P										G T U F B I									
O	N	D	A	O	P	P	P	G	G	M	M	G	M	G	T	I	U	F	B	I
b	U	I	Z	R	E	L	P	R	P	N	Q	M	F	P	P	O	D	L	W	T
s	M	D	A	O	B	E	R	R	P	N	Q	M	F	I	O	C	C	C	C	J
1	21	.	1	21	10.0	-550	5	-9	-4	182	215	223	108	1908	0.80	1.29	0.84	1.45	-137.404	
2	45	.	1	45	10.0	-286	6	8	14	260	288	283	215	1940	0.78	1.62	0.68	-0.41	-69.266	
3	34	.	1	34	10.0	-133	11	10	21	325	355	338	264	2069	0.48	1.73	0.61	1.20	-31.507	
4	26	.	1	26	11.0	-48	10	29	39	527	557	630	470	2364	0.69	0.45	1.24	1.40	-8.270	
5	60	.	1	60	9.0	13	9	26	35	557	580	618	512	2344	0.53	1.12	0.63	2.09	6.541	
6	56	.	1	56	11.0	24	18	2	20	154	181	216	95	1856	0.18	0.94	-0.13	-1.45	7.285	
7	24	.	1	24	10.0	43	4	-8	-4	162	175	220	140	1921	0.46	0.54	0.62	1.51	13.878	
8	1	.	1	1	9.0	46	-6	23	17	271	266	237	288	1756	-0.94	-0.23	0.17	-2.37	6.253	
9	3	.	1	3	10.0	61	22	20	42	335	371	300	259	1975	-0.20	0.36	0.96	-0.61	14.572	
10	61	.	1	61	11.0	163	15	26	41	97	112	94	63	1882	2.42	1.82	0.53	0.54	56.664	
11	18	.	1	18	12.0	200	32	62	94	490	536	465	392	2251	0.88	1.13	1.11	0.82	56.990	
12	2	.	1	2	10.0	242	2	-29	-27	6	5	21	15	1683	-0.13	0.15	0.34	2.88	61.790	
13	55	.	1	55	11.0	279	2	5	7	167	164	200	179	1898	1.02	0.46	0.82	0.49	78.256	
14	29	.	1	29	12.0	289	18	20	38	297	312	304	264	2058	1.23	1.96	0.86	1.42	82.102	
15	43	.	1	43	11.0	307	-2	33	31	186	175	149	215	1838	0.44	0.19	1.64	0.50	82.015	
16	75	.	1	75	11.0	312	22	16	38	204	229	191	153	1885	0.06	0.15	0.73	-0.14	81.028	
17	13	.	1	13	12.0	358	25	17	42	490	525	428	411	2313	2.09	3.60	2.17	-0.40	105.102	
18	72	.	1	72	10.0	369	22	-3	19	191	208	170	153	1804	-0.33	0.29	-0.22	0.06	93.426	
19	59	.	1	59	9.0	431	34	13	47	374	416	377	289	2107	0.71	0.73	-0.01	0.38	115.696	
20	20	.	1	20	9.0	444	12	40	52	467	464	500	473	2279	1.90	2.01	2.29	0.92	126.197	
21	36	.	1	36	14.0	470	41	71	112	643	690	603	544	2468	1.95	2.27	1.33	0.28	133.219	
22	4	.	1	4	10.0	495	7	4	11	59	50	61	81	1524	-1.85	-1.80	-1.51	-1.55	116.883	
23	42	.	1	42	10.0	569	13	51	64	302	302	255	306	1985	0.21	0.69	0.67	-0.92	148.376	
24	65	.	1	65	11.0	578	7	9	16	103	86	25	139	1694	0.39	0.00	1.27	0.96	151.783	
25	37	.	1	37	10.0	614	20	6	26	331	333	401	327	2030	0.27	0.71	-0.40	-1.61	160.371	
26	10	.	1	10	12.0	631	22	38	60	463	475	429	441	2184	1.07	1.90	-0.29	-1.91	169.566	
27	23	.	1	23	10.0	646	15	38	53	367	369	348	370	2154	1.19	2.26	0.41	0.59	174.165	
28	68	.	1	68	11.0	657	11	42	53	588	582	660	607	2425	1.13	1.77	1.45	0.32	176.649	
29	31	.	1	31	11.0	714	24	26	50	351	356	400	342	2101	0.20	0.55	1.20	1.30	185.806	
30	44	.	1	44	11.0	733	32	13	45	281	303	246	239	1950	0.04	-0.37	0.77	0.68	189.759	
31	41	.	1	41	11.5	736	36	39	75	497	522	493	444	2251	1.00	1.65	0.53	-0.55	196.294	
32	64	.	1	64	12.0	821	30	38	68	351	363	338	327	2177	2.16	1.90	0.93	0.70	225.231	
33	52	.	1	52	10.0	841	41	61	102	566	594	532	508	2323	1.35	0.94	0.99	-1.14	225.542	
34	28	.	1	28	11.0	846	16	22	38	217	206	210	245	1984	1.08	1.24	1.25	1.34	225.215	
35	14	.	1	14	10.0	858	34	54	88	401	415	377	367	2118	0.78	-0.45	0.44	1.78	226.518	
36	71	.	1	71	10.0	863	25	25	50	465	469	476	459	2170	0.27	0.35	0.78	-0.33	224.750	
37	9	.	1	9	20.0	867	34	72	106	593	607	573	563	2377	1.59	1.78	0.82	-0.58	233.705	
38	30	.	1	30	11.2	878	32	65	97	711	731	700	677	2504	0.84	1.85	0.94	-0.06	232.049	
39	7	.	1	7	11.0	907	49	75	124	698	739	643	613	2544	1.67	2.25	1.74	0.27	244.527	
40	33	.	1	33	10.0	912	34	48	82	527	544	476	496	2249	0.99	1.36	-0.19	0.44	241.739	
41	58	.	1	58	10.0	950	38	34	72	593	609	598	560	2303	0.51	0.98	0.65	-0.96	248.684	
42	5	.	1	5	10.0	953	36	27	63	401	416	383	372	2154	0.86	1.42	0.85	-0.05	251.560	
43	11	.	1	11	10.0	960	49	67	116	698	739	674	628	2504	0.96	1.01	0.37	0.99	253.970	
44	53	.	1	53	10.0	988	34	53	87	511	518	468	496	2262	1.43	2.14	0.09	-0.24	264.029	

C O R T P N D A O P U I Z R E S M D A O B										G T P P I O										U F B D L W C C C				I P T A J
P	P	G	G	M	M	G	M	P	P	D	L	B												
E	R	R	P	N	Q	M	F	I	O	C	C	C												
45	50	.	1	50	11.0	992	45	65	110	609	637	530	550	2317	0.64	0.91	0.68	0.26	260.324					
46	39	.	1	39	10.0	1001	25	13	38	261	256	260	274	1977	0.71	0.71	-0.32	1.43	263.071					
47	12	.	1	12	11.0	1074	32	14	46	522	527	549	515	2274	0.77	1.79	1.56	-1.56	282.305					
48	63	.	1	63	13.0	1084	41	49	90	410	425	369	378	2206	1.75	1.63	1.01	0.82	290.770					
49	46	.	1	46	11.0	1133	33	44	77	517	519	476	516	2227	0.60	0.92	-0.04	0.64	296.539					
50	16	.	1	16	11.0	1137	22	12	34	76	57	43	117	1731	0.49	-0.05	0.59	0.53	296.914					
51	47	.	1	47	12.0	1169	24	21	45	281	262	255	324	1952	0.77	0.92	1.45	-0.64	306.867					
52	70	.	1	70	12.0	1193	43	77	120	726	740	749	698	2521	0.48	1.35	0.17	0.24	311.333					
53	48	.	1	48	11.0	1196	43	45	87	384	390	332	369	2131	1.39	1.63	1.15	-0.14	317.568					
54	51	.	1	51	12.0	1227	3	-11	-8	190	137	211	309	1819	0.47	0.67	0.58	-2.10	320.063					
55	6	.	1	6	12.0	1271	34	54	88	601	600	547	609	2308	0.56	1.29	0.18	0.69	331.980					
56	54	.	1	54	11.0	1279	29	49	78	652	644	621	621	2443	1.72	2.21	1.78	-8.00	341.008					
57	49	.	1	49	12.0	1281	61	61	122	612	653	578	526	2494	2.02	1.62	2.33	0.37	343.325					
58	8	.	1	8	10.0	1325	50	48	98	320	337	274	285	2126	2.15	1.41	0.73	0.86	355.481					
59	27	.	1	27	13.0	1342	39	72	111	593	584	585	608	2368	1.50	2.48	1.06	-0.32	355.977					
60	73	.	1	73	12.0	1342	42	81	123	646	646	586	645	2381	1.85	1.89	1.57	-1.30	358.077					
61	38	.	1	38	8.0	1356	31	40	71	522	508	440	554	2203	0.98	1.41	-0.18	-0.82	356.477					
62	69	.	1	69	11.0	1376	40	41	81	528	530	492	527	2324	1.31	1.66	0.85	0.25	363.628					
63	74	.	1	74	11.0	1448	26	28	54	324	300	298	382	2126	2.18	1.80	0.25	1.99	387.463					
64	22	.	1	22	11.0	1456	54	42	96	557	574	522	522	2363	1.43	2.07	1.96	-0.42	385.032					
65	32	.	1	32	12.0	1490	41	58	99	530	530	483	536	2260	1.03	0.69	-0.25	0.35	391.422					
66	15	.	1	15	11.0	1499	44	52	96	581	581	514	582	2296	1.23	1.25	0.05	0.38	394.949					
67	57	.	1	57	11.0	1506	45	19	64	515	522	460	506	2276	1.03	1.94	0.90	-0.93	395.559					
68	66	.	1	66	11.0	1569	43	76	119	520	515	419	533	2153	0.39	0.22	-0.37	-0.05	408.008					
69	40	.	1	40	11.5	1624	64	37	101	644	676	576	581	2485	1.93	2.31	1.32	-0.15	431.468					
70	17	.	1	17	11.0	1647	19	31	50	205	157	92	313	1717	-0.51	0.16	0.07	-1.42	422.775					
71	62	.	1	62	12.0	1720	43	23	66	308	295	239	338	1997	0.97	0.61	0.78	-0.98	450.529					
72	35	.	1	35	11.0	1728	54	48	102	632	641	615	616	2497	1.80	1.54	1.41	1.23	457.578					
73	19	.	1	19	12.0	1941	46	54	100	644	627	632	685	2459	1.52	2.03	0.97	-0.06	510.969					
74	67	.	1	67	12.0	1949	48	36	84	212	195	58	250	1894	2.04	1.22	0.40	-0.25	516.158					
75	25	.	1	25	12.0	2127	69	64	133	608	621	506	585	2342	1.08	-0.09	1.17	0.57	556.420					

** La secuencia numérica de los reproductores Holstein de 1 hasta 75 aparecen con su código de identificación oficial en la primera sección de resultados y discusión y en los anexos al final del documento.

Gráfica XXVII: Tendencia secuencia de la Habilidad Predicha para transmitir Leche en los reproductores Holstein según el diferencial de las pruebas de progenie en setenta y cinco toros utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.



El índice de producción – tipo ajustado presentó un espectro desde -137.40 hasta +556.42 \$ con una contribución económica promedio de 9.25 \$ por reproductor; destacándose que solo aparecieron cuatro toros negativos en el sistema y setenta y uno fueron reproductores con una habilidad predicha para leche positivos. La tendencia genérica en el mejoramiento lechero básico por producción indica que el uso de los toros Holstein está siendo positivo de acuerdo con el resultado de las pruebas de progenies oficiales y en base a la decisión de los productores al escoger o adquirir reproductores que recomiendan los agentes distribuidores del material genético, los técnicos y especialistas que asesoran estas fincas lecheras y el cuerpo técnico de la cooperativa de productores de leche que dan seguimiento al programa de mejora genética integral para la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

Adicionalmente, la clasificación de los reproductores Holstein a través del índice de producción tipo ajustado permite evidenciar que el espectro funcional combinando la producción con la conformación lechera (IPTAJ) y ajustado al valor económico muestra un margen entre – 137.40 \$ a +556.42 \$; donde los toros extremos resultaron ser el 1HO11024 y 7HO11647 respectivamente.

4.5.2. Reproductores de la raza Pardo Suizo para la Inseminación Artificial en la Provincia de Chiriquí.

Un total de 15 reproductores de la raza Pardo Suizo fueron incluidos en la evaluación; por lo cual fueron clasificados y agrupados según la Habilidad Predicha para Transmitir la Producción de Leche; indicada como HPT – Leche (lb) en el cuadro XLI a continuación. El ordenamiento de los reproductores de manera ascendente mediante la producción de leche y el índice IPT ajustado mostro el extremo inferior de -350 lb (Toro 7BS850) y el máximo de +1276 lb (7BS899). Ambas cifras indican un espectro amplio en términos de la Habilidad Predicha para Transmitir la Producción de leche; totalizando 108.4 lb/reproductor con solo dos toros con prueba de producción negativa. Los toros negativos marcaron un mínimo de IPTAJ de -88.90 \$ y el máximo aporte económico fue +332.91 \$ y donde ocho de los quince reproductores estuvieron por debajo de la media del IPTaj (155.48 \$).

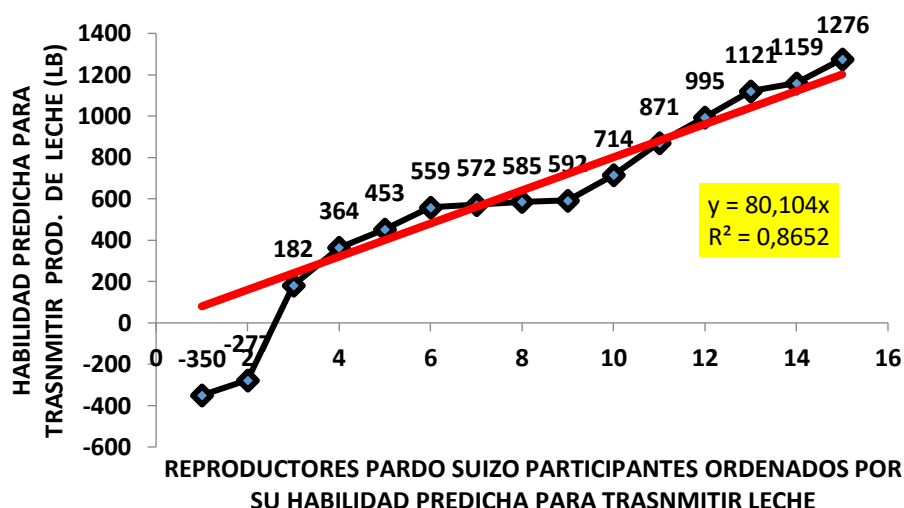
Cuadro XLI: Resumen de los indicadores de producción, conformación y productividad de los reproductores Pardo Suizo utilizados a través de la Inseminación Artificial en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

NUM	IDE	RAZA	TORO	PPP	PLE	PR	GR	GP	MN	MQ	GM	MF	GPPR	TIPO	UDC	MS	MO	IPTAJ
14	.	2	14	10.00	-350	3	16	19	73	95	67	24	41	0.4	0.57	99	0.0	-88.093
3	.	2	3	8.00	-277	-11	-11	-22	110	112	103	108	9	0.5	1.15	107	0.4	-68.619
2	.	2	2	9.00	182	21	43	64	330	257	243	272	126	1.1	1.74	103	0.2	53.656
4	.	2	4	15.50	364	23	12	35	31	48	-6	77	58	1.1	0.93	103	0.1	100.713
12	.	2	12	12.00	453	9	4	13	136	133	138	147	47	0.1	0.20	101	0.3	117.724
6	.	2	6	15.00	559	27	51	78	157	176	56	118	81	1.3	1.05	102	0.4	152.331
13	.	2	13	12.50	572	1	13	14	144	122	132	196	24	-0.6	-0.50	96	-0.2	144.292
5	.	2	5	15.50	585	21	15	36	225	235	193	208	88	0.7	1.45	103	0.3	155.453
11	.	2	11	12.50	592	22	45	67	277	289	205	253	94	0.5	0.13	97	0.2	156.063
1	.	2	1	10.00	714	23	20	43	251	257	191	242	93	0.3	0.84	107	0.1	186.406
7	.	2	7	15.00	871	27	29	56	209	211	167	206	94	1.1	0.57	100	0.5	231.799
15	.	2	15	10.00	995	23	5	28	248	244	245	263	79	0.0	-0.23	101	0.3	257.259
8	.	2	8	15.00	1121	40	40	80	392	406	338	364	153	0.8	0.98	106	0.2	294.637
9	.	2	9	14.75	1159	35	35	70	273	274	216	273	119	1.0	0.56	101	0.6	305.662
10	14.00	1276	40	48	88	369	372	352	365	165	0.5	0.11	103	0.1	332.910			

El ordenamiento de los reproductores Pardo Suizo según la HPTA – Leche de sus progenies según la secuencia ascendente mostró una tendencia con una pendiente de 80.10 lb de leche por cada periodo de producción con una correlación alta de 0.8652 ($P<.001$); lo que indica que la tendencia de los reproductores en su potencial para fortalecer la habilidad lechera es consistente en los reproductores Pardo Suizo.

Esto es importante en el proceso de mejoramiento lechero aun cuando la variación entre los reproductores sea relativamente alta según Lesly (1987) y Bath et al., (1998) y Holmes y Wilson (1989); siempre y cuando se controle el tipo de apareamiento entre parientes (Powell, 2008).

Gráfica XXVIII: Representación de la distribución de los quince reproductores Pardo Suizo según la Producción de leche de sus progenies.



4.5.3. Reproductores de la raza Jersey para la Inseminación Artificial en la Provincia de Chiriquí.

Los reproductores de la raza Jersey fueron 10; siendo la menor cantidad de toros cuyo semen es utilizado en las fincas lecheras encuestadas para la presente investigación. Los toros fueron igualmente clasificados y ordenados de manera ascendente en base a la habilidad predicha para la producción de leche generada en las pruebas de progenies oficiales en los Estados Unidos. Sorprendentemente, en esta raza los reproductores de menor PTA – leche fue +388 lb (7JE1424) y el máximo valor fue +1884 lb (7JE1274). El diferencial del PTA – Leche entre los 10 reproductores ordenados ascendentemente fue de 149.6 lb/reproductor en el proceso de contribución genética para mejorar el potencial lechero. Los reproductores Jersey mostraron la

mayor consistencia; ya que ningún de los toros utilizados presentó una HPTA-Leche negativa y el rango de esta fue amplio.

En el cuadro XLII se ilustra los principales indicadores generados en las pruebas de las progenies; sin embargo, el diferencial de la producción de leche (PLE) fue el criterio de mayor peso utilizado para el ordenamiento de los reproductores de la raza Jersey con un espectro entre +388 y +1884 lb por periodo de producción de 305 días y en comparación con las contemporáneas una vez ajustada la diferencia por factores ambientales. La raza Jersey ha sido consistente en los últimos los últimos 20 años; donde el avance en la producción de leche y su mejora en la composición láctea han sido ratificados en Estados Unidos, Canadá, Europa (Asociación Jersey de los Estados Unidos, 2018; Visser y Wilson, 2006; Haskins, 2006; Powell, 2008) y en otras partes como el medio tropical (Araúz, 2014).

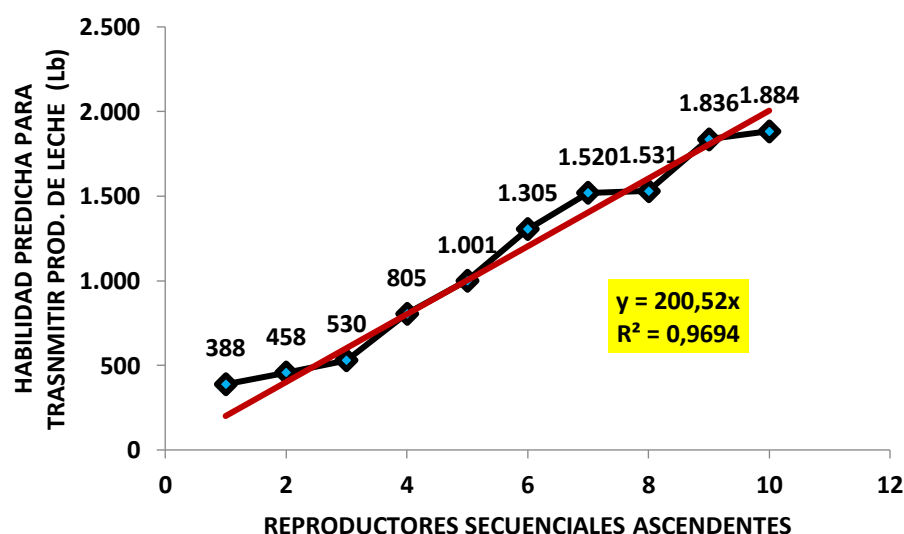
La información de los reproductores Jersey mostraron un alto potencial para contribuir en la producción lechera de las futuras vacas en la finca; lo cual se puede lograr mediante el uso de un programa de inseminación artificial dirigido (Guerra, 1993; Foster et al., 1989; Simon, 2005; Duane et al., 2010).

Cuadro XLII: Resumen de los indicadores de las pruebas de progenies en los diez toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí por medio de la Inseminación Artificial.

Obs	NUM	IDE	RAZA	TORO	PPP	PLE	PR	GR	GP	MN	MQ	GM	MF	GTPI	TIPO	JUI	IPTAJ
1	6	.	3	6	10.20	388	11	14	25	198	201	116	194	65	1.6	22.2	109.918
2	3	.	3	3	10.50	458	22	26	48	314	328	285	284	108	1.4	22.1	126.817
3	5	.	3	5	11.25	530	12	29	41	314	307	287	330	89	2.3	23.2	150.833
4	8	.	3	8	12.75	805	25	22	47	288	290	170	285	79	1.9	18.0	219.534
5	1	.	3	1	11.00	1001	35	41	76	467	478	323	444	139	1.7	17.3	269.011
6	9	.	3	9	7.50	1305	-15	12	-3	138	176	184	52	47	1.2	20.0	344.610
7	7	.	3	7	14.60	1520	50	54	104	427	434	304	412	126	1.9	16.4	404.399
8	4	.	3	4	14.25	1531	46	49	95	210	204	113	220	55	0.9	3.4	401.243
9	2	.	3	2	11.20	1836	71	90	161	574	602	410	515	172	1.4	9.1	483.101
10	10	.	3	10	15.75	1884	57	38	95	418	243	240	411	126	1.8	12.5	497.912

La proyección y tendencia de la HPTA – Leche fue consistente con una pendiente de 200.52 lb/reproductor con una correlación discreta de 0.9694 ($P < .001$); mientras que el conjugado de la producción de leche con el tipo en términos económicos resultó entre 109.92 \$ y 497.91 \$ entre la progenie con menor HPTA para leche (7JE1424) y la máxima diferencia de las progenies (Reproductor 7JE1274).

Gráfica XXIX: Tendencia de la HPTA – leche en los toros Jersey según el ordenamiento secuencial ascendente.



El análisis de la producción de leche de las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey; totalizando 100 reproductores utilizados en los últimos tres años en 12 fincas lecheras ubicadas en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí mostraron la consistencia en cada raza; por lo cual los descriptores estadísticos de las pruebas de progenie indican claramente que la decisión de utilizar estos reproductores representa un aporte o contribución positiva para el mejoramiento genético; cumpliendo al mismo tiempo con la contribución hacia la conformación funcional de acuerdo con los datos del tipo, compuesto de ubre y compuesto de pastas y pezuñas; así como en la parte económica a partir del Índice de Producción Tipo Ajustado, el mérito neto y el mérito fluido. No obstante, se detectó algunos reproductores con pruebas negativas en producción de leche, ubre, patas y tipo funcional; los cuales deberían ser excluidos del programa por razones genéticas y productivas. En la actualidad, el aprovechamiento de los recursos genéticos disponibles en las razas lecheras se efectúa mediante el uso de semen a través de la Inseminación Artificial por las múltiples ventajas y beneficios que esta técnica ofrece (Guerra, 1993; Nebel, 1997; Powell, 2008). Adicionalmente, esta técnica ha sido potencializada al utilizar la evaluación lineal de las vacas para enfatizar en la corrección de fallas anatómicas y funcionales (Federación Mundial Holstein, 2005); permitiendo aplicar el modelo de corrección mediante la elección de toros con fortalezas genéticas para corregir tales defectos (Foster et al., 1989; Simon, 2005; Seoane, 2008; Vargas, 2012); información que está disponible hoy en los catálogos de toros tipo leche (CRI, 2018; ABS, 2018; Select sires, 2018, Alta Genetic, 2018) y donde además es posible incluir la tecnología genómica (Ponce, 2019).

4.6. Perfil de la salud del sistema mamario y desempeño reproductivo en las pruebas de progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en las fincas lecheras Grado A en la Provincia de Chiriquí.

4.6.1. Rasgos de salud y reproducción en los Toros de la raza Holstein según las pruebas de progenies oficiales en Estados Unidos.

En el perfil de salud de los reproductores Holstein se tomó de la base de datos oficiales el puntaje de células somáticas (PCS) equivalente a SCS (Somatic Cell Score), mastitis, vida productiva y permanencia en el hato como los indicadores más sobresalientes.

4.6.1.1. Puntaje del conteo de células somáticas y el índice de mastitis.

Las investigaciones de muchos años han indicado que un bajo conteo de células somáticas en la leche de la vaca es conveniente para reducir la susceptibilidad a la mastitis en cualquiera de sus expresiones (CRI, 2018). En consecuencia, un bajo puntaje en la escala de células somáticas en la leche de las progenies de un toro es un aspecto positivo en términos de la calidad de la leche y del valor industrial. El análisis de los 75 toros Holstein utilizados mostró que el promedio del puntaje de células somáticas es 2.85 ± 0.17 ; lo cual fue sumamente consistente al mostrar una bajo coeficiente de variación (6.05%) como se muestra en el siguiente cuadro. Este resultado es un aporte significativo en términos de la calidad láctea y en la reducción de la mastitis en general; ya que se ha señalado que cuando las progenies de un toro presentan un puntaje de células somáticas menor a 3.0 se considera apropiado para reducir la mastitis y a la vez se aumenta la calidad de la leche (CRI, 2018).

Cuadro XLIII: Análisis univariada del Puntaje de Células Somáticas en los Toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

N	75	Sum Weights	75
Mean	2.85293333	Sum Observations	213.97
Std Deviation	0.17272673	Variance	0.02983452
Skewness	0.05107068	Kurtosis	-0.208109
Uncorrected SS	612.6499	Corrected SS	2.20775467
Coeff Variation	6.05435556	Std Error Mean	0.01994476

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	2.852933	Std Deviation	0.17273
Median	2.860000	Variance	0.02983
Mode	2.860000	Range	0.87000
		Interquartile Range	0.26000

Student's t	t	143.0417	Pr > t	<.0001
Sign	M	37.5	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S	1425	Pr >= S	<.0001

El análisis de todos los reproductores Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí indicó que 51 toros presentaron un puntaje de células somáticas menor a 3.0; lo cual representa el 81.33% de los reproductores que son mejoradores de la calidad de la leche y reducen genéticamente la presentación de la mastitis subclínica y clínica (ver cuadro XLIII). Ello significa que se está mejorando la calidad de la leche y reduciendo el problema de la mastitis a través de la genética cuando se utilizan los reproductores cuyas progenies mostraron un puntaje de células somáticas menor a 3.0. Los 10 mejores reproductores Holstein se presentan en las primeras diez posiciones del cuadro XLIV; destacando los mejores reproductores a: 1HO12152, 1HO11923 y 1HO11889. Por su parte se detectó 14 toros Holstein que han sido utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí que presenta una baja fortaleza genética para reducir el conteo de células somáticas y para minimizar los problemas de la mastitis en general.

Cuadro XLIV: Base de datos de salud y reproducción ordenados por el puntaje de células somáticas y el puntaje para mastitis en los toros Holstein.

N°	E.C.S	Mastitis	V.P	Lib	T.P.H	T.C.V	T.C.A	I.F	F.P.T	F.P.H	N.M.T	N.M.H	N°	CODID	RAZA	TORO	PPEB	L
26	2.47	3.4	7.0	2.3	7.2	3.2	8.8	6.8	6.2	2.6	7.9	4.9	26	1HO12152	1	26	11	-48
30	2.52	2.6	5.9	1.7	2.6	1.5	4.5	2.7	5.7	2.7	7.2	5.4	30	1HO11923	1	30	11.2	878
60	2.54	2.6	9.0	4.8	6.6	1.7	8.2	6.0	6.2	3.8	6.8	5.6	60	1HO11889	1	60	9	13
23	2.58	2.0	2.4	1.3	0.7	2.0	1.0	1.0	9.5	7.2	8.1	8.4	23	7HO11072	1	23	10	646
24	2.59	0.8	4.2	0.8	4	1.3	4.0	3.5	8.7	7.9	8.5	6.6	24	29HO16114	1	24	10	43
13	2.60	1.0	5.3	0.9	-1.2	3.6	1.6	0.2	7.0	5.5	6.6	6.3	13	250HO1123	1	13	12	358
68	2.61	2.7	6.2	2.8	5.5	5.1	7.3	5.8	6.9	5.4	8.2	4.2	68	7HO11169	1	68	11	657
11	2.62	1.7	4.9	1.1	2.2	1.7	4.2	2.4	6.9	2.7	7.0	3.7	11	11HO11923	1	11	10	960
10	2.65	0.2	4.6	1.7	0.7	1.3	2.0	1.0	6.5	5.8	7.6	9.8	10	200HO2935	1	10	12	631
59	2.65	1.9	4.5	0.8	2.6	-0.9	2.2	1.9	5.4	6.8	6.3	7.4	59	1HO11237	1	59	9	431
42	2.66	1.5	2.0	1.8	-0.1	-0.7	-0.3	-0.2	8.9	8.6	12.0	15.2	42	7HO9511	1	42	10	569
43	2.66	3.6	0.8	-0.9	-1.0	0.7	-0.4	-0.6	6.9	6.4	8.1	5.8	43	7HO9107	1	43	11	307
55	2.66	2.3	0.8	1.3	2.0	0.4	1.9	1.7	6.0	4.5	7.3	4.8	55	7HO10429	1	55	11	279
57	2.67	0.6	5.2	3.1	0.5	0.3	0.5	0.5	8.9	6.4	7.9	4.4	57	1HO10471	1	57	11	1506
2	2.67	0.3	2.6	4.2	2.3	-0.1	0.9	1.6	8.6	8.5	7.5	6.6	2	1HO8910	1	2	10	242
40	2.69	1.1	5.4	2.4	0.4	-1.6	1.7	0.3	6.8	6.8	7.7	6.4	40	1HO11048	1	40	11.5	1624
54	2.69	1.9	6.0	2.1	1.5	2.5	3.1	2.0	4.8	3.3	5.4	4.5	54	1HO12405	1	54	11	1279
1	2.70	2.6	3.3	2.0	0.0	-0.3	0.1	0.0	5.9	6.5	7.2	4.8	1	1HO6833	1	1	9	46
7	2.73	1.0	3.6	1.4	0.7	2.0	0.0	0.8	7.1	5.6	6.7	6.8	7	7HO13826	1	7	11	907
71	2.73	2.1	5.4	3.4	3.2	1.9	3.8	3.1	7.4	6.0	7.4	5	71	1HO11616	1	71	10	863
34	2.73	2.7	3.6	2.3	2.2	-0.5	3.7	2.0	6.8	3.2	8.0	4.0	34	1HO10805	1	34	10	-133
33	2.75	1.3	4.9	1.7	0.5	0.7	2.8	1.0	5.7	4.9	6.6	7.1	33	7HO12345	1	33	10	912
32	2.76	0.3	3.0	1.1	0.3	1.4	1.8	0.8	5.3	3.5	8.1	6.1	32	7HO12313	1	32	12	1490
44	2.76	1.3	3.0	1.7	0.4	1.7	0.4	0.6	6.3	6.7	7.4	6.2	44	7HO11809	1	44	11	733
35	2.77	0.4	4.7	1.6	2.2	1.3	3.7	2.3	7.4	4.2	7.4	4.3	35	1HO11725	1	35	11	1728
6	2.77	1.3	6.2	3.2	1.3	0.4	2.8	1.4	7.8	4.8	8.2	5.0	6	7HO11983	1	6	12	1271
49	2.79	-0.3	2.5	-2.6	0.2	1.7	2.0	0.8	5.9	5.6	6.8	5.8	49	1HO11545	1	49	12	1281
75	2.8	1.3	1.7	-0.4	0.4	1.1	0.4	0.5	8.3	7.9	8.8	8.0	75	7HO9555	1	75	11	312
18	2.80	0.8	1.6	2.1	1.3	1.1	0.1	1.0	6.5	7.4	7.3	8.9	18	250HO1043	1	18	12	200
25	2.82	0.9	2.7	2.2	-0.9	-0.4	-1.8	-1.0	7.1	5.5	7.1	5.5	25	7HO11647	1	25	12	2127
69	2.82	1.3	3.7	3.8	0.9	2.8	2.1	1.5	7.4	5.5	8.7	6.5	69	7HO11893	1	69	11	1376
4	2.82	-1.3	1.3	0.8	0.7	1.2	1.2	0.9	8.8	9.7	8.0	8.0	4	7HO7758	1	4	10	495
28	2.83	0.8	0.5	0.6	0.2	1.9	0.5	0.6	7.7	5.6	7.0	6.0	28	7HO11497	1	28	11	846
46	2.84	1.6	5.1	4.5	1.5	1.7	2.2	1.7	8.5	6.0	8.1	5.9	46	7HO9357	1	46	11	1133
3	2.84	1.6	4.0	0.8	0.1	2.6	1.2	0.7	6.3	5.9	7.0	6.5	3	1HO10288	1	3	10	61
39	2.85	1.9	2.4	1.7	1.4	1.8	2.6	1.7	4.3	5.5	7.4	8.7	39	7HO10691	1	39	10	1001
50	2.85	0.8	5.2	2.4	0.4	-0.9	0.5	0.2	7.3	5.5	7.8	8.1	50	1HO11369	1	50	11	992
74	2.86	1.4	1.9	1.1	0.5	1.0	0.6	0.6	8.3	4.8	7.5	5.3	74	7HO12150	1	74	11	1448
12	2.86	1.9	4.9	3.4	3.1	2.2	3.9	3.1	5.2	5.0	7.0	5.1	12	1HO10648	1	12	11	1074
64	2.86	1.4	1.4	-2.2	0.3	0.8	1.4	0.6	9.0	5.9	7.5	6.8	64	250HO1120	1	64	12	821
36	2.86	0.9	4.1	-0.4	0.8	0.8	2.1	1.0	6.2	4.4	7.2	7.4	36	29HO16888	1	36	14	470
41	2.88	0.7	4.0	1.4	1.9	1.6	3.2	2.1	7.6	9.1	7.9	6.7	41	1HO11063	1	41	11.5	736
5	2.89	0.6	3.3	0.0	0.9	1.1	1.5	1.0	6.0	5.3	8.0	6.6	5	7HO11658	1	5	10	953
70	2.90	0.3	5.6	0.8	4.1	3.6	5.5	4.3	6.2	4.4	7.9	5.4	70	7HO13111	1	70	12	1193
19	2.91	0.9	4.7	3.4	2.5	0.6	3.9	2.4	5.8	5.2	8.7	7.7	19	7HO12111	1	19	12	1941
52	2.91	0.8	2.7	0.4	0.5	2.1	0.9	0.9	7.7	4.2	7.8	4.8	52	7HO11748	1	52	10	841
63	2.93	0.7	2.2	-0.4	0.0	1.1	0.7	0.3	6.7	10.0	8.1	10.2	63	250HO1066	1	63	13	1084
15	2.94	0.2	5.2	3.5	0.3	-1.9	1.8	0.2	5.8	3.2	7.2	6.0	15	1HO11318	1	15	11	1499
38	2.94	1.4	5.0	4.0	1.2	0.6	1.6	1.2	7.4	5.6	7.7	6.0	38	1HO10875	1	38	8	1356
9	2.94	0.0	2.1	0.0	0.7	2.4	2.4	1.3	6.2	3.9	7.7	4.8	9	250HO11837	1	9	20	867
66	2.95	-0.5	2.1	2.8	-1.7	2.2	-0.7	-0.8	6.9	8.0	8.3	8.6	66	7HO10837	1	66	11	1569
51	2.96	-0.8	3.3	2.4	1.6	2.1	2.1	1.8	5.1	5.0	7.5	4.5	51	7HO8946	1	51	12	1227
16	2.96	1.2	0.0	-3.2	-1.3	-0.5	-1.0	-1.1	7.7	6.5	7.6	7.6	16	1HO9184	1	16	11	1137
14	2.96	1.3	2.6	1.5	1.0	2.0	1.2	1.2	6.1	5.1	6.8	6.3	14	7HO11024	1	14	10	858
62	2.99	-0.2	1.7	1.6	-1.4	-0.4	-0.9	-1.1	7.6	7.3	8.2	9.8	62	200HO6152	1	62	12	1720
17	2.99	-0.6	1.9	0.1	-3.6	0.7	-3.5	-2.8	7.1	8.0	8.4	8.5	17	7HO7560	1	17	11	1647
58	2.99	1.2	7.2	1.2	3.1	1.7	5.0	3.2	5.8	3.7	6.9	4.3	58	1HO11056	1	58	10	950
53	3.00	-0.5	3.5	1.0	0.5	1.2	0.4	0.6	5.6	4.3	8.4	8.0	53	7HO11547	1	53	10	988
31	3.00	-0.4	3.2	0.0	3.5	2.6	4.5	3.5	6.0	5.3	7.1	6.0	31	1HO8784	1	31	11	714
65	3.00	0.9	1.7	2.6	-2.1	0.8	-1.8	-1.5	8.2	8.2	8.3	7.0	65	7HO10353	1	65	11	578
29	3.00	-0.6	2.2	0.8	1.6	1.9	1.3	1.6	5.0	6.6	7.1	7.2	29	200HO3794	1	29	12	289
8	3.01	-0.1	-1.6	-4.2	-1.7	-0.6	-1.5	-1.5	6.7	5.8	6.4	7.1	8	600HO5320	1	8	10	1325
22	3.02	0.3	3.4	-1.4	0.4	-0.5	1.2	0.4	5.9	3.6	6.5	4.6	22	1HO11072	1	22	11	1456
72	3.02	-2.1	2.7	2.8	0.5	0.1	1.3	0.6	7.3	7.8	7.9	4.5	72	7HO9847	1	72	10	369
67	3.03	-0.8	-1.3	-0.8	-5.5	-3.3	-6.7	-5.3	7.6	7.0	8.9	10.7	67	7HO11023	1	67	12	1949
37	3.03	1.1	3.3	2.2	4.1	0.9	5.6	3.8	5.6	3.5	9.3	5.5	37	7HO9501	1	37	10	614
45	3.04	1.6	2.1	2.9	2.0	-1.4	1.6	1.3	5.1	5.9	6.9	4.7	45	7HO10647	1	45	10	-286
20	3.06	0.5	4.3	0.6	3.2	2.2	3.9	3.1	6.8	3.6	7.2	4.2	20	1HO11511	1	20	9	444
61	3.06	0.6	-2.7	-5.4	-1.3	2.0	-2.2	-0.9	8.1	6.5	7.5	6.1	61	200HO5549	1	61	11	163
21	3.06	0.5	3.4	2.4	3.1	-0.4	3.6	2.6	5.2	5.0	7.0	6.1	21	1HO11024	1	21	10	-550
56	3.07	0.2	-0.4	-1.9	2.0	2.8	1.7	2.1	5.4	5.5	7.2	6.3	56	200HO3749	1	56	11	24
47	3.10	0.2	2.6	-0.8	0.0	0.1	0.1	0.0	5.9	6.3	8.0	6.8	47	7HO10884	1	47	12	1169
73	3.16	0.0	2.2	-0.4	-0.6	0.3	0.1	-0.3	5.6	4.9	7.3	4.4	73	7HO12095	1	73	12	1342
48	3.20	-0.3	1.6	0.7	-0.9	1.4	0.4	-0.3	8.8	10.2	8.1	9.2	48	7HO10725	1	48	11	1196
27	3.34	0.7	2.8	-2.5	1.0	3.3	2.2	1.6	6.6	4.3	6.8	4.9	27	200HO6594	1	27	13	1342

Cuadro XLV: Resumen descriptivo estadístico del índice de mastitis en los Reproductores Holstein según las pruebas de progenies oficiales, USA.

N	75	Sum Weights	75
Mean	0.896	Sum Observations	67.2
Std Deviation	1.05656762	Variance	1.11633514
Skewness	0.03931892	Kurtosis	0.43343718
Uncorrected SS	142.82	Corrected SS	82.6088
Coeff Variation	117.920493	Std Error Mean	0.12200192

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	0.896000	Std Deviation	1.05657
Median	0.900000	Variance	1.11634
Mode	1.300000	Range	5.70000
		Interquartile Range	1.30000

Tests for Location: $\mu_0=0$				
Test	-Statistic-	-----p Value-----		
Student's t	t 7.344147	Pr > t	<.0001	
Sign	M 23.5	Pr >= M	<.0001	
Signed Rank	S 1066.5	Pr >= S	<.0001	

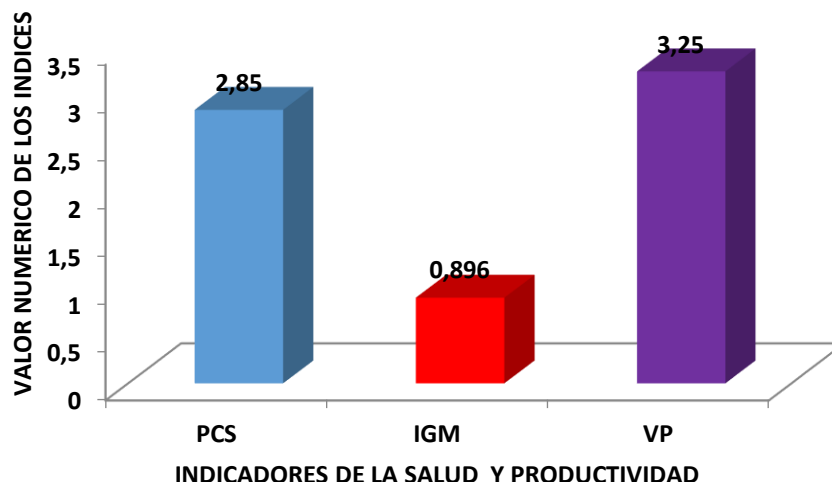
La tendencia en el programa de mejoramiento genético tipo leche enfatiza entre varios aspectos en el mejoramiento de la calidad de la leche en términos del contenido de células somáticas; así como en la reducción de la incidencia de la mastitis subclínica y clínica al mejorar el sistema mamario, el sistema de soporte y las características morfo anatómicas de la ubre y de los pezones (CRI, 2016). Por ende, el marco de la rentabilidad lechera conjuga renglones anatómicos y funcionales con la capacidad de adaptarse a una mayor producción lechera; conservando la integridad metabólica y corporal propiamente (Vargas, 2012). En consecuencia, la combinación del conteo de células somáticas con los problemas de la mastitis se incluyen en el modelo de la vaca lechera moderna como esenciales y por ello los programas de mejora genética deben incorporar ambas cualidades.

La tendencia central del programa de mejoramiento genético según los toros Holstein utilizados para la inseminación artificial fortalece el renglón de las células somáticas y reduce la incidencia de la mastitis en términos genéticos. Esta condición de los reproductores es importante, ya que en la raza Holstein se ha aumentado la capacidad lechera; lo cual es un punto difícil ya que al aumentar la producción de leche aumenta el conteo de células somáticas como un derivado de vulnerabilidad del sistema mamario al incrementar el potencial lechero genéticamente.

4.6.1.2. Vida Productiva

Otro de los indicadores de la capacidad funcional de la vaca lechera Holstein es la vida productiva medida; la cual aparece como parte de las bases de datos generadas en las pruebas de progenies. Los datos de los toros Holstein promediaron una vida productiva de 3.25 ± 2.05 meses; aunque los resultados fueron muy variables entre los reproductores (63.05%). Este valor fue igualmente positivo e indica que no solo se mejora el perfil de la ubre y la calidad láctea; sino también la longevidad de las futuras progenies (ver cuadro XLVI). Este es una condición esencial para la vaca lechera moderna tras aumentar la producción lechera; ya que ello conlleva un mayor deterioro metabólico y la tendencia en ello es que se reduce la vida productiva. Por ende, la escogencia de los reproductores deberá incluir el renglón de vida productiva (Cuadro XLVII); buscando aumentar el periodo de productividad de las futuras vacas (Simon, 2005). La vida productiva también se incluye en los aspectos bioeconómico; ya que entre mayor sea la longevidad mayor será la oportunidad de contribuir con la producción si se controla la reproducción.

Gráfica XXX: Ilustración de la media de la Habilidad para Transmitir (HT) el puntaje de células somáticas (PCS), índice de mastitis (IGM) y vida productiva (VP) en las progenies de los toros Holstein.



Cuadro XLVI: Resumen univariado de la vida productiva en las Progenies de los toros Holstein.

N	75	Sum Weights	75
Mean	3.2546667	Sum Observations	244.1
Std Deviation	2.05237459	Variance	4.21224144
Skewness	-0.1767705	Kurtosis	0.77449049
Uncorrected SS	1106.17	Corrected SS	311.705867
Coeff Variation	63.0594404	Std Error Mean	0.2369878

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	3.254667	Std Deviation	2.05237
Median	3.300000	Variance	4.21224
Mode	3.300000	Range	11.70000
		Interquartile Range	2.80000

Tests for Location: Mu0=0			
Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 13.73348	Pr > t	<.0001
Sign	M 33	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 1341.5	Pr >= S	<.0001

Cuadro XLVII: Ordenamiento de los toros Holstein por el PTA para transmitir Vida Productiva (VP) utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

N°	E.C.S	Mastitis	V.P	Lib	T.P.H	T.C.V	T.C.A	I.F	F.P.T	F.P.H	N.M.T	N.M.H	N°	CODID	RAZA	TORO	PPEB	L
60	2.54	2.6	9.0	4.8	6.6	1.7	8.2	6.0	6.2	3.8	6.8	5.6	60	1HO11889	1	60	9	13
58	2.99	1.2	7.2	1.2	3.1	1.7	5.0	3.2	5.8	3.7	6.9	4.3	58	1HO11056	1	58	10	950
26	2.47	3.4	7.0	2.3	7.2	3.2	8.8	6.8	6.2	2.6	7.9	4.9	26	1HO12152	1	26	11	-48
68	2.61	2.7	6.2	2.8	5.5	5.1	7.3	5.8	6.9	5.4	8.2	4.2	68	7HO11169	1	68	11	657
6	2.77	1.3	6.2	3.2	1.3	0.4	2.8	1.4	7.8	4.8	8.2	5.0	6	7HO11983	1	6	12	1271
54	2.69	1.9	6.0	2.1	1.5	2.5	3.1	2.0	4.8	3.3	5.4	4.5	54	1HO12405	1	54	11	1279
30	2.52	2.6	5.9	1.7	2.6	1.5	4.5	2.7	5.7	2.7	7.2	5.4	30	1HO11923	1	30	11.2	878
70	2.90	0.3	5.6	0.8	4.1	3.6	5.5	4.3	6.2	4.4	7.9	5.4	70	7HO13111	1	70	12	1193
40	2.69	1.1	5.4	2.4	0.4	-1.6	1.7	0.3	6.8	6.8	7.7	6.4	40	1HO11048	1	40	11.5	1624
71	2.73	2.1	5.4	3.4	3.2	1.9	3.8	3.1	7.4	6.0	7.4	5	71	1HO11616	1	71	10	863
13	2.60	1.0	5.3	0.9	-1.2	3.6	1.6	0.2	7.0	5.5	6.6	6.3	13	250HO1123	1	13	12	358
57	2.67	0.6	5.2	3.1	0.5	0.3	0.5	0.5	8.9	6.4	7.9	4.4	57	1HO10471	1	57	11	1506
50	2.85	0.8	5.2	2.4	0.4	-0.9	0.5	0.2	7.3	5.5	7.8	8.1	50	1HO11369	1	50	11	992
15	2.94	0.2	5.2	3.5	0.3	-1.9	1.8	0.2	5.8	3.2	7.2	6.0	15	1HO11318	1	15	11	1499
46	2.84	1.6	5.1	4.5	1.5	1.7	2.2	1.7	8.5	6.0	8.1	5.9	46	7HO9357	1	46	11	1133
38	2.94	1.4	5.0	4.0	1.2	0.6	1.6	1.2	7.4	5.6	7.7	6.0	38	1HO10875	1	38	8	1356
11	2.62	1.7	4.9	1.1	2.2	1.7	4.2	2.4	6.9	2.7	7.0	3.7	11	1HO11923	1	11	10	960
33	2.75	1.3	4.9	1.7	0.5	0.7	2.8	1.0	5.7	4.9	6.6	7.1	33	7HO12345	1	33	10	912
12	2.86	1.9	4.9	3.4	3.1	2.2	3.9	3.1	5.2	5.0	7.0	5.1	12	1HO10648	1	12	11	1074
35	2.77	0.4	4.7	1.6	2.2	1.3	3.7	2.3	7.4	4.2	7.4	4.3	35	1HO11725	1	35	11	1728
19	2.91	0.9	4.7	3.4	2.5	0.6	3.9	2.4	5.8	5.2	8.7	7.7	19	7HO12111	1	19	12	1941
10	2.65	0.2	4.6	1.7	0.7	1.3	2.0	1.0	6.5	5.8	7.6	9.8	10	200HO2935	1	10	12	631
59	2.65	1.9	4.5	0.8	2.6	-0.9	2.2	1.9	5.4	6.8	6.3	7.4	59	1HO11237	1	59	9	431
20	3.06	0.5	4.3	0.6	3.2	2.2	3.9	3.1	6.8	3.6	7.2	4.2	20	1HO11511	1	20	9	444
24	2.59	0.8	4.2	0.8	4	1.3	4.0	3.5	8.7	7.9	8.5	6.6	24	29HO16114	1	24	10	43
36	2.86	0.9	4.1	-0.4	0.8	0.8	2.1	1.0	6.2	4.4	7.2	7.4	36	29HO16888	1	36	14	470
3	2.84	1.6	4.0	0.8	0.1	2.6	1.2	0.7	6.3	5.9	7.0	6.5	3	1HO10288	1	3	10	61
41	2.88	0.7	4.0	1.4	1.9	1.6	3.2	2.1	7.6	9.1	7.9	6.7	41	1HO11063	1	41	11.5	736
69	2.82	1.3	3.7	3.8	0.9	2.8	2.1	1.5	7.4	5.5	8.7	6.5	69	7HO11893	1	69	11	1376
7	2.73	1.0	3.6	1.4	0.7	2.0	0.0	0.8	7.1	5.6	6.7	6.8	7	7HO13826	1	7	11	907
34	2.73	2.7	3.6	2.3	2.2	-0.5	3.7	2.0	6.8	3.2	8.0	4.0	34	1HO10805	1	34	10	-133
53	3.00	-0.5	3.5	1.0	0.5	1.2	0.4	0.6	5.6	4.3	8.4	8.0	53	7HO11547	1	53	10	988
22	3.02	0.3	3.4	-1.4	0.4	-0.5	1.2	0.4	5.9	3.6	6.5	4.6	22	1HO11072	1	22	11	1456
21	3.06	0.5	3.4	2.4	3.1	-0.4	3.6	2.6	5.2	5.0	7.0	6.1	21	1HO11024	1	21	10	-550
1	2.70	2.6	3.3	2.0	0.0	-0.3	0.1	0.0	5.9	6.5	7.2	4.8	1	1HO6833	1	1	9	46
5	2.89	0.6	3.3	0.0	0.9	1.1	1.5	1.0	6.0	5.3	8.0	6.6	5	7HO11658	1	5	10	953
51	2.96	-0.8	3.3	2.4	1.6	2.1	2.1	1.8	5.1	5.0	7.5	4.5	51	7HO8946	1	51	12	1227
37	3.03	1.1	3.3	2.2	4.1	0.9	5.6	3.8	5.6	3.5	9.3	5.5	37	7HO9501	1	37	10	614
31	3.00	-0.4	3.2	0.0	3.5	2.6	4.5	3.5	6.0	5.3	7.1	6.0	31	1HO8784	1	31	11	714
32	2.76	0.3	3.0	1.1	0.3	1.4	1.8	0.8	5.3	3.5	8.1	6.1	32	7HO12313	1	32	12	1490
44	2.76	1.3	3.0	1.7	0.4	1.7	0.4	0.6	6.3	6.7	7.4	6.2	44	7HO11809	1	44	11	733
27	3.34	0.7	2.8	-2.5	1.0	3.3	2.2	1.6	6.6	4.3	6.8	4.9	27	200HO6594	1	27	13	1342
25	2.82	0.9	2.7	2.2	-0.9	-0.4	-1.8	-1.0	7.1	5.5	7.1	5.5	25	7HO11647	1	25	12	2127
52	2.91	0.8	2.7	0.4	0.5	2.1	0.9	0.9	7.7	4.2	7.8	4.8	52	7HO11748	1	52	10	841
72	3.02	-2.1	2.7	2.8	0.5	0.1	1.3	0.6	7.3	7.8	7.9	4.5	72	7HO9847	1	72	10	369
2	2.67	0.3	2.6	4.2	2.3	-0.1	0.9	1.6	8.6	8.5	7.5	6.6	2	1HO8910	1	2	10	242
14	2.96	1.3	2.6	1.5	1.0	2.0	1.2	1.2	6.1	5.1	6.8	6.3	14	7HO11024	1	14	10	858
47	3.10	0.2	2.6	-0.8	0.0	0.1	0.1	0.0	5.9	6.3	8.0	6.8	47	7HO10884	1	47	12	1169
49	2.79	-0.3	2.5	-2.6	0.2	1.7	2.0	0.8	5.9	5.6	6.8	5.8	49	1HO11545	1	49	12	1281
23	2.58	2.0	2.4	1.3	0.7	2.0	1.0	1.0	9.5	7.2	8.1	8.4	23	7HO11072	1	23	10	646
39	2.85	1.9	2.4	1.7	1.4	1.8	2.6	1.7	4.3	5.5	7.4	8.7	39	7HO10691	1	39	10	1001
63	2.93	0.7	2.2	-0.4	0.0	1.1	0.7	0.3	6.7	10.0	8.1	10.2	63	250HO1066	1	63	13	1084
29	3.00	-0.6	2.2	0.8	1.6	1.9	1.3	1.6	5.0	6.6	7.1	7.2	29	200HO3794	1	29	12	289
73	3.16	0.0	2.2	-0.4	-0.6	0.3	0.1	-0.3	5.6	4.9	7.3	4.4	73	7HO12095	1	73	12	1342
9	2.94	0.0	2.1	0.0	0.7	2.4	2.4	1.3	6.2	3.9	7.7	4.8	9	250HO11837	1	9	20	867
66	2.95	-0.5	2.1	2.8	-1.7	2.2	-0.7	-0.8	6.9	8.0	8.3	8.6	66	7HO10837	1	66	11	1569
45	3.04	1.6	2.1	2.9	2.0	-1.4	1.6	1.3	5.1	5.9	6.9	4.7	45	7HO10647	1	45	10	-286
42	2.66	1.5	2.0	1.8	-0.1	-0.7	-0.3	-0.2	8.9	8.6	12.0	15.2	42	7HO9511	1	42	10	569
74	2.86	1.4	1.9	1.1	0.5	1.0	0.6	0.6	8.3	4.8	7.5	5.3	74	7HO12150	1	74	11	1448
17	2.99	-0.6	1.9	0.1	-3.6	0.7	-3.5	-2.8	7.1	8.0	8.4	8.5	17	7HO7560	1	17	11	1647
75	2.8	1.3	1.7	-0.4	0.4	1.1	0.4	0.5	8.3	7.9	8.8	8.0	75	7HO9555	1	75	11	312
62	2.99	-0.2	1.7	1.6	-1.4	-0.4	-0.9	-1.1	7.6	7.3	8.2	9.8	62	200HO6152	1	62	12	1720
65	3.00	0.9	1.7	2.6	-2.1	0.8	-1.8	-1.5	8.2	8.2	8.3	7.0	65	7HO10353	1	65	11	578
18	2.80	0.8	1.6	2.1	1.3	1.1	0.1	1.0	6.5	7.4	7.3	8.9	18	250HO1043	1	18	12	200
48	3.20	-0.3	1.6	0.7	-0.9	1.4	0.4	-0.3	8.8	10.2	8.1	9.2	48	7HO10725	1	48	11	1196
64	2.86	1.4	1.4	-2.2	0.3	0.8	1.4	0.6	9.0	5.9	7.5	6.8	64	250HO1120	1	64	12	821
4	2.82	-1.3	1.3	0.8	0.7	1.2	1.2	0.9	8.8	9.7	8.0	8.0	4	7HO7758	1	4	10	495
43	2.66	3.6	0.8	-0.9	-1.0	0.7	-0.4	-0.6	6.9	6.4	8.1	5.8	43	7HO9107	1	43	11	307
55	2.66	2.3	0.8	1.3	2.0	0.4	1.9	1.7	6.0	4.5	7.3	4.8	55	7HO10429	1	55	11	279
28	2.83	0.8	0.5	0.6	0.2	1.9	0.5	0.6	7.7	5.6	7.0	6.0	28	7HO11497	1	28	11	846
16	2.96	1.2	0.0	-3.2	-1.3	-0.5	-1.0	-1.1	7.7	6.5	7.6	7.6	16	1HO9184	1	16	11	1137
56	3.07	0.2	-0.4	-1.9	2.0	2.8	1.7	2.1	5.4	5.5	7.2	6.3	56	200HO3749	1	56	11	24
67	3.03	-0.8	-1.3	-0.8	-5.5	-3.3	-6.7	-5.3	7.6	7.0	8.9	10.7	67	7HO11023	1	67	12	1949
8	3.01	-0.1	-1.6	-4.2	-1.7	-0.6	-1.5	-1.5	6.7	5.8	6.4	7.1	8	600HO5320	1	8	10	1325
61	3.06	0.6	-2.7	-5.4	-1.3	2.0	-2.2	-0.9	8.1	6.5	7.5	6.1	61	200HO5549	1	61	11	163

4.6.1.3. Rasgos Reproductivos según las pruebas de progenies.

Los índices reproductivos considerados de la base de datos fueron la Habilidad Predicha para Transmitir (HPT) la Tasa de Preñez de las Hijas (TPH), la tasa de concepción de las vacas (TCV), la tasa de concepción de las progenies adulta (TCA) y el índice de fertilidad (IF).

Los 75 reproductores Holstein promediaron una tasa de preñez de las hijas (TPH) de 1.037 ± 2.01 con una variación considerable (194%). El promedio de 1.03 indica que la tasa de preñez de las hijas de estos toros tienen una oportunidad de 1.03% de quedar preñadas en el mismo ciclo de 21 días habiendo presentado en comparación con aquellos toros cuyo tasa de preñez es 0 (ver cuadro XLVIII).

Cuadro XLVIII: Resumen descriptivo univariado de la Tasa de Preñez de las Hijas de los toros Holstein.

N	75	Sum Weights	75
Mean	1.03733333	Sum Observations	77.8
Std Deviation	2.01432527	Variance	4.05750631
Skewness	0.20619129	Kurtosis	2.11941308
Uncorrected SS	380.96	Corrected SS	300.255467
Coeff Variation	194.183028	Std Error Mean	0.23259425

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	1.037333	Std Deviation	2.01433
Median	0.700000	Variance	4.05751
Mode	0.500000	Range	12.70000
		Interquartile Range	2.00000

Tests for Location: Mu0=0			
Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 4.459841	Pr > t	<.0001
Sign	M 22	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 785	Pr >= S	<.0001

Los toros Holstein han sido ordenados por su tasa de preñez de las hijas como se presenta en el cuadro XLIX; destacando que hay alrededor de 20 reproductores (27%) que presentan un bajo índice de la tasa de preñez; indicando claramente que en promedio la mayoría de los reproductores Holstein mostraron una buena contribución de la fertilidad de sus hijas en términos de su habilidad reproductiva en el ciclo de 21 días con la presentación de un celo natural o bajo manejo intensivo (CRI, 2016; CRI, 2018).

Por otro lado, un alto número de reproductores (28 = 37.3%) utilizados en la cuenca lechera de Provincia mediante la información procedente de 12 fincas lecheras grado A muestra que el extremo de la habilidad genética para quedar preñada en el ciclo de 21 días es muy alta con un HPT – TPH entre 1.5 y 7.2 respectivamente. El marco reproductivo de las novillas es fundamental para iniciarse en la fase gestacional y en la capacitación del sistema mamario, complementar el desarrollo corporal y recortar la edad al primer parto (Nebel, 1997). Por lo tanto, entre más rápido se establezca la preñez en las novillas mayor será la oportunidad de presentar una vida productiva inicial que apoye el marco administrativo y económico de las fincas lecheras actuales con un sentido empresarial (Ramírez, 2010). En la práctica y administración lechera, entre las deficiencias más comunes se encuentran los problemas reproductivos que limitan la fertilidad de las novillas, pero también la de las vacas una vez ingresa al ciclo de producción. Por ende, es esencial utilizar reproductores evaluados cuyas pruebas de progenies indiquen con claridad la alta capacidad para genera hijas que presenten una alta eficiencia para preñarse.

Cuadro XLIX: Resumen de los toros Holstein ordenados ascendentemente por la HPT según la Tasa de Preñez de las hijas (TPH).

N°	E.C.S	Mastitis	V.P	Lib	T.P.H	T.C.V	T.C.A	I.F	F.P.T	F.P.H	N.M.T	N.M.H	N°	CODID	RAZA	TORO	PPEB	L
67	3.03	-0.8	-1.3	-0.8	-5.5	-3.3	-6.7	-5.3	7.6	7.0	8.9	10.7	67	7HO11023	1	67	12	1949
17	2.99	-0.6	1.9	0.1	-3.6	0.7	-3.5	-2.8	7.1	8.0	8.4	8.5	17	7HO7560	1	17	11	1647
65	3.00	0.9	1.7	2.6	-2.1	0.8	-1.8	-1.5	8.2	8.2	8.3	7.0	65	7HO10353	1	65	11	578
66	2.95	-0.5	2.1	2.8	-1.7	2.2	-0.7	-0.8	6.9	8.0	8.3	8.6	66	7HO10837	1	66	11	1569
8	3.01	-0.1	-1.6	-4.2	-1.7	-0.6	-1.5	-1.5	6.7	5.8	6.4	7.1	8	600HO5320	1	8	10	1325
62	2.99	-0.2	1.7	1.6	-1.4	-0.4	-0.9	-1.1	7.6	7.3	8.2	9.8	62	200HO6152	1	62	12	1720
16	2.96	1.2	0.0	-3.2	-1.3	-0.5	-1.0	-1.1	7.7	6.5	7.6	7.6	16	1HO9184	1	16	11	1137
61	3.06	0.6	-2.7	-5.4	-1.3	2.0	-2.2	-0.9	8.1	6.5	7.5	6.1	61	200HO5549	1	61	11	163
13	2.60	1.0	5.3	0.9	-1.2	3.6	1.6	0.2	7.0	5.5	6.6	6.3	13	250HO1123	1	13	12	358
43	2.66	3.6	0.8	-0.9	-1.0	0.7	-0.4	-0.6	6.9	6.4	8.1	5.8	43	7HO9107	1	43	11	307
25	2.82	0.9	2.7	2.2	-0.9	-0.4	-1.8	-1.0	7.1	5.5	7.1	5.5	25	7HO11647	1	25	12	2127
48	3.20	-0.3	1.6	0.7	-0.9	1.4	0.4	-0.3	8.8	10.2	8.1	9.2	48	7HO10725	1	48	11	1196
73	3.16	0.0	2.2	-0.4	-0.6	0.3	0.1	-0.3	5.6	4.9	7.3	4.4	73	7HO12095	1	73	12	1342
42	2.66	1.5	2.0	1.8	-0.1	-0.7	-0.3	-0.2	8.9	8.6	12.0	15.2	42	7HO9511	1	42	10	569
47	3.10	0.2	2.6	-0.8	0.0	0.1	0.1	0.0	5.9	6.3	8.0	6.8	47	7HO10884	1	47	12	1169
63	2.93	0.7	2.2	-0.4	0.0	1.1	0.7	0.3	6.7	10.0	8.1	10.2	63	250HO1066	1	63	13	1084
1	2.70	2.6	3.3	2.0	0.0	-0.3	0.1	0.0	5.9	6.5	7.2	4.8	1	1HO6833	1	1	9	46
3	2.84	1.6	4.0	0.8	0.1	2.6	1.2	0.7	6.3	5.9	7.0	6.5	3	1HO10288	1	3	10	61
49	2.79	-0.3	2.5	-2.6	0.2	1.7	2.0	0.8	5.9	5.6	6.8	5.8	49	1HO11545	1	49	12	1281
28	2.83	0.8	0.5	0.6	0.2	1.9	0.5	0.6	7.7	5.6	7.0	6.0	28	7HO11497	1	28	11	846
15	2.94	0.2	5.2	3.5	0.3	-1.9	1.8	0.2	5.8	3.2	7.2	6.0	15	1HO11318	1	15	11	1499
32	2.76	0.3	3.0	1.1	0.3	1.4	1.8	0.8	5.3	3.5	8.1	6.1	32	7HO12313	1	32	12	1490
64	2.86	1.4	1.4	-2.2	0.3	0.8	1.4	0.6	9.0	5.9	7.5	6.8	64	250HO1120	1	64	12	821
40	2.69	1.1	5.4	2.4	0.4	-1.6	1.7	0.3	6.8	6.8	7.7	6.4	40	1HO11048	1	40	11.5	1624
22	3.02	0.3	3.4	-1.4	0.4	-0.5	1.2	0.4	5.9	3.6	6.5	4.6	22	1HO11072	1	22	11	1456
50	2.85	0.8	5.2	2.4	0.4	-0.9	0.5	0.2	7.3	5.5	7.8	8.1	50	1HO11369	1	50	11	992
44	2.76	1.3	3.0	1.7	0.4	1.7	0.4	0.6	6.3	6.7	7.4	6.2	44	7HO11809	1	44	11	733
75	2.8	1.3	1.7	-0.4	0.4	1.1	0.4	0.5	8.3	7.9	8.8	8.0	75	7HO9555	1	75	11	312
57	2.67	0.6	5.2	3.1	0.5	0.3	0.5	0.5	8.9	6.4	7.9	4.4	57	1HO10471	1	57	11	1506
74	2.86	1.4	1.9	1.1	0.5	1.0	0.6	0.6	8.3	4.8	7.5	5.3	74	7HO12150	1	74	11	1448
53	3.00	-0.5	3.5	1.0	0.5	1.2	0.4	0.6	5.6	4.3	8.4	8.0	53	7HO11547	1	53	10	988
33	2.75	1.3	4.9	1.7	0.5	0.7	2.8	1.0	5.7	4.9	6.6	7.1	33	7HO12345	1	33	10	912
52	2.91	0.8	2.7	0.4	0.5	2.1	0.9	0.9	7.7	4.2	7.8	4.8	52	7HO11748	1	52	10	841
72	3.02	-2.1	2.7	2.8	0.5	0.1	1.3	0.6	7.3	7.8	7.9	4.5	72	7HO9847	1	72	10	369
7	2.73	1.0	3.6	1.4	0.7	2.0	0.0	0.8	7.1	5.6	6.7	6.8	7	7HO13826	1	7	11	907
9	2.94	0.0	2.1	0.0	0.7	2.4	2.4	1.3	6.2	3.9	7.7	4.8	9	250HO11837	1	9	20	867
23	2.58	2.0	2.4	1.3	0.7	2.0	1.0	1.0	9.5	7.2	8.1	8.4	23	7HO11072	1	23	10	646
10	2.65	0.2	4.6	1.7	0.7	1.3	2.0	1.0	6.5	5.8	7.6	9.8	10	200HO2935	1	10	12	631
4	2.82	-1.3	1.3	0.8	0.7	1.2	1.2	0.9	8.8	9.7	8.0	8.0	4	7HO7758	1	4	10	495
36	2.86	0.9	4.1	-0.4	0.8	0.8	2.1	1.0	6.2	4.4	7.2	7.4	36	29HO16888	1	36	14	470
69	2.82	1.3	3.7	3.8	0.9	2.8	2.1	1.5	7.4	5.5	8.7	6.5	69	7HO11893	1	69	11	1376
5	2.89	0.6	3.3	0.0	0.9	1.1	1.5	1.0	6.0	5.3	8.0	6.6	5	7HO11658	1	5	10	953
27	3.34	0.7	2.8	-2.5	1.0	3.3	2.2	1.6	6.6	4.3	6.8	4.9	27	200HO6594	1	27	13	1342
14	2.96	1.3	2.6	1.5	1.0	2.0	1.2	1.2	6.1	5.1	6.8	6.3	14	7HO11024	1	14	10	858
38	2.94	1.4	5.0	4.0	1.2	0.6	1.6	1.2	7.4	5.6	7.7	6.0	38	1HO10875	1	38	8	1356
6	2.77	1.3	6.2	3.2	1.3	0.4	2.8	1.4	7.8	4.8	8.2	5.0	6	7HO11983	1	6	12	1271
18	2.80	0.8	1.6	2.1	1.3	1.1	0.1	1.0	6.5	7.4	7.3	8.9	18	250HO1043	1	18	12	200
39	2.85	1.9	2.4	1.7	1.4	1.8	2.6	1.7	4.3	5.5	7.4	8.7	39	7HO10691	1	39	10	1001
54	2.69	1.9	6.0	2.1	1.5	2.5	3.1	2.0	4.8	3.3	5.4	4.5	54	1HO12405	1	54	11	1279
46	2.84	1.6	5.1	4.5	1.5	1.7	2.2	1.7	8.5	6.0	8.1	5.9	46	7HO9357	1	46	11	1133
51	2.96	-0.8	3.3	2.4	1.6	2.1	2.1	1.8	5.1	5.0	7.5	4.5	51	7HO8946	1	51	12	1227
29	3.00	-0.6	2.2	0.8	1.6	1.9	1.3	1.6	5.0	6.6	7.1	7.2	29	200HO3794	1	29	12	289
41	2.88	0.7	4.0	1.4	1.9	1.6	3.2	2.1	7.6	9.1	7.9	6.7	41	1HO11063	1	41	11.5	736
55	2.66	2.3	0.8	1.3	2.0	0.4	1.9	1.7	6.0	4.5	7.3	4.8	55	7HO10429	1	55	11	279
56	3.07	0.2	-0.4	-1.9	2.0	2.8	1.7	2.1	5.4	5.5	7.2	6.3	56	200HO3749	1	56	11	24
45	3.04	1.6	2.1	2.9	2.0	-1.4	1.6	1.3	5.1	5.9	6.9	4.7	45	7HO10647	1	45	10	-286
35	2.77	0.4	4.7	1.6	2.2	1.3	3.7	2.3	7.4	4.2	7.4	4.3	35	1HO11725	1	35	11	1728
11	2.62	1.7	4.9	1.1	2.2	1.7	4.2	2.4	6.9	2.7	7.0	3.7	11	11HO11923	1	11	10	960
34	2.73	2.7	3.6	2.3	2.2	-0.5	3.7	2.0	6.8	3.2	8.0	4.0	34	1HO10805	1	34	10	-133
2	2.67	0.3	2.6	4.2	2.3	-0.1	0.9	1.6	8.6	8.5	7.5	6.6	2	1HO8910	1	2	10	242
19	2.91	0.9	4.7	3.4	2.5	0.6	3.9	2.4	5.8	5.2	8.7	7.7	19	7HO12111	1	19	12	1941
30	2.52	2.6	5.9	1.7	2.6	1.5	4.5	2.7	5.7	2.7	7.2	5.4	30	1HO11923	1	30	11.2	878
59	2.65	1.9	4.5	0.8	2.6	-0.9	2.2	1.9	5.4	6.8	6.3	7.4	59	1HO11237	1	59	9	431
12	2.86	1.9	4.9	3.4	3.1	2.2	3.9	3.1	5.2	5.0	7.0	5.1	12	1HO10648	1	12	11	1074
58	2.99	1.2	7.2	1.2	3.1	1.7	5.0	3.2	5.8	3.7	6.9	4.3	58	1HO11056	1	58	10	950
21	3.06	0.5	3.4	2.4	3.1	-0.4	3.6	2.6	5.2	5.0	7.0	6.1	21	1HO11024	1	21	10	-550
71	2.73	2.1	5.4	3.4	3.2	1.9	3.8	3.1	7.4	6.0	7.4	5	71	1HO11616	1	71	10	863
20	3.06	0.5	4.3	0.6	3.2	2.2	3.9	3.1	6.8	3.6	7.2	4.2	20	1HO11511	1	20	9	444
31	3.00	-0.4	3.2	0.0	3.5	2.6	4.5	3.5	6.0	5.3	7.1	6.0	31	1HO8784	1	31	11	714
24	2.59	0.8	4.2	0.8	4	1.3	4.0	3.5	8.7	7.9	8.5	6.6	24	29HO16114	1	24	10	43
70	2.90	0.3	5.6	0.8	4.1	3.6	5.5	4.3	6.2	4.4	7.9	5.4	70	7HO13111	1	70	12	1193
37	3.03	1.1	3.3	2.2	4.1	0.9	5.6	3.8	5.6	3.5	9.3	5.5	37	7HO9501	1	37	10	614
68	2.61	2.7	6.2	2.8	5.5	5.1	7.3	5.8	6.9	5.4	8.2	4.2	68	7HO11169	1	68	11	657
60	2.54	2.6	9.0	4.8	6.6	1.7	8.2	6.0	6.2	3.8	6.8	5.6	60	1HO11889	1	60	9	13
26	2.47	3.4	7.0	2.3	7.2	3.2	8.8	6.8	6.2	2.6	7.9	4.9	26	1HO12152	1	26	11	-48

La tasa de concepción de las vacas determina la habilidad de un reproductor para que se establezca una gestación después de un servicio en las hembras que logren ciclar normalmente y que se encuentre en la lactación. Este indicador es de gran importancia para las fincas lecheras; en cuyo caso se busca que las progenies de un toro tengan 1% más de probabilidad de quedar preñadas en comparación que aquellos toros cuyas hijas tienen una Tasa de Preñez con valor 0. El resumen de la tasa de Concepción de las vacas fue $1.098 \pm 1.40\%$; evidenciando que los reproductores Holstein utilizados poseen la habilidad genética de que sus hijas queden preñadas durante la etapa de producción en 1.098% sobre otras vacas hijas de otros toros en estado lactacional. No obstante, algunos reproductores presentaron una baja HPT una buena fertilidad postparto en la primera lactación.

Cuadro L: Resumen univariado de la Tasa de Concepción en las vacas en lactación hijas de los toros Holstein utilizadas en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

N	75	Sum Weights	75
Mean	1.0986667	Sum Observations	82.4
Std Deviation	1.40110896	Variance	1.96310631
Skewness	-0.2814274	Kurtosis	0.92345141
Uncorrected SS	235.8	Corrected SS	145.269867
Coeff Variation	127.528121	Std Error Mean	0.16178613

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	1.098667	Std Deviation	1.40111
Median	1.200000	Variance	1.96311
Mode	1.700000	Range	8.40000
		Interquartile Range	1.70000

Tests for Location: Mu0=0				
Test	-Statistic-	-----p Value-----		
Student's t	t 6.790858	Pr > t	<.0001	
Sign	M 21.5	Pr >= M	<.0001	
Signed Rank	S 1059	Pr >= S	<.0001	

Adicionalmente, la tasa de concepción en las vacas adultas (TCA) en promedio fue positiva 1.716 ± 2.43 ; indicando la habilidad para preñarse superando a otras vacas adultas en 1.176% por cada 100 animales servidos en condiciones del manejo reproductivo intensivo y en estado de producción propiamente (ver cuadro LIII).

Cuadro LI: Resumen descriptivo de la Tasa de Concepción en las vacas Adultas en producción hijas de los Toros Holstein.

N	75	Sum Weights	75
Mean	1.716	Sum Observations	128.7
Std Deviation	2.43049544	Variance	5.90730811
Skewness	0.06228864	Kurtosis	2.2376607
Uncorrected SS	657.99	Corrected SS	437.1408
Coeff Variation	141.637264	Std Error Mean	0.28064944

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 6.11439	Pr > t <.0001
Sign	M 26	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 1041.5	Pr >= S <.0001

Las mayores dificultades de la concepción se presentan en las vacas adultas ya que las consecuencias metabólicas y funcionales se acumulan e interactúan negativamente sobre la fertilidad de la vaca lechera; principalmente, como producto de la exportación de nutrientes que representa la producción de leche a pesar de todo el buen manejo nutricional y alimentario que hoy se utiliza (NRC, 2001). En consecuencia, es importante, utilizar la ventaja genética que presentan algunos reproductores donde se haya detectado la superioridad en sus progenies para mantener una buena reproducción a pesar del efecto de la edad y el número de las fases del ciclo de producción (Simon, 2005; Powell, 2008; Vargas, 2012, CRI, 2018).

Otros indicadores reproductivos de las progenies en los toros Holstein considerados fueron el Índice de fertilidad (IF), facilidad de partos de las crías de los toros (FP), Facilidad de partos de las hijas, mortalidad de las crías (TMC) y la facilidad de parto de las hijas (FPH); cuyos descriptores estadísticos se presentan en el cuadro LIV.

Otros indicadores reproductivos de las progenies en los toros Holstein considerados fueron el Índice de fertilidad (IF), facilidad de partos de las crías de los toros (FP), Facilidad de partos de las hijas, mortalidad de las crías (TMC) y la facilidad de parto de las hijas (FPH); cuyos descriptores estadísticos se presentan en el cuadro LIII.

Varios investigadores coinciden en que el aporte genético de un grupo de reproductores está reflejado en la tendencia central y el valor de la desviación estándar ya que la variación acondiciona el progreso poblacional en estrecha relación con la intensidad del programa de mejora, con el intervalo generacional y se ve multiplicado por la heredabilidad de cada uno de los caracteres involucrados en la conformación y el potencial lechero (Wilcox, 1978; Becker, 1984; Simon, 2005; Vargas, 2012). En consecuencia, en lugar de evaluar cada reproductor se procura trabajar con la tendencia del aporte ponderal de los reproductores; lo cual es esencial pero debe involucrar obligatoriamente la desviación estándar cuando el número de observaciones o el error estándar cuando se cuenta con un gran número de observaciones (Gill, 1978; Wilcox, 1986).

La facilidad de parto de las crías de un reproductor es una medida de la naturaleza de los partos; especialmente para las vacas primerizas. En la actualidad se prefiere que los reproductores presenten un bajo índice de dificultades para sus crías al momento de nacer. El presente análisis detectó que el promedio de los toros Holstein presentaron una facilidad de parto para sus crías del 93.24% y la dificultad fue solamente $6.76 \pm 1.18\%$; mientras que las hijas en promedio presentaron una dificultad de parto del 5.72% y por ende los partos fueron normales en un 94.28%; cifras que son aceptables para la raza Holstein a pesar de ser una raza pesada (ver el cuadro LII); lo cual es un requisito técnico reproductivo (Haskins, 2006).

Cuadro LII: Estadística descriptiva de los indicadores reproductivos en las pruebas de progenie de los toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Parámetro Reproductivo	Media	DE	CV (%)	Prueba de t
Índice de Fertilidad	1.173	± 1.836	156.50	Pr <.0001
Dificultad de Parto Crías/Toro (Facilidad de Parto Crías/Toro)	6.76% (93.24%)	± 1.18	17.43	Pr <.0001
Dificultad de parto de las hijas (Facilidad de parto de las Hijas)	5.72% (94.28%)	± 1.74	30.45	Pr<.0001
Mortalidad Crías/ Reproductor	7.61	± 0.86	11.24	Pr<.0001
Mortalidad Crías/Hijas	6.44	± 1.91	29.59	Pr<.0001
Precio de la Pajilla (\$)	11.02	± 1.47	13.37	Pr<.0001

La esencia de todo programa de mejoramiento genético en la ganadería de leche está orientada hacia el mejoramiento de la capacidad productiva de las futuras vacas en la finca; sin descuidar la conformación funcional y aquellos detalles de la capacidad reproductiva, la calidad láctea según el conteo de las células somáticas y la composición de la leche en base al contenido de proteína y grasa láctea. Los datos de las pruebas de progenies de los reproductores Holstein aquí incluidos fueron en promedio consistentes con el mejoramiento genético de la capacidad biológica y productiva de las progenies que se logre obtener en nuestras fincas lecheras; lo cual dependerá igualmente de las medidas de manejo, salud preventiva, nutrición apropiada y de las condiciones térmicas del medio tropical convertidas en bienestar animal (Araúz, 2018).

4.6.1.4. Correlaciones entre los rasgos de salud y reproducción en los toros Holstein empleados en el programa de mejora genética en Chiriquí.

Los rasgos o indicadores de la salud y la reproducción fueron correlacionados para establecer aquellas asociaciones de mayor magnitud y sus posibles relaciones de valor biológico, zootécnico y económico. En primer lugar se puede observar que el puntaje del conteo de células somáticas y el índice de mastitis resultaron con una correlación negativa; pero también el conteo de células somáticas estuvo negativamente correlacionado con los indicadores reproductivos; así como la producción de leche estuvo inversamente correlacionada con el índice de la mastitis. Hasta el presente, se reconoce que al aumentar la producción de leche aumentan los problemas de mastitis (Fraser et al., 1993; Duane et al., 2010); sin embargo, los avances genéticos para el

mejoramiento de la capacidad bio productiva del ganado lechero se ha centrado en el mejoramiento de la conformación y en las cualidades funcionales; obteniendo una mayor producción, longevidad y salud. En consecuencia, uno de los logros es observar como se ha logrado aumentar el potencial lechero mediante la selección intensiva y ahora disminuir los problemas de la mastitis; tal como se observa en el cuadro LIII y LIV; donde la correlación de la mastitis con la producción de leche en los toros Holstein resulto en -0.319 ($P < .005$); lo cual es en la práctica una primicia que se alcanza luego muchas décadas de trabajo para el mejoramiento genético y productivo integral. No obstante, se observa que la producción de leche esta correlacionada negativamente con el índice de fertilidad ($r = -0.386$; $p < .0006$); lo que demuestra un reto para los genetistas y especialistas de la producción lechera ya que al aumentar la producción se genera un deterioro de la reproducción y ello puede limitar la productividad de las futuras vacas lecheras.

Cuadro LIII: Matriz de correlaciones entre los rasgos de salud y reproducción en los Toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

	ECS	Mastitis	VP	LIB	TPH	TCV	TCA	IF
ECS	1.00000	-0.59913 <.0001	-0.45637 <.0001	-0.37974 0.0008	-0.35275 0.0019	-0.11953 0.3070	-0.35587 0.0017	-0.35088 0.0020
Mastitis	-0.59913 <.0001	1.00000	0.36691 0.0012	0.23796 0.0398	0.41914 0.0002	0.14660 0.2095	0.41380 0.0002	0.41369 0.0002
VP	-0.45637 <.0001	0.36691 0.0012	1.00000	0.64524 <.0001	0.64292 <.0001	0.24890 0.0313	0.73641 <.0001	0.66377 <.0001
LIB	-0.37974 0.0008	0.23796 0.0398	0.64524 <.0001	1.00000	0.40002 0.0004	-0.01364 0.9076	0.37834 0.0008	0.37439 0.0009
TPH	-0.35275 0.0019	0.41914 0.0002	0.64292 <.0001	0.40002 0.0004	1.00000	0.42899 0.0001	0.94075 <.0001	0.98574 <.0001
TCV	-0.11953 0.3070	0.14660 0.2095	0.24890 0.0313	-0.01364 0.9076	0.42899 0.0001	1.00000	0.49437 <.0001	0.55597 <.0001
TCA	-0.35587 0.0017	0.41380 0.0002	0.73641 <.0001	0.37834 0.0008	0.94075 <.0001	0.49437 <.0001	1.00000	0.96798 <.0001
IF	-0.35088 0.0020	0.41369 0.0002	0.66377 <.0001	0.37439 0.0009	0.98574 <.0001	0.55597 <.0001	0.96798 <.0001	1.00000
FPT	-0.14933 0.2010	-0.05293 0.6520	-0.21450 0.0646	-0.02716 0.8171	-0.27239 0.0181	-0.07773 0.5074	-0.31097 0.0066	-0.27522 0.0169
FPH	0.10894 0.3522	-0.32249 0.0048	-0.43262 0.0001	-0.06367 0.5874	-0.42570 0.0001	-0.18566 0.1108	-0.51124 <.0001	-0.44636 <.0001
NMT	-0.01670 0.8869	-0.07769 0.5077	-0.15977 0.1709	0.14037 0.2297	-0.14299 0.2210	-0.15410 0.1868	-0.16758 0.1507	-0.15877 0.1737
NMH	0.03488 0.7664	-0.22566 0.0516	-0.35145 0.0020	-0.10810 0.3559	-0.43833 <.0001	-0.28227 0.0141	-0.47185 <.0001	-0.45947 <.0001
NUM	0.14287 0.2214	-0.02406 0.8376	-0.06069 0.6050	-0.00401 0.9728	-0.02761 0.8141	0.03350 0.7754	-0.04008 0.7328	-0.01952 0.8680
PPEB	0.16337 0.1614	-0.24276 0.0359	-0.14585 0.2118	-0.24135 0.0370	-0.20122 0.0834	0.13609 0.2443	-0.10574 0.3666	-0.14974 0.1997
PLE	0.22754 0.0496	-0.31988 0.0051	0.00915 0.9379	-0.01498 0.8985	-0.41720 0.0002	-0.15931 0.1722	-0.30538 0.0077	-0.38609 0.0006

Cuadro LIV: Matriz de correlaciones entre los rasgos de salud y reproducción en los Toros Holstein utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriqui

	FPT	FPH	NMT	NMH	NUM	PPEB	PLE
ECS	-0.14933 0.2010	0.10894 0.3522	-0.01670 0.8869	0.03488 0.7664	0.14287 0.2214	0.16337 0.1614	0.22754 0.0496
Mastitis	-0.05293 0.6520	-0.32249 0.0048	-0.07769 0.5077	-0.22566 0.0516	-0.02406 0.8376	-0.24276 0.0359	-0.31988 0.0051
VP	-0.21450 0.0646	-0.43262 0.0001	-0.15977 0.1709	-0.35145 0.0020	-0.06069 0.6050	-0.14585 0.2118	0.00915 0.9379
LIB	-0.02716 0.8171	-0.06367 0.5874	0.14037 0.2297	-0.10810 0.3559	-0.00401 0.9728	-0.24135 0.0370	-0.01498 0.8985
TPH	-0.27239 0.0181	-0.42570 0.0001	-0.14299 0.2210	-0.43833 <.0001	-0.02761 0.8141	-0.20122 0.0834	-0.41720 0.0002
TCV	-0.07773 0.5074	-0.18566 0.1108	-0.15410 0.1868	-0.28227 0.0141	0.03350 0.7754	0.13609 0.2443	-0.15931 0.1722
TCA	-0.31097 0.0066	-0.51124 <.0001	-0.16758 0.1507	-0.47185 <.0001	-0.04008 0.7328	-0.10574 0.3666	-0.30538 0.0077
IF	-0.27522 0.0169	-0.44636 <.0001	-0.15877 0.1737	-0.45947 <.0001	-0.01952 0.8680	-0.14974 0.1997	-0.38609 0.0006
FPT	1.00000	0.52398 <.0001	0.44744 <.0001	0.27286 0.0179	0.09991 0.3937	-0.06754 0.5648	0.06877 0.5577
FPH	0.52398 <.0001	1.00000	0.37613 0.0009	0.61350 <.0001	0.12627 0.2804	-0.05096 0.6642	-0.04737 0.6865
NMT	0.44744 <.0001	0.37613 0.0009	1.00000	0.55066 <.0001	0.20257 0.0813	0.02795 0.8119	0.08038 0.4930
NMH	0.27286 0.0179	0.61350 <.0001	0.55066 <.0001	1.00000	0.02096 0.8584	0.03132 0.7897	0.09180 0.4335
NUM	0.09991 0.3937	0.12627 0.2804	0.20257 0.0813	0.02096 0.8584	1.00000	-0.01688 0.8857	0.11893 0.3095
PPEB	-0.06754 0.5648	-0.05096 0.6642	0.02795 0.8119	0.03132 0.7897	-0.01688 0.8857	1.00000	0.25250 0.0289
PLE	0.06877 0.5577	-0.04737 0.6865	0.08038 0.4930	0.09180 0.4335	0.11893 0.3095	0.25250 0.0289	1.00000

El reto genético y del manejo especializado es grande para el uso racional del potencial de producción en el ganado lechero; sin embargo, hoy tenemos múltiples ventajas por el morfo tipo actual y podemos potenciarlo vía la genómica (Ponce, 2019); siempre y cuando adecuemos el entorno y las prácticas de alimentación de conformidad con las exigencias nutricionales de las nuevas vacas en términos de su potencial de producción.

4.6.2. Rasgos de salud y reproducción según las pruebas de pro genie en los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca lechera de Chiriquí.

Los toros Pardo Suizo que se utilizan en la Cuenca Lechera según la información obtenida en 12 fincas lecheras Grado A, a través de la Inseminación Artificial constituyen una base referencial para utilizar en primera instancia cuales son la tendencia central y el rango estandarizado para los diversos índices que conformaron las pruebas de pro genies oficiales en los Estados Unidos. En otros términos, siempre se destaca la pregunta base sobre cuáles son las características del toro promedio cuando se cuenta con varios reproductores para el proceso de mejora genética (Bath et al., 1986); aun cuando la proporción con que estos toros se utilicen cambie de conformidad con los planes reproductivos de las fincas lecheras en particular (Vargas, 2012). La habilidad predicha para transmitir los rasgos de salud y de la reproducción se presentan en el cuadro LV y LVI; destacando la media, la desviación estándar, el coeficiente de variación y el resultado de la prueba de t propiamente; todos como indicadores descriptivos estadísticos relacionados con la salud y la capacidad reproductiva de las pro genies (Herrera y Barreras, 2000).

4.6.2.1. Rasgos de la salud en las progenies de los toros Pardo Suizo.

Entre los rasgos relacionados con la salud en las pruebas de progenie se puede destacar el Puntaje del Conteo de células somáticas como la Habilidad Predicha de un reproductor Pardo Suizo para generar hijas con conteo de células somáticas preferiblemente menor al puntaje de 3.0 (CRI, 2016); el cual resultó en promedio en 2.89 ± 0.12 . La HPT un bajo conteo de células somáticas fue consistente con una baja variación (ver cuadro LV). Ello confirma una de las habilidades genéticas de la raza Pardo Suizo en su sistema mamario y la calidad de la leche en términos de su bajo contenido de células leucocitarias y una baja incidencia de mastitis; además de otras virtudes funcionales en producción, reproducción y temperamento (Schmidt y Van Vleck, 1974; Bath et al., 1988; Ramírez, 2010). En general, el sistema mamario de la vaca Pardo Suizo está reconocido por su fuerte sistema suspensor, pezones moderados y uniformidad del sistema mamario (Ensminger, 1980; Asociación Pardo Suizo, 2015). Este índice fue complementado con la Habilidad Predicha para Transmitir (HPT) vida productiva; la cual promedio 1.21 meses adicionales otras vacas con paternidad diferente. Este aspecto y el puntaje de células somáticas son esenciales en el mejoramiento de la raza Pardo Suizo. Sin embargo, seis reproductores de los quince detectados presentaron una vida productiva menor de 1.0; por lo cual se puede señalar que el 60% de los reproductores Pardo Suizo generaron progenies con una mayor vida productiva (ver cuadro LVI). Ello plantea según los descriptores de las progenies, que el productor deberá considerar tiene el potencial

para mejorar fallas genéticas, pero también para mejorar la productividad, longevidad y la calidad de la leche.

Cuadro LV: Resumen descriptivo de los rasgos de salud y reproducción en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

Parámetro de salud y Reproducción (PTA)	Media	DE	CV (%)	Prueba de t
Puntaje de Células Somáticas	2.89	0.12	4.28	Pr <.0001
Vida Productiva	1.21	1.85	152.16	Pr<.0001
Persistencia en la finca	-.013	2.09	158.23	Pr<.0001

La conformación del Sistema mamario demuestra la alta disposición para presentar una bajo conteo de células somáticas y por supuesto un bajo índice de mastitis; aplicando el marco de los lineamientos en la raza Holstein. En consecuencia, además de se deberá incluir los índices de ubre compuesta, de patas y pezuñas; se deberán sumar las evaluaciones de la salud y la potencialidad para mantener una mayor vida productiva.

Figura LII: Ilustración del sistema mamario en la raza Pardo Suizo



4.6.2.2. Indicadores del potencial reproductivo en las progenies de los reproductores Pardo Suizo.

Las habilidades predicas para transmitir la tasa de preñez en las novillas procedentes de los reproductores fue -0.55 y la tasa de concepción en las vacas fue -0.587; mientras que la tasa de concepción en las vacas adultas fue -0.52 (ver cuadro LVI); indicando que en promedio los reproductores utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí no contribuyen con el mejoramiento del desempeño reproductivo en las futuras progenies vía genética según los indicadores antes mencionados. Sin embargo, la declinación no fue apreciable porcentualmente.

Otros indicadores de la reproducción como la dificultad de partos de las crías a partir de sus progenitores resultó en 5.10% con una facilidad de partos de 94.90%; mientras que la dificultad de partos en las hijas de los reproductores fue 4.02% con una dificultad de 95.98%; valores que son muy buenos y que indican que a pesar de que la raza Pardo Suizo es una raza pesada y sus crías son pesan unos 44 kg (Bath et al., 1986); la mayoría de las progenies tienen su primer parto sin dificultades; es decir que solo hay partos problemáticos en un 4.02% como se indica en el siguiente cuadro que resumen los indicadores reproductivos. Esta condición genética es muy conveniente; ya que se busca disminuir la incidencia de los problemas al parto o distocias; y a su vez ello evita que se incurran en gastos médico veterinarios para solventar dicho problema; especialmente en las hembras primerizas que son las más susceptibles debido a que todavía las dimensiones pélvicas y del canal de parto no han alcanzado su plenitud en comparación con la vaca de 48 a 54 meses.

Cuadro LVI: Resumen descriptivo de los rasgos de reproducción en las progenies de los toros Pardo Suizo utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

Parámetro de salud y Reproducción (PTA)	Media	DE	CV (%)	Prueba de t
Tasa de preñez de las hijas Nov.	-0.55	1.54	277.87	Pr<.0001
Tasa de concepción de las vacas	-0.587	1.73	295.58	Pr>.210
Tasa de concepción en las vacas Adultas	-0.52	1.86	358.09	Pr >.125
Dificultad de partos crías/Toro	5.10	1.39	27.25	Pr<.0001
Dificultad de partos crías/Hijas	4.02	0.48	11.86	Pr<.0001
Producción de Leche (lb)	583.53	478.88	82.07	Pr<.0001
Merito Neto (\$)	215	106.12	49.36	Pr<.0001
Tipo Funcional	0.58	0.51	87.12	Pr<.0001

La integración de los indicadores de la pruebas de pro genie en promedio para los toros Pardo Suizo indican que aunque las tasa de concepción no fueron mejoradas dado sus valores negativos; otros aspectos como la facilidad de parto son muy buenos; lo cual es acompañado de un mérito genético positivo (215 \$) producto en gran medida del mejoramiento del potencial lechero (PTA-Leche +583.53 lb por lactación) y el tipo funcional fue positivo con un promedio de +0.58. Con estos resultados puede señalarse que los 15 reproductores Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí contribuyen en gran medida en el mejoramiento del potencial lechero, de la reproducción y de la conformación funcional como respaldo al mejoramiento genético de la raza en Panamá.

4.6.2.3. Correlaciones de los indicadores de salud, conformación y reproducción en Toros Pardo Suizo.

El puntaje del conteo de células somáticas fue correlacionado negativamente con la vida productiva, la permanencia en la finca, la tasa de preñez en las crías y con la tasa de concepción en las vacas (cuadro LVII). En principio, el conteo de células somáticas está asociado con la calidad de la leche y con la producción de leche; ya que entre mayor sea el conteo de leucocitos menor será la calidad y menor la concentración de sólidos totales (Simón, 2005). Otro de los aspectos observados fue la correlación negativa del tipo con la reproducción y la producción de leche; así como con la vida reproductiva; ya que la conformación y el estado funcional anatómico más bien favorecen una menor producción, una menor vida productiva y una vida útil menor como señaló Wilcox (1978) en sus estudios en Holstein y Jersey.

El diagrama de balance genético para el mejoramiento productivo parte con la producción de leche por delante; dándole hasta un máximo de 90%; mientras que el tipo o conformación funcional guarda una proporción conservadora de un máximo de 25% cuando se trata de hatos que han pasado por un alto refinamiento y donde aspectos como el tamaño, la angulosidad y el puntaje final se orientan hacia la apariencia y femineidad (Schmidt y Van Vleck, 1988; Vargas, 2012). En consecuencia, Wilcox et al., (1974, 1978) señalaron hace varias décadas atrás que se debía tener un modelo de mejora no balanceado con énfasis en producción y sin subestimar las características individuales y compuestas sobre el sistema mamario y las extremidades para mantener una vaca lechera más funcional y longeva.

Cuadro LVII: Correlaciones entre los índices generados en las pruebas de progenies en los toros Pardo Suizo utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí.

	ECS	Mastitis	VP	LIB	TPH	TCV
ECS	1.00000	.	-0.74165 0.0016	-0.26999 0.3305	-0.38367 0.1580	-0.26947 0.3314
VP	-0.74165 0.0016	.	1.00000	0.65014 0.0087	0.64218 0.0098	0.46090 0.0838
LIB	-0.26999 0.3305	.	0.65014 0.0087	1.00000	0.74401 0.0015	0.26167 0.3461
TPH	-0.38367 0.1580	.	0.64218 0.0098	0.74401 0.0015	1.00000	0.32954 0.2304
TCV	-0.26947 0.3314	.	0.46090 0.0838	0.26167 0.3461	0.32954 0.2304	1.00000
TCA	-0.50593 0.0543	.	0.79856 0.0004	0.64337 0.0097	0.83611 0.0001	0.53144 0.0415
FPT	0.68292 0.0050	.	-0.49828 0.0587	-0.06931 0.8061	-0.20714 0.4589	-0.15574 0.5794
FPH	0.32602 0.2357	.	-0.05793 0.8375	0.38719 0.1539	0.19736 0.4808	-0.08931 0.7516
PLE	0.18963 0.4985	.	0.10306 0.7147	-0.24756 0.3737	-0.06501 0.8179	0.34125 0.2132
MN	-0.03858 0.8914	.	0.42981 0.1098	0.04198 0.8819	-0.01698 0.9521	0.16422 0.5587
TIPO	0.47645 0.0726	.	-0.54255 0.0367	-0.60295 0.0173	-0.70628 0.0032	-0.38582 0.1555

En consecuencia, puede indicarse que las correlaciones negativas del puntaje del conteo de células somáticas indican su asociación con el deterioro de la vida productiva, con el aporte lactacional y sobre todo con la reproducción en general; por lo cual se debería utilizar reproductores con información genética que indiquen bajos conteos de células somáticas, un tipo conservador y un tipo moderadamente bajo sin caer en los extremos negativos aun en la raza Pardo Suizo (Araúz, 2016).

Cuadro LVIII: Correlaciones complementarias para los índices según las pruebas de progenies para toros Pardo Suizo.

	TCA	FPT	FPH	PLE	MN	TIPO
ECS	-0.50593 0.0543	0.68292 0.0050	0.32602 0.2357	0.18963 0.4985	-0.03858 0.8914	0.47645 0.0726
VP	0.79856 0.0004	-0.49828 0.0587	-0.05793 0.8375	0.10306 0.7147	0.42981 0.1098	-0.54255 0.0367
LIB	0.64337 0.0097	-0.06931 0.8061	0.38719 0.1539	-0.24756 0.3737	0.04198 0.8819	-0.60295 0.0173
TPH	0.83611 0.0001	-0.20714 0.4589	0.19736 0.4808	-0.06501 0.8179	-0.01698 0.9521	-0.70628 0.0032
TCV	0.53144 0.0415	-0.15574 0.5794	-0.08931 0.7516	0.34125 0.2132	0.16422 0.5587	-0.38582 0.1555
TCA	1.00000	-0.50109 0.0571	-0.08397 0.7661	0.33402 0.2237	0.29645 0.2833	-0.69001 0.0044
FPT	-0.50109 0.0571	1.00000	0.28071 0.3108	-0.21720 0.4368	-0.21455 0.4426	0.45106 0.0915
FPH	-0.08397 0.7661	0.28071 0.3108	1.00000	-0.19631 0.4832	-0.07127 0.8007	-0.30652 0.2665
PLE	0.33402 0.2237	-0.21720 0.4368	-0.19631 0.4832	1.00000	0.67181 0.0061	0.04550 0.8721
MN	0.29645 0.2833	-0.21455 0.4426	-0.07127 0.8007	0.67181 0.0061	1.00000	0.12233 0.6641
TIPO	-0.69001 0.0044	0.45106 0.0915	-0.30652 0.2665	0.04550 0.8721	0.12233 0.6641	1.00000

En resumen, el programa de mejora genética debe contemplar casi de manera obligatoria el uso de las pruebas de progenies en todas las razas lecheras para buscar el animal funcional de mayor conveniencia biológica, económica y productiva buscando la longevidad, la calidad láctea, la mejor capacidad reproductiva y la salud como puntos críticos para un mayor éxito en la ganadería de leche.

4.6.3. Indicadores de la salud y reproducción según las pruebas de progenies de los reproductores Jersey utilizados en la Provincia de Chiriquí.

4.6.3.1. Indicadores de la salud y calidad láctea.

Los diez reproductores Jersey mostraron en promedio la habilidad para transmitir el puntaje de células somáticas de 2.97 ± 0.15 (ver cuadro LIX); cifra que es ligeramente inferior al valor de 3.0, el cual es considerado aceptable para efectos de la calidad láctea y para reducir los problemas de mastitis que acompañan la vida productiva de la vaca lechera (Philpot y Nickerson, 1995); tomando en cuenta además las diversas medidas de manejo que se proponen como parte de las soluciones para el control de los procesos inflamatorios e infecciosos en la glándula mamaria bovina (Kirk, 2016).

Otro de los aspectos relevantes para los toros Jersey fue la vida productiva, cuyo valor promedio 2.9 meses adicionales para las progenies de los reproductores aquí incluidos; lo cual es positivo ya que se demostró que las hijas aumentaron su vida productiva en comparación con las hijas de otros toros Jersey propiamente.

Cuadro LIX: Resumen descriptivo de los rasgos de salud y reproducción en las progenies de los toros Jersey utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

Parámetro de salud y Reproducción (PTA)	Media	DE	CV (%)	Prueba de t
Puntaje de Células Somáticas	+ 2.97	± 0.15	5.13	Pr <.0001
Vida Productiva	+ 2.90	± 2.27	78.41	Pr<.0001
Persistencia en la finca	+ 0.69	± 1.89	273.66	Pr<.0001

Sobresale el hecho biológico doble que los reproductores Jersey imprimieron un crecimiento en la capacidad lactacional de las progenies, mantuvieron su peso corporal según la descripción del tipo funcional o tipo genérico y mantuvieron la calidad de la leche según el conteo de células somáticas en términos genéticos.

4.6.3.2. Indicadores reproductivos en las pruebas de progenies Jersey.

La reproducción es un renglón esencial para el desarrollo de la ganadería lechera así como en todas las demás especies de importancia pecuaria; por lo cual en las pruebas de pro genie se incluyó el desempeño de las hijas de los reproductores Jersey. En primer lugar, la tasa de preñez de las hijas en la raza Jersey mostraron una reducción de aproximadamente 2% en comparación con las hijas de otros toros (ver cuadro LX). No obstante, la tasa de concepción de las hijas en calidad de vacas solo alcanzó 1.05 ± 1.86 ; evidenciando una gran fortaleza reproductiva aún bajo la influencia de la lactación; aunque las vacas adultas evidenciaron un mayor grado de dificultad para preñarse. Adicionalmente, se encontró que la facilidad de partos por reproductor en

promedio fue 94.9% y una dificultad de 5.10%; valor que está considerado como ideal en general; ya que en términos zootécnicos se considera que la dificultad al primer parto debe ser inferior al 7%. Por otro lado, la dificultad de las hijas de los reproductores Jersey fue 4.02 ± 0.48 y una facilidad del parto de 95.98%; reafirmando la importancia del peso corporal al nacer y del tamaño de la raza Jersey. La otra fortaleza de los reproductores Jersey fue la Habilidad para transmitir producción de leche en + 1125.80 con un tipo funcional de + 0.58; con una precio por pajilla de 11.90 \$ con un 94.60 lb de leche por cada dólar invertido.

Cuadro LX: Resumen descriptivo de los rasgos de reproducción en las progenies de los toros Jersey utilizados vía inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

Parámetro de salud y Reproducción (PTA)	Media	DE	CV (%)	Prueba de t
Tasa de preñez de las hijas Nov.	-1.99	2.53	127.55	Pr<.050
Tasa de concepción de las vacas	1.05	1.86	177.17	Pr<.107
Tasa de concepción en las vacas Adultas	-1.69	2.23	132.18	Pr <.04
Dificultad de partos crías/Toro	+5.10	1.39	27.25	Pr<.03
Dificultad de partos crías/Hijas	+4.02	0.48	11.86	Pr<.0001
Producción de Leche (lb)	+1125.80	567.13	50.38	Pr<.0001
Merito Neto (\$)	+100.60	40.47	40.23	Pr<.0001
Tipo Funcional	+0.58	0.51	87.12	Pr<.0001
Precio de la Pajilla (\$)	11.90	2.45	20.64	PR<.0001

La superioridad de la raza Jersey según la producción de leche por cada dólar invertido fue notoria y más aún cuando se contemple el peso corporal ya que esta es la raza lechera con el menor peso corporal y metabólico (Araúz, 2014).

Los indicadores generados en las pruebas de progenies de los toros Jersey mostraron la fortaleza para seguir avanzando en aspectos sensibles como la producción de leche, el conteo de las células somáticas, el tipo funcional total y la reproducción; lo cual ubica esta opción genética racial en una posición ventajosa.

4.6.3.3. Perfil de las correlaciones más sobresalientes de las progenies de los reproductores Jersey.

Las correlaciones entre los índices de la salud y la reproducción en los reproductores Jersey se muestran en el cuadro LXI y LXII; destacando la relación negativa entre el puntaje del conteo de células somáticas y la vida productiva (-0.73; $P < .0156$) y con la permanencia en la finca (-0.509; $P < .132$); lo que indica que al aumentar el conteo de células somáticas y el puntaje derivado de ello se produce una reducción en la vida productiva de las progenies de los reproductores Jersey. Simultáneamente, se observó que la correlación del puntaje de las células somáticas con el mérito neto (-0.37) y con el tipo general funcional (-.457); valores que no fueron significativos dado el bajo número de reproductores de la raza Jersey que participaron en esta evaluación.

Entre otras variables o indicadores de las progenies de los toros Jersey sobre sale el hecho de que la Habilidad Predicha para la producción de leche estuvo correlacionada negativamente con los indicadores de la reproducción (Tasa de preñez de las progenies y tasa de concepción de las vaca adultas). Este tipo de relación ha sido señalado para otras razas como en la Holstein y Pardo Suizo; sin embargo, ahora en la Jersey también se menciona. Adicionalmente, la producción de leche estuvo correlacionada positivamente con el mérito neto y con el tipo general; lo que plantea un nuevo paradigma entre producción y tipo específicamente en la raza Jersey.

Cuadro LXI: Correlaciones entre los índices generados en las pruebas de progenies en los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí.

	ECS	VP	LIB	TPH	TCV
ECS	1.00000	-0.73448 0.0156	-0.50965 0.1324	0.03557 0.9223	0.33297 0.3472
VP	-0.73448 0.0156	1.00000	0.82961 0.0030	0.38148 0.2767	0.06199 0.8649
LIB	-0.50965 0.1324	0.82961 0.0030	1.00000	0.03976 0.9132	0.09442 0.7953
TPH	0.03557 0.9223	0.38148 0.2767	0.03976 0.9132	1.00000	0.23717 0.5094
TCV	0.33297 0.3472	0.06199 0.8649	0.09442 0.7953	0.23717 0.5094	1.00000
TCA	0.07294 0.8413	0.35610 0.3125	-0.01631 0.9643	0.97075 <.0001	0.26618 0.4573
PPPA	0.21615 0.5487	-0.38684 0.2695	0.09967 0.7841	-0.78448 0.0072	0.00669 0.9854
PLE	0.13124 0.7178	-0.50696 0.1348	-0.33735 0.3405	-0.55628 0.0949	-0.61946 0.0561
MN	-0.37443 0.2864	0.11895 0.7435	0.21677 0.5475	-0.56944 0.0858	-0.45928 0.1818
GTPI	-0.45764 0.1835	0.17967 0.6194	0.20395 0.5720	-0.49494 0.1458	-0.43202 0.2125

Cuadro LXII: Correlaciones entre los índices generados en las pruebas de progenies en los toros Jersey utilizados en la Cuenca Lechera en la Provincia de Chiriquí.

	TCA	PPPA	PLE	MN	GTPI
ECS	0.07294 0.8413	0.21615 0.5487	0.13124 0.7178	-0.37443 0.2864	-0.45764 0.1835
VP	0.35610 0.3125	-0.38684 0.2695	-0.50696 0.1348	0.11895 0.7435	0.17967 0.6194
LIB	-0.01631 0.9643	0.09967 0.7841	-0.33735 0.3405	0.21677 0.5475	0.20395 0.5720
TPH	0.97075 <.0001	-0.78448 0.0072	-0.55628 0.0949	-0.56944 0.0858	-0.49494 0.1458
TCV	0.26618 0.4573	0.00669 0.9854	-0.61946 0.0561	-0.45928 0.1818	-0.43202 0.2125
TCA	1.00000	-0.80331 0.0051	-0.49838 0.1426	-0.48964 0.1509	-0.41762 0.2298
PPPA	-0.80331 0.0051	1.00000	0.48389 0.1565	0.36318 0.3023	0.27932 0.4345
PLE	-0.49838 0.1426	0.48389 0.1565	1.00000	0.44579 0.1966	0.39830 0.2543
MN	-0.48964 0.1509	0.36318 0.3023	0.44579 0.1966	1.00000	0.98640 <.0001
GTPI	-0.41762 0.2298	0.27932 0.4345	0.39830 0.2543	0.98640 <.0001	1.00000

La asociación entre los indicadores de la salud, la reproducción, la producción y el aporte económico de los reproductores Holstein, Pardo Suizo y Jersey son complejos ya que hay numerosos parámetros y caracteres que contribuyen en los procesos de la mejora genética; o en su defecto, hay múltiples genes y caracteres que definen la conformación, la salud, la reproducción y la productividad del ganado lechero en todas la extensión de las razas bovinas especializadas.

4.7. Comparación de los indicadores de producción, salud, reproducción y conformación entre las progenies de toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

La base de datos de las pruebas de progenies de cien toros empleados para el programa de inseminación artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí reportados en doce fincas lecheras Grado A fueron agrupados por raza (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) para realizar el análisis comparativo a través del análisis de varianza y la comparación de las medias a través del método de Tukey (Herrera y Barreras, 2000). Para ello, los diferenciales predichos para los parámetros reportados en las pruebas de progenies fueron clasificados en las categorías de producción y rendimientos de sólidos lácteos reproducción, salud, conformación y productividad. La comparación fue realizada para solventar varias interrogantes técnicas y administrativas que se plantean como por ejemplo; cuál de las razas lecheras Holstein, Pardo Suizo y Jersey ofrecen mayores ventajas biológicas y económicas. Como se ha señalado por varios investigadores y especialistas en producción y ciencia lechera (Bath et al., 1986; Ramírez, 2010; Visser y Wilson, 2006 y Arauz et al., 2015), cada raza posee sus virtudes en producción, reproducción, salud y productividad y resulta un tanto difícil comparar las razas. No obstante, las comparaciones son una alternativa para evaluar los mayores ofrecimientos genéticos y biológicos según las pruebas de progenies oficiales que describen los reproductores Holstein, Pardo Suizo y Jersey que corresponden a los toros que se utilizan para el Programa de Inseminación Artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.

4.7.1. Comparación de los indicadores predichos para producción y rendimiento de proteína y grasa láctea.

La habilidad predicha para la producción de leche fue diferente entre las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey ($P < .05$); sin embargo, los rendimientos de proteína y grasa no fueron diferentes entre las tres razas contempladas ($P > .05$). En este caso, el diferencial de la producción de leche fue la variable de mayor interés dado su efecto sobre el valor de la producción lechera en general; observándose que las progenies de los reproductores Holstein, Pardo Suizo y Jersey presentaron una media del diferencial lácteo de 860.44 ± 571.96 , 583.53 ± 478.89 y 125.80 ± 567.12 lb de leche durante el periodo de la lactación completa. Como puede observarse en estos datos, la raza Jersey presento el mayor diferencial predicho para la producción de leche, seguido de la raza Holstein y luego la raza Pardo Suizo (ver gráfica XXXI); lo cual llama la atención ya que la vaca de menor tamaño corporal mostró el mayor empuje en el mejoramiento de la producción lechera; coincidiendo con las apreciaciones de Visser y Wilson (2006) y con las publicaciones de Select Sires (2016) sobre como la raza Jersey ha logrado avanzar en términos del crecimiento del potencial lechero en comparación con otras razas lecheras en los últimos 20 años del mejoramiento genético. Es evidente, que muchas prácticas de alimentación, manejo y bienestar también han sido mejoradas; sin embargo, todas estas tecnologías también se han aplicado a la raza Holstein y Pardo Suizo.

La raza Jersey presentó el mayor diferencial para la producción de leche; superando a la raza Holstein en + 265.36 lb ($P > .05$) y a la Pardo Suizo en 583.53 lb ($P < .001$).

Cuadro LXIII: Análisis de varianza para el diferencial de la producción de leche y los rendimientos de proteína y grasa láctea de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

Variable dependiente: Habilidad Predicha para la Producción de leche o HPTPLE (lb)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1831818.83	915909.41	2.93	0.0581
Error	97	30313551.81	312510.84		
Total correcto	99	32145370.64			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	DPLE Media	
	0.056985	66.12257	559.0267	845.4400	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
RAZA	2	1831818.827	915909.413	2.93	0.0581
Error	97	30313551.81	312510.84		
Total correcto	99	32145370.64			

Variable dependiente: Habilidad Predicha para el Rendimiento de Proteína o HPTPPL (lb)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1085.04000	542.52000	1.82	0.1677
Error	97	28928.32000	298.23010		
Total correcto	99	30013.36000			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PR Media	
	0.036152	61.85294	17.26934	27.92000	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
RAZA	2	1085.040000	542.520000	1.82	0.1677
Error	97	28928.32000	298.23010		
Total correcto	99	30013.36000			

Variable dependiente: Habilidad Predicha para el Rendimiento de Grasa o DPGL (lb)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1578.84667	789.42333	1.45	0.2390
Error	97	52714.71333	543.45065		
Total correcto	99	54293.56000			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PG Media	
	0.029080	69.33976	23.31203	33.62000	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
RAZA	2	1578.846667	789.423333	1.45	0.2390
Error	97	52714.71333	543.45065		
Total correcto	99	54293.56000			

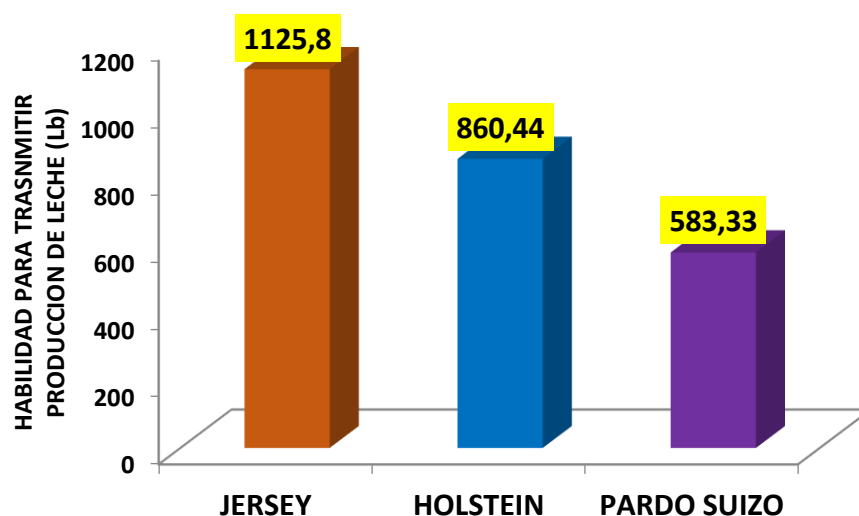
RAZAS: Holstein (1), Pardo Suizo (2) y Jersey (3)

Cuadro LXIV: Comparación de las medias del diferencial de la producción de leche según la raza de las progenies de toros (1: Holstein, 2: Pardo Suizo, 3: Jersey).

RAZA Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza			
3 - 1	265.36	-182.59	713.31	ns	
3 - 2	542.27	-0.96	1085.49	*	
1 - 3	-265.36	-713.31	182.59	ns	
1 - 2	276.91	-99.45	653.26	ns	
2 - 3	-542.27	-1085.49	0.96	*	
2 - 1	-276.91	-653.26	99.45	ns	

*($P < .05$), ns: No es significativo la diferencia ($P > .05$)

Gráfica XXXI: Medias de la Habilidad Predicha para la producción de leche en las progenies de toros Jersey, Holstein y Pardo Suizo.



El diferencial para el rendimiento de proteína y grasa no resultaron diferentes entre las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey ($P > .05$) como puede apreciarse en el análisis de varianza descrito en el cuadro LXIV con anterioridad. Ello indica que las variaciones en la composición de la leche en términos de proteína y grasa ajustados por los rendimientos lácteos diferenciales no mostraron que hubiese diferencias estadísticas entre las progenies según las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey. Sin embargo, lo más importante en este sentido es indicar que las progenies mostraron la habilidad para incrementar los rendimientos de proteína y grasa aunque no se detectó diferencias entre las razas.

4.7.2. Comparación de los indicadores de la productividad según la raza.

Como parte de productividad se utilizó el mérito neto, el mérito de queso y el mérito fluido; los cuales fueron establecidos con la misma metodología para las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey. El análisis de varianza para los tres indicadores de la productividad y el valor industrial mostró que estos fueron diferentes entre las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey ($P < .001$) como puede verse en el cuadro LXV. Las diferencias específicas para los tres méritos (neto, queso y fluido) fueron entre las razas Holstein y Pardo Suizo; mientras que ambas razas no mostraron diferencias con respecto a la Jersey (ver cuadro LXV).

Las potencialidades productivas según el mérito neto, de queso y fluido entre las razas Holstein y Jersey fueron paralelas a pesar de las grandes diferencias corporales; evidenciando el logro de la Jersey en su productividad; la cual se aproxima a la eficiencia lechera de la Holstein por su masa láctea producida.

Cuadro LXV: Análisis de varianza para los indicadores de productividad en las progenies de toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

Variable dependiente: MERITO NETO (\$)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	524648.573	262324.287	8.90	0.0003
Error	97	2858442.987	29468.484		
Total correcto	99	3383091.560			
R-cuadrado 0.155080 Coef Var 45.45942 Raiz MSE 171.6639 MN Media 377.6200					
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
RAZA	2	524648.5733	262324.2867	8.90	0.0003
Error	97	2858442.987	29468.484		
Total correcto	99	3383091.560			

Variable dependiente: Merito de Queso (\$)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	582695.313	291347.657	9.22	0.0002
Error	97	3065266.447	31600.685		
Total correcto	99	3647961.760			
R-cuadrado 0.159732 Coef Var 46.37530 Raiz MSE 177.7658 MQ Media 383.3200					
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
RAZA	2	582695.3133	291347.6567	9.22	0.0002
Error	97	3065266.447	31600.685		
Total correcto	99	3647961.760			

Variable dependiente: Merito Fluido (\$)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	484845.460	242422.730	9.15	0.0002
Error	97	2569583.780	26490.554		
Total correcto	99	3054429.240			
R-cuadrado 0.158735 Coef Var 44.92883 Raiz MSE 162.7592 MF Media 362.2600					
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
RAZA	2	484845.4600	242422.7300	9.15	0.0002
Error	97	2569583.780	26490.554		
Total correcto	99	3054429.240			

Este paralelismo se relaciona con el aumento en su potencial lechero y por su alto contenido de sólidos en la leche (Visser y Wilson, 2006); y en consecuencia, la tendencia en muchos modelos de producción lechera se orienta hacia el uso de la raza Jersey por sus múltiples conveniencias y ventajas (Arauz, 2014).

Cuadro LXVI: Comparación de las medias de los méritos neto, de queso y fluido en las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

MERITO NETO (\$)				
RAZA Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza		
1 - 3	81.05	-56.50	218.61	NS
1 - 2	200.85	85.28	316.42	*
3 - 1	-81.05	-218.61	56.50	NS
3 - 2	119.80	-47.01	286.61	NS
2 - 1	-200.85	-316.42	-85.28	*
2 - 3	-119.80	-286.61	47.0	NS

MERITO DE QUESO (\$)				
RAZA Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza		
1 - 3	98.21	-44.24	240.65	NS
1 - 2	209.11	89.43	328.78	*
3 - 1	-98.21	-240.65	44.24	NS
3 - 2	110.90	-61.84	283.64	NS
2 - 1	-209.11	-328.78	-89.43	*
2 - 3	-110.90	-283.64	61.8	NS

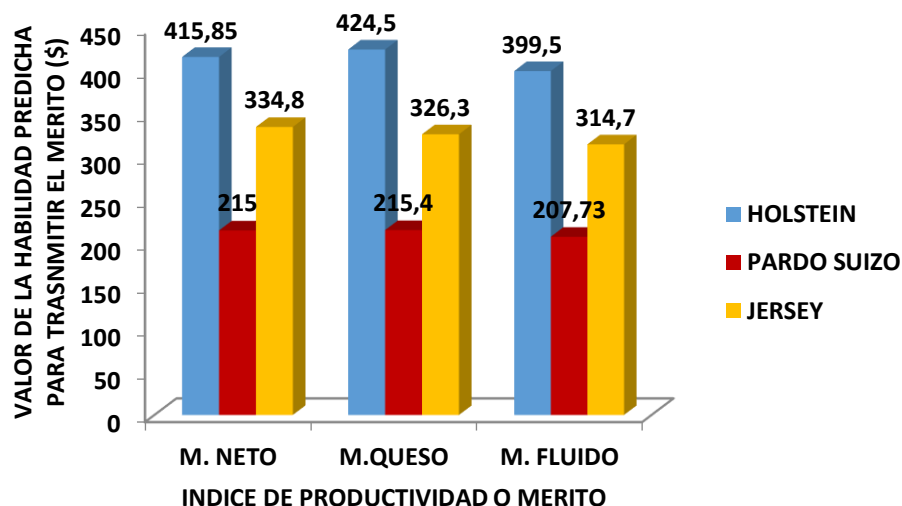
MERITO FLUIDO (\$)				
RAZA Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza		
1 - 3	84.81	-45.61	215.23	NS
1 - 2	191.77	82.20	301.35	*
3 - 1	-84.81	-215.23	45.61	NS
3 - 2	106.97	-51.19	265.12	NS
2 - 1	-191.77	-301.35	-82.20	*
2 - 3	-106.97	-265.12	51.19	NS

RAZAS: Holstein (1), Pardo Suizo (2) y Jersey (3)

*(p<.05), NS (p>.05)

El mérito neto para la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey presentaron el promedio de 415.85, 215.00 y 334.80 \$; en cuyo caso la raza Jersey se aproximó más que la Pardo suizo a la raza Holstein; aunque la diferencia estadística se observó entre la raza Holstein y Pardo Suizo (ver gráfica XXXII). Es evidente que la raza Holstein fue superior a las razas Jersey y Pardo Suizo; incluyendo los tres méritos (neto, queso y fluido). Esto es consecuencia de la mayor producción lechera sobre todo y de la contribución de los demás factores incluidos en la definición del mérito neto, de queso y fluido respectivamente. Sin embargo, es sobresaliente el desempeño de las progenies de los toros Jersey; lo cual coincide con las apreciaciones del crecimiento lechero y de la eficiencia en la vaca jersey y los datos de la presente evaluación reafirman la tendencia del potencial lechero. Según estos indicadores de producción y productividad, la raza Jersey obtuvo el 80% del mérito neto de la Holstein; el 77% del mérito de queso y el 79% del mérito fluido alcanzado por la raza Holstein. Sin embargo, la raza Pardo suizo solamente alcanzó el 82% del mérito neto, 50% del mérito de queso y el 52% del mérito fluido de la raza Holstein. Las diferencias en la raza Jersey ocurrieron a pesar de la gran desventaja metabólica en función de la disponibilidad de las reservas corporales y del menor consumo de materia seca que presenta la raza jersey en comparación con las razas pesadas (Holstein y Pardo Suizo) como ha señalado Visser y Wilson (2006) y Arauz (2014). Según Larson (1974; 1985) y Bauman y Currie (1980); la fase de producción lechera difiere entre las razas y las vacas de la misma raza en función de la capacidad metabólica, hormonal y enzimática para conducir nutrientes de origen corporal y dietético al sistema mamario para soportar la formación de los componentes y la secreción láctea.

Gráfica XXXII: Media del mérito neto, de queso y fluido en las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.



4.7.3. La conformación de las hijas según la raza y su comparación en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

La conformación general ajustada se determina para definir el Índice Tipo; el cual fue diferente entre las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey ($P < .002$); lo cual se presenta en el cuadro LXVII. La contribución de la conformación general funcional es importante para los programas de mejora genética lechera; como ha señalado Simón (2005) y Vargas (2012). En la presente investigación se observó que la conformación corporal funcional o Tipo fue diferentes entre las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

En la práctica, el promedio del tipo en la raza Jersey fue diferente del promedio grupal de la Holstein y Pardo Suizo (ver cuadro LXVII); evidenciando su superioridad en la conformación funcional.

Cuadro LXVII: Análisis de varianza para el tipo y comparaciones según las razas.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	6.37549200	3.18774600	6.34	0.0026
Error	97	48.74295200	0.50250466		
Total correcto	99	55.11844400			
R-cuadrado		Coef Var	Raiz MSE	TIPO Media	
		0.115669	75.14052	0.708876	0.943400
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
RAZA	2	6.37549200	3.18774600	6.34	0.0026
Error	97	48.74295200	0.50250466		
Total correcto	99	55.11844400			

RAZA Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza	
3 - 1	0.6841	0.1161 1.2522	*
3 - 2	1.0233	0.3345 1.7122	*
1 - 3	-0.6841	-1.2522 -0.1161	*
1 - 2	0.3392	-0.1380 0.8164	ns
2 - 3	-1.0233	-1.7122 -0.3345	*
2 - 1	-0.3392	-0.8164 0.1380	ns

*(P<.05), ns(P>.05).

Otro de los aspectos comparados fue el precio de la pajilla; lo cual resulto diferente entre las razas; observándose que hubo una diferencia estadística entre las razas Holstein y Pardo Suizo (P<.001); siendo las medias el tipo en las razas Holstein 0.92, Pardo Suizo 0.59 y en la Jersey 1.61 (ver cuadro LXVIII). Como se observa, la raza Jersey presentó en promedio un tipo funcional de mayor magnitud en comparación con las otras razas. En otros términos; las hijas de los toros Jersey fueron superiores en el modelo del tipo funcional; alcanzando un mayor puntaje dentro del concepto del tipo en el modelo de mejora animal tipo leche.

Cuadro LXVIII: Resumen de los indicadores en la prueba de progenies en toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí.

----- RAZA=1 (HOLSTEIN) -----					
Procedimiento MEANS					
Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Variable	observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
TORO	75	38.0000000	21.7944947	1.0000000	75.0000000
PPPA	75	11.0160000	1.4728204	8.0000000	20.0000000
DPLE	75	860.4400000	571.9591093	-550.0000000	2127.00
PR	75	28.9866667	16.5100243	-6.0000000	69.0000000
PG	75	34.9600000	24.0985813	-29.0000000	81.0000000
PP	75	63.9333333	37.1397410	-27.0000000	133.0000000
MN	75	415.8533333	185.0697964	6.0000000	726.0000000
MQ	75	424.5066667	192.7083901	5.0000000	740.0000000
GM	75	395.2533333	183.9154545	21.0000000	749.0000000
MF	75	399.5066667	174.8706374	15.0000000	698.0000000
TIPO	75	0.9258667	0.7679089	-1.8500000	2.4200000
Variable	observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
----- RAZA=2 (Pardo Suizo) -----					
Procedimiento MEANS					
Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Variable	observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
TORO	15	8.0000000	4.4721360	1.0000000	15.0000000
PPPA	15	12.5833333	2.6112166	8.0000000	15.5000000
DPLE	15	583.5333333	478.8887235	-350.0000000	1276.00
PR	15	20.2666667	14.3599973	-11.0000000	40.0000000
PG	15	24.3333333	18.7451581	-11.0000000	51.0000000
PP	15	44.6000000	30.9095455	-22.0000000	88.0000000
MN	15	215.0000000	106.1299742	31.0000000	392.0000000
MQ	15	215.4000000	101.6512244	48.0000000	406.0000000
GM	15	176.0000000	99.1463565	-6.0000000	352.0000000
MF	15	207.7333333	98.7409791	24.0000000	365.0000000
TIPO	15	0.5866667	0.5111146	-0.6000000	1.3000000
Variable	observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
----- RAZA=3 (Jersey) -----					
Procedimiento MEANS					
Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Variable	observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
TORO	10	5.5000000	3.0276504	1.0000000	10.0000000
PPPA	10	11.9000000	2.4560583	7.5000000	15.7500000
DPLE	10	1125.80	567.1287920	388.0000000	1884.00
PR	10	31.4000000	25.5395119	-15.0000000	71.0000000
PG	10	37.5000000	23.1432736	12.0000000	90.0000000
PP	10	68.9000000	47.0447777	-3.0000000	161.0000000
MN	10	334.8000000	135.8886799	138.0000000	574.0000000
MQ	10	326.3000000	138.4445737	176.0000000	602.0000000
GM	10	243.2000000	96.3544383	113.0000000	410.0000000
MF	10	314.7000000	137.5120601	52.0000000	515.0000000
TIPO	10	1.6100000	0.4012481	0.9000000	2.3000000

4.7.4. Correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies según la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

Una forma de evaluar los resultados de las pruebas de progeñie es mediante el uso de las correlaciones de los indicadores de la producción, conformación y productividad dentro de cada raza; en este caso Holstein, Pardo Suizo y Jersey. Aunque fueron múltiples indicadores los generados según los reportes oficiales para los reproductores incluidos en la base de datos; se consideró solamente el diferencial de la producción de leche bajo el concepto de la habilidad para transmitir producción y su vinculación con el tipo y algunos indicadores de productividad como el mérito neto; dado la importancia que representa la producción de leche, el tipo o la conformación funcional y el mérito neto sin menos preciar otros indicadores.

En la raza Holstein, los 75 toros mostraron una correlación positiva del diferencial de la producción de leche con el mérito neto de 0.427 ($P < .0001$) y con el tipo se encontró una correlación positiva de 0.34 ($P < .002$); mientras que con el mérito fluido la correlación fue 0.55 ($P < .0001$); demostrando el beneficio aditivo de los procesos del mejoramiento genético en la raza a través de las últimas décadas (ver cuadro LXIX). En el marco de la composición láctea, la correlación del diferencial de la producción de leche con la producción de grasa fue 0.49 ($P < .0001$) y con el rendimiento diferencial de proteína 0.69 ($P < .0001$). Estas correlaciones evidencian la fortaleza entre la producción y el rendimiento de grasa y proteína; así como el avance logrado en la conformación funcional a través del tipo en la raza Holstein. Estos resultados coinciden con lo planteado por Visser y Wilson (2006) y Ramírez (2010) que destacan la

importancia del mejoramiento genético productivo; lo cual es un requisito para sostener la actividad lechera frente al alza de los costos de producción; especialmente en el medio tropical (Arauz, 2014).

Cuadro LXIX: Matriz de correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies en los toros Holstein.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 75					
Prob > r suponiendo H0: Rho=0					
	PPPA	DPLE	PR	PG	PP
PPPA	1.00000	0.25250	0.28210	0.36667	0.36333
		0.0289	0.0142	0.0012	0.0014
DPLE	0.25250	1.00000	0.74622	0.49141	0.65037
		0.0289	<.0001	<.0001	<.0001
PR	0.28210	0.74622	1.00000	0.66187	0.87369
		0.0142	<.0001	<.0001	<.0001
PG	0.36667	0.49141	0.66187	1.00000	0.94294
		0.0012	<.0001	<.0001	<.0001
PP	0.36333	0.65037	0.87369	0.94294	1.00000
		0.0014	<.0001	<.0001	<.0001
MN	0.23637	0.42774	0.67101	0.79529	0.81438
		0.0412	<.0001	<.0001	<.0001
MQ	0.22662	0.36608	0.67233	0.78303	0.80702
		0.0506	<.0001	<.0001	<.0001
GM	0.19757	0.27909	0.54502	0.69623	0.69416
		0.0893	<.0001	<.0001	<.0001
MF	0.24715	0.55538	0.64212	0.79281	0.79993
		0.0325	<.0001	<.0001	<.0001
TIPO	0.33900	0.34301	0.49848	0.45172	0.51448
		0.0029	<.0001	<.0001	<.0001
	MN	MQ	GM	MF	TIPO
PPPA	0.23637	0.22662	0.19757	0.24715	0.33900
		0.0412	0.0893	0.0325	0.0029
DPLE	0.42774	0.36608	0.27909	0.55538	0.34301
		0.0001	0.0153	<.0001	0.0026
PR	0.67101	0.67233	0.54502	0.64212	0.49848
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PG	0.79529	0.78303	0.69623	0.79281	0.45172
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PP	0.81438	0.80702	0.69416	0.79993	0.51448
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
MN	1.00000	0.99518	0.96972	0.97302	0.42772
		<.0001	<.0001	<.0001	0.0001
MQ	0.99518	1.00000	0.97080	0.94604	0.42836
		<.0001	<.0001	<.0001	0.0001
GM	0.96972	0.97080	1.00000	0.93056	0.38123
		<.0001	<.0001	<.0001	0.0007
MF	0.97302	0.94604	0.93056	1.00000	0.40337
		<.0001	<.0001	<.0001	0.0003
TIPO	0.42772	0.42836	0.38123	0.40337	1.00000
		0.0001	0.0007	0.0003	

En la raza Pardo Suizo la correlación del diferencial de producción de leche de las progenies de 15 reproductores utilizados en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí con el tipo fue 0.04 ($P>.87$), con el mérito neto 0.67 ($P<.0001$) y con el mérito fluido 0.79 ($P<.0001$). Adicionalmente, la habilidad para transmitir producción de leche asociado con las progenies de los toros Pardo Suizo con la grasa láctea se correlacionó con un valor de 0.46 ($P<.10$) y con el rendimiento de proteína en 0.66 ($P<.01$) como se muestra en el cuadro LXX. En la raza Pardo Suizo se observó una correlación positiva entre el diferencial para la producción de leche y los rendimientos de grasa y proteína; así como con el mérito neto y fluido; sin embargo, la correlación con el tipo o conformación funcional fue muy baja; aunque supero la condición negativa reportada por Wilcox (1978).

Las razas Holstein y Pardo Suizo poseen una estructura corporal y una mayor masa somática; por lo cual la aplicación del tipo y su correlación con la producción de leche es más probable que se correlaciones positivamente según Van Vleck (1974) y Bath et al., (1986); especialmente la raza Holstein que posee una conformación más angular y una menor masa corporal de tipo muscular en comparación con la raza Pardo Suizo. Igualmente, en las progenies de los reproductores Pardo Suizo se observó la tendencia para mejorar la producción, longevidad y capacidad de rendimiento de los sólidos proteicos relacionados con la grasa y la proteína; aunque el tipo no fue sobresaliente en su magnitud correlativa; destacando las virtudes genéticas para producción, composición láctea y productividad (ver cuadro LXX).

Cuadro LXX: Matriz de correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies en los toros Pardo Suizo.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 15 Prob > r suponiendo H0: Rho=0					
	PPPA	DPLE	PR	PG	PP
PPPA	1.00000	0.57134 0.0261	0.62751 0.0123	0.43170 0.1081	0.55334 0.0324
DPLE	0.57134 0.0261	1.00000	0.82815 0.0001	0.46274 0.0824	0.66537 0.0068
PR	0.62751 0.0123	0.82815 0.0001	1.00000	0.73893 0.0016	0.91271 <.0001
PG	0.43170 0.1081	0.46274 0.0824	0.73893 0.0016	1.00000	0.94974 <.0001
PP	0.55334 0.0324	0.66537 0.0068	0.91271 <.0001	0.94974 <.0001	1.00000
MN	0.10671 0.7051	0.67181 0.0061	0.69520 0.0040	0.63105 0.0116	0.70568 0.0033
MQ	0.20902 0.4547	0.72012 0.0025	0.75193 0.0012	0.64038 0.0101	0.73769 0.0017
GM	0.03228 0.9091	0.66826 0.0065	0.58573 0.0218	0.42984 0.1098	0.53279 0.0409
MF	0.17816 0.5253	0.79335 0.0004	0.69252 0.0042	0.51775 0.0481	0.63572 0.0109
TIPO	0.41567 0.1233	0.04550 0.8721	0.49101 0.0631	0.50746 0.0535	0.53586 0.0395

Coeficientes de correlación Pearson, N = 15 Prob > r suponiendo H0: Rho=0					
	MN	MQ	GM	MF	TIPO
PPPA	0.10671 0.7051	0.20902 0.4547	0.03228 0.9091	0.17816 0.5253	0.41567 0.1233
DPLE	0.67181 0.0061	0.72012 0.0025	0.66826 0.0065	0.79335 0.0004	0.04550 0.8721
PR	0.69520 0.0040	0.75193 0.0012	0.58573 0.0218	0.69252 0.0042	0.49101 0.0631
PG	0.63105 0.0116	0.64038 0.0101	0.42984 0.1098	0.51775 0.0481	0.50746 0.0535
PP	0.70568 0.0033	0.73769 0.0017	0.53279 0.0409	0.63572 0.0109	0.53586 0.0395
MN	1.00000	0.97622 <.0001	0.95279 <.0001	0.95687 <.0001	0.12233 0.6641
MQ	0.97622 <.0001	1.00000	0.93398 <.0001	0.93379 <.0001	0.14556 0.6047
GM	0.95279 <.0001	0.93398 <.0001	1.00000	0.95043 <.0001	-0.08655 0.7591
MF	0.95687 <.0001	0.93379 <.0001	0.95043 <.0001	1.00000	-0.01706 0.9519
TIPO	0.12233 0.6641	0.14556 0.6047	-0.08655 0.7591	-0.01706 0.9519	1.00000

En la raza Jersey se observó una correlación negativa entre la producción de leche y el tipo ($r = -0.30$, $P > .39$); mientras que con la producción de grasa fue 0.66 ($P < .03$) y producción de proteína 0.69 ($P < .02$). Otras correlaciones del DPLE por ejemplo con el mérito neto fue 0.44 ($P > .10$) y con el mérito fluido 0.37 ($P > .10$) como se observa en el cuadro LXXI. Sin embargo, hemos de recordar que la raza Jersey posee la menor masa corporal y en consecuencia la aplicación del tipo para juzgar o evaluar el desempeño productivo debe hacer énfasis en la producción y los rendimientos de proteína y grasa (Asociación Jersey de los Estados Unidos, 2018). En esta raza, muchas correlaciones resultaron negativas entre el tipo y los indicadores de la producción y composición láctea; donde incluso la producción de leche se correlaciona negativamente con la tasa de preñez en las progenies. Mucho se ha sostenido que la producción de leche tiene efectos negativos sobre la reproducción en las razas pesadas, medianas y en la Jersey; sobre la base de que el mayor esfuerzo metabólico para exportar nutrientes vía el sistema mamario ocasiona un estado deficitario orgánico y sistémico que afecta el sistema glandular y los ovarios; limitando la capacidad reproductiva y la fertilidad en la vaca lechera (Nebel, 1997); sobre todo porque incrementa el balance energético negativo (Butler y Smith, 1989; Lucy, 2003). Por ello se han recomendado estrategias variadas para cuidar el estado nutricional de la vaca lechera en producción; especialmente cuando se alcanzan producciones superiores a los 5000 kg en el medio tropical (Araúz, 2018) y de manera estandarizada en los climas templados (NRC, 2001).

Cuadro LXXII: Matriz de correlaciones de los indicadores de las pruebas de progenies en los toros Jersey.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 10 Prob > r suponiendo H0: Rho=0					
	PPPA	DPLE	PR	PG	PP
PPPA	1.00000	0.48389 0.1565	0.72856 0.0169	0.37961 0.2793	0.58227 0.0774
DPLE	0.48389 0.1565	1.00000	0.66707 0.0351	0.66773 0.0349	0.69062 0.0270
PR	0.72856 0.0169	0.66707 0.0351	1.00000	0.86736 0.0012	0.96957 <.0001
PG	0.37961 0.2793	0.66773 0.0349	0.86736 0.0012	1.00000	0.96281 <.0001
PP	0.58227 0.0774	0.69062 0.0270	0.96957 <.0001	0.96281 <.0001	1.00000
MN	0.36318 0.3023	0.44579 0.1966	0.79372 0.0061	0.79575 0.0059	0.82236 0.0035
MQ	0.06758 0.8529	0.27473 0.4424	0.61811 0.0568	0.79130 0.0064	0.72484 0.0177
GM	-0.00714 0.9844	0.26433 0.4605	0.47898 0.1613	0.66374 0.0364	0.58655 0.0747
MF	0.50111 0.1401	0.37329 0.2880	0.82648 0.0032	0.75942 0.0108	0.82226 0.0035
TIPO	0.20576 0.5685	-0.30257 0.3955	-0.02320 0.9493	-0.13461 0.7108	-0.07882 0.8287
	MN	MQ	GM	MF	TIPO
PPPA	0.36318 0.3023	0.06758 0.8529	-0.00714 0.9844	0.50111 0.1401	0.20576 0.5685
DPLE	0.44579 0.1966	0.27473 0.4424	0.26433 0.4605	0.37329 0.2880	-0.30257 0.3955
PR	0.79372 0.0061	0.61811 0.0568	0.47898 0.1613	0.82648 0.0032	-0.02320 0.9493
PG	0.79575 0.0059	0.79130 0.0064	0.66374 0.0364	0.75942 0.0108	-0.13461 0.7108
PP	0.82236 0.0035	0.72484 0.0177	0.58655 0.0747	0.82226 0.0035	-0.07882 0.8287
MN	1.00000	0.90392 0.0003	0.87179 0.0010	0.97355 <.0001	0.30836 0.3860
MQ	0.90392 0.0003	1.00000	0.89581 0.0005	0.84169 0.0023	0.19336 0.5925
GM	0.87179 0.0010	0.89581 0.0005	1.00000	0.78937 0.0066	0.30860 0.3856
MF	0.97355 <.0001	0.84169 0.0023	0.78937 0.0066	1.00000	0.40402 0.2469
TIPO	0.30836 0.3860	0.19336 0.5925	0.30860 0.3856	0.40402 0.2469	1.00000

Las metas zootécnicas y económicas en la ganadería de leche y el mejoramiento genético están orientadas hacia la búsqueda de animales con mayor techo de producción, un mejor sistema mamario, aplomos balanceados, una mayor calidad láctea por células somáticas y longevidad; sobre la base de una reproducción eficiente. Las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey han mostrado a través de las pruebas de progenies que están siendo utilizadas apropiadamente en la cuenca lechera de la provincia de Chiriquí; sin embargo, es posible efectuar algunas mejoras integrando las pruebas de progenies, las evaluaciones de la producción de leche y enfatizar en el proceso de la selección funcional; lo cual se hará más necesario en la medida en que se requiera una mayor eficiencia biológica y económica del ganado lechero; especialmente en el clima tropical donde las condiciones ambientales limitan la habilidad lechera en lugar de favorecerla y donde los costos de producción han sufrido grandes incrementos en componentes como la alimentación, mano de obra, los insumos veterinarios, las prestaciones sociales, el mantenimiento de los equipos y las infraestructuras, el manejo de las pasturas y el servicio técnico especializado (Ramírez, 2010; Arauz, 2014, 2018).

4.8. El perfil lineal de las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

El perfil lineal de las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey fue contemplado de acuerdo con las normativas de inclusión en los índices de producción y productividad con valor genético que caracterizan las pruebas de progenies de conformidad con la Asociación de mejoramiento Genético de los Estados Unidos (NAAB), la Asociación Holstein de los Estados Unidos, la Asociación de Ganado Pardo Suizo de los Estados Unidos y Canadá, la Asociación Jersey de los Estados Unidos, El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Programa de mejoramiento Genético lechero adscrito al DHIA (Dairy Herd Improvement Association) también reconocida como la Asociación de Mejoramiento de Ganado Lechero en los Estados Unidos.

Los índices que fueron utilizados y que incluyen los rasgos lineales de las progenies fueron la Habilidad para transmitir el Desempeño Total o Índice de Producción Tipo Total (IPT), la Habilidad para Transmitir el Merito Neto (MN), el Mérito de Queso (MQ), el Mérito Fluido (MF), El Índice Compuesto de Patas y Pezuñas (ICPYP), el Índice Compuesto de Ubre (ICU) y Índice de conformación funcional total (Tipo). Los rasgos lineales han sido incorporados en los índices de desempeño biológico, de la salud, reproducción y productividad con la firme intención de fortalecer el mejoramiento genético integral en el modelo de la vaca lechera moderna. El enfoque individual de los rasgos lineales no fue parte de los objetivos e intereses en la presente investigación, donde se busca fortalecer en la actualidad la conformación,

productividad y la longevidad basada en una vida productiva con un mayor grado vitalicio y de rentabilidad; a la vez que se mantengan los caracteres benefactores de dicho desempeño en las futuras generaciones o progenies.

Los descriptores individuales del perfil lineal están presentes en la información que detalla cada reproductor Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los catálogos de toros en las razas lecheras (CRI, 2018; Select Sires, 2018; Alta Genetic, 2018; ABS, 2018, Semex, 2018) y en muchas otras fuentes de literatura relacionadas con el mejoramiento genético del ganado lechero; así como en la literatura sobre la Evaluación Lineal en el Ganado Lechero (Asociación Holstein de los Estados Unidos, 2016; Federación Holstein de los Estados Unidos, 2018).

Finalmente, los indicadores lineales en las progenies de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey han sido incorporados en los diversos índices que permiten integrar el mejoramiento genético en el modelo de la vaca lechera; propuesto para el futuro de la ganadería de leche como la vaca ideal (Schmidt y Van Vleck, 1974; Wilcox, 1978; Bath et al., 1986, 1988; Holmes y Wilson, 1989; Simon, 2005; Visser y Wilson, 2006; Powell, 2008; Vargas, 2012 y DHIA, 2018). Con los avances de la genómica y la biotecnología genética será más factible en economía y tiempo para avanzar en el proceso de la selección y el mejoramiento genético del ganado lechero; permitiendo la evaluación de los reproductores, reproductoras y progenies para hacer de la actividad ganadera tipo leche más eficiente y rentable en el mundo (Ponce, 2019).

V CONCLUSIONES

- ❖ El orden de la participación racial de los reproductores tipo leche utilizados en la cuenca lechera de Bugaba y las Tierras Altas de la Provincia de Chirquí a través de la Inseminación Artificial para el mejoramiento genético tipo leche fue y es encabezada por la raza Holstein (75%), seguido por las razas Pardo Suizo (15%) y Jersey (10%).
- ❖ Los reproductores de la raza Holstein, Pardo suizo y Jersey utilizados para la inseminación artificial en la Cuenca Lechera de Chiriqui presentan una habilidad para transmitir producción de leche, compuestos de ubre, compuestos de patas y pezuñas y la conformación funcional positivas según las pruebas de progenies oficiales que indican el potencial para mejorar nuestra ganadería de leche con visión de alto potencial lechero y potencial de productividad longeva.
- ❖ La ponderación de los índices de conformación funcional y de productividad lechera según la información genética oficial de los toros Holstein, Pardo Suizo y Jersey sustentan que el programa de mejoramiento genético a través de la Inseminación Artificial aplicado en los últimos tres años en la Cuenca Lechera de Chiriquí representa una garantía para el mejoramiento genético y productivo con una proyección del aporte aditivo en beneficio de la ganadería lechera nacional.

- ❖ La aplicación de la tendencia en el mejoramiento genético de una raza a través de los reproductores debidamente evaluados a través de las pruebas de progenie indicó que hay un crecimiento genético positivo o apreciable en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; sin embargo, la selección de los reproductores y la decisión de adquirir un reproductor en la finca es una decisión mayormente ejercida por el productor; lo cual deja un espacio frágil o débil para el programa de mejoramiento genético cuando no se cuenta con un registro apropiado de las vacas y sus progenitores, cuando los toros muestran ciertas deficiencias genéticas de producción, calidad láctea, conformación y productividad extrema negativa como se observó en una pequeña proporción de los reproductores incluidos en el estudio.
- ❖ La raza Jersey fue la alternativa genética que mostró la mayor solidez en su capacidad para efectuar un aporte en la producción de leche y el rendimiento de sólidos como la proteína y grasa láctea; sobresaliendo en su habilidad para transmitir una alta producción de leche de conformidad con los reproductores utilizados en la cuenca lechera de Chiriquí y en base a sus pruebas de progenies oficiales; superando a la raza Holstein y a la Pardo Suiza.
- ❖ La menor contribución genética en la conformación funcional y el tipo fue la raza Jersey; lo cual se sustenta en sus características biológicas y somáticas, pero adversando al mismo tiempo en forma positiva con una menor reserva corporal para impulsar el crecimiento en el potencial lechero de las progenies con un rango de PTA para leche positivo que favorece del potencial lechero.

- ❖ La raza Pardo Suizo mostró la menor habilidad para contribuir en la conformación funcional o el tipo de acuerdo con los indicadores genéticos propios de sus pruebas de progenies; sin embargo, mostró una buena consistencia para contribuir en la producción de leche, el rendimiento de proteína y grasa y para mejorar la productividad lechera.
- ❖ Los registros inherentes de los reproductores Holstein, Pardo Suizo y Jersey no evidenció que estos presenten genes letales o sub letales; los cuales se encuentre en un nivel de riesgo genético como progenitores y por ende los mismos son garantes del mejoramiento genético lechero en la región de la Provincia de Chiriquí; siempre y cuando los mismos sean utilizados sin conducir a la consanguinidad producto del apareamiento entre parientes cercanos.
- ❖ La información genética de las pruebas de progenies en los reproductores tipo leche utilizados en la Cuenca Lechera de Chiriquí evidenció que la raza Holstein fue la más consistente en su habilidad múltiple para transmitir alta producción de leche y alta conformación funcional a través del Tipo; lo cual representa un giro moderno para la vaca lechera en las futuras generaciones ya que esta relación era conocida por muchos años como inversa.
- ❖ La raza Jersey fue la de mayor Habilidad para transmitir la producción lechera entre las tres razas lecheras consideradas; evidenciando su fortaleza lechera a pesar de su menor masa corporal.

VI RECOMENDACIONES

- Establecer un programa de evaluación lineal secuencial para las novillas y vacas lecheras a nivel de finca donde se pueda generar un registro paralelo a los datos de crecimiento, reproducción, producción y salud que faciliten orientar o dirigir el programa de inseminación artificial con miras a la corrección de falencias genéticas ligadas al fenotipo y con ello maximizar el aporte de la inseminación artificial que actualmente es utilizada con apoyo de la evaluación lineal y la inseminación dirigida.
- Incrementar el uso del registro manual y computarizado para las fincas lecheras; donde no solo se incluyan los parámetros biológicos tradicionales; sino también se haga énfasis en la genealogía, la evaluación lineal y las metas del mejoramiento individual para potenciar la productividad lechera.
- Realizar investigaciones que permitan valorar los componentes del crecimiento, reproducción, producción, salud y conformación que contribuyan para crear las bases para la evolución fenotípica y genética de la ganadería de leche en Panamá; facilitando así la aplicación de los criterios de la selección funcional en la ganadería de leche en nuestro medio acorde con las normas de manejo, alimentación y cuidado en las fincas lecheras de Panamá.

VII BIBLIOGRAFÍA

Almeida, F. 2014. Manual de Juzgamiento Ganadero. Octubre, Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp 12 - 56.

Alta Genetic, 2014. Catalogo de toros para la Inseminación Artificial. USA

ABS, 2017. Catalogo de toros para Inseminación Artificial. USA

American Jersey Cattle Association. 2013. Why Jersey Cows. National All-Jersey Inc. information on programs and services, performance and market statistics, Jersey research reports and news www.infoJersey.com Online recording of registrations and transfers, ordering JerseyTags, Official Performance Pedigrees complete with current USDA-AJCA genetic evaluations, production summaries, and type information, and JerseyMate™ JerseyJournal.USJersey.com Jersey Journal, official publication of the American Jersey Cattle Association and National All-Jersey Inc., and the only monthly magazine in the world devoted to providing news and information about the Jersey breed Connect at Facebook.com/USJersey. Citado: 10/012019.

Araúz, Edil E., Reinaldo De Armas, Eduardo Araúz Y. y Joseph Grajales. 2014. Principales Indicadores del Patrón Reproductivo y Lactacional en la Vaca Lechera e Importancia del Manejo Preventivo en el Trópico. Laboratorio de Fisiología Animal y Ciencia Lechera, Depto. de Zootecnia, Universidad de Panamá. Engormix.com disponible en: <http://www.engormix.com>

Araúz, E. E. 2006. Efectos del Estrés Calórico sobre la Producción de leche y el Desempeño Reproductivo en la Vaca Lechera en Lactación en el medio Tropical y sus Implicaciones Productivas en Panamá. Congreso Científico Agropecuario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Septiembre.

Araúz, E. E. 2016.

Araúz, E. E. 2017. Procedimiento para la evaluación lineal en la vaca lechera en producción. En: Guía didáctica de Selección Bovina (LCPA 445). Programa académico del curso d selección bovina. Carrera de Ingeniero Zootecnista, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2018. Factores determinantes del progreso genético en la ganadería de leche y su importancia en los programas de mejoramiento funcional y productivo. En:

Selección Bovina. Carrera de Ingeniero Zootecnista, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2018a. Morfosimetría y dimensiones de las razas lecheras especializadas. En: Guía didáctica de producción lechera tropical. Asignatura: Producción bovina de leche. Carrera de Ingeniero Zootecnista.

Araúz, E. E. 2018b. Familias panameñas con tradición lechera en la República de Panamá. Consulta personal en el Laboratorio de Fisiología Animal y Ciencia Lechera del Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Sede de Chiriquí), Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2012. Habilidad más probable de producción de leche (HMPPL) y su importancia funcional en los hatos lecheros para la selección funcional. En: Selección del Ganado Bovino. Curso de Licenciatura, Carrera de Ingeniero Zootecnista, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2008. Indicadores zootecnimétricos de la producción lechera y características de las fincas productoras de leche en Panamá. En: Guía didáctica de producción de Leche, procedimientos de laboratorio e investigación lechera. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2008a. Características de la Producción de Leche en Panamá. En: Curso de Ganadería de Leche. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2010. Principales registros biológicos para evaluar la capacidad funcional de la vaca lechera y su importancia para mejorar el manejo y la eficiencia en la producción lechera. www.engormix.com › Lechería › Artículos técnicos › Manejo.

Araúz, E. E. y E. E. Arauz, 2014.Cuál es la mejor opción genética racial funcional para la producción lechera en el clima tropical. Disponible en <https://www.engormix.com/.../cual-mejor-opcion-genetica-t31580..> Citado 10 de Enero de 2019.

Araúz, E. E. 2012. Habilidad más probable de producción de leche (HMPPL) y su importancia funcional en los hatos lecheros para la selección funcional. En: Selección del Ganado Bovino. Curso de Licenciatura, Carrera de Ingeniero Zootecnista, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2008b. Evaluación funcional y selección de las vacas y progenies según los registros de la finca lechera para incrementar la productividad. Congreso Internacional de Producción Lechera, Aprogalsa, Hotel Bambito, Volcán, Chiriquí, República de Panamá.

Araúz, E. E., Guevara, D., Araúz, E., Caballero S., y P. Guerra. 2015. Generalidades y situación actual de la ganadería en Panamá. EN: La Ganadería en América Latina y el Caribe. Pag. 419 – 441. ALPA.

Arechiga. F. C., Galina H. C., Hernández C. J., Porras A. A., Rangel P. L., Romo G. S., Saharrea M. A., Valencia M. J., Zarco Q. L. 2002. Mejoramiento animal: reproducción, bovinos. FMVZ-UNAM. División sistema universidad abierta y educación a distancia (SUA). México D.F

Asociacion Holstein de los Estados Unidos. 2018. Linear Type Evaluations. Holstein Association USA, Inc, 1 Holstein Place, PO Box 808, Brattleboro, VT 05302-0808, tel. 800.952.5200 | fax. 802.254.8251, ©2018 Holstein Association USA.

Bath, D. L., F. N. Dickinson, H. A. Tucker y R. D. Appleman. 1986. Mantenimiento de Registros Lecheros. En: Principios, Prácticas, Beneficios y Problemas en la producción de Leche. Editorial McGraw-Hill, USA. Pág. 54 -71.

Bath, D. L., F. N. Dickinson, H. A. Tucker y R. D. Appleman. 1998. Mantenimiento de Registros Lecheros. En: Principios, Prácticas, Beneficios y Problemas en la producción de Leche. Editorial McGraw-Hill, USA. Nueva edición.

Bearden J. H., Fuquay. J. W. 1982. Reproducción animal aplicada. Ed. El manual moderno. México D.F.

Bath D. L. Dickinson F. N.; Tucker, H. A.; y Appleman R. D. 1998. El mejoramiento Genético en el Ganado Lechero e indicadores en las pruebas de progenies. En: Ganado Lechero: Practicas, Problemas y Beneficios en la Produccion Lechera. Editorial Freeman & Company, California, USA.

Bauman, d. and W. B. Currie. 1980. Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: A Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorrhesis. Journal of Dairy Science 1980J Dairy Sci 63:1514-1529.

Batista, J. R., E. E. Arauz, R. De Armas y P. Guerra. 2008. Potencial lechero de la raza Holstein en las lecherías Grado A en Panamá. Parte de la Tesis de maestría en Produccion Animal, Vicerrectoria de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá.

Becker, R. B. 1959. The Origen of Dairy Breeds. University of Florida Presses. Gainesville, FI, USA.

Becker, W. 1982, 1984. Repeatability and Heritability. En: Manual of Quantitative Genetics. Washington State University. Academic Enterprises, Pullman, WA, USA.

Bowman J. 1983, 2004. An Introduction to Animal Breeding. Editorial Edagricole. Bologna, Italia. 21-22.

British Society of Animal Science. 2018. Proceedings of an Occasional Meeting on Milk Composition, Belfast, p. 20. <<http://www.bsas.org.uk/meetings/prevocc.htm>. Citado en Diciembre, 2018.

Butler, W.R. and R.D. Smith. 1989 Interrelationship between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. J. Dairy Sci. 72:767- 783.

Choa, P. 2008. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. Departamento de Genética y Bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Archivo de internet. Pdf. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3sup.50263>

Cooleche, 2016. Programa de mejoramiento genetico mediante la Inseminación Artificial en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriqui.

CRI, 2015, 2018. Catalogo Toros 2018 CRI Internacional by CRI. https://issuu.com/criespana/docs/catalogo_toros_enero_2018_online. Jan 1, 2018 - Title: Catalogo Toros 2018 CRI Internacional, Author: CRI España, Name: ... Toros 2018 CRI Internacional, Length: 44 pages, Page: 1, Published: 2018-01-02. Holstein, Sexados, Semen de toro, CRI Internacional, Genex

Duane H., Norman Suzanne M. Hubbard Paul M. VanRaden. 2010. Dairy Cattle: Breeding and Genetics Animal Improvement Programs Laboratory, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture (USDA-ARS), Beltsville, Maryland, U.S.A

Dairy Herd Improvement Association (DHIA), 2018. Patrón químico de la razas lecheras y referentes industriales. USA.

Dreau J. Y. 2008. Programa genético y el enfoque genético, proceso y futuro de la industria lechera. Revista Horizons, Cooperative Resources International, USA pag 10 – 11

Edmondson, A, et al. al., 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. En: J. Dairy Science 72:68-78 p.p.

Ensminger, E. S. 1980. Dairy breeds : Body weigth changes. En : dairy Cattle Science, USA.

Ensminger, E. S. 1990. Dairy Breeds. En: Dairy Cattle Science. USA.

Fernández, de C. B. L. 1993. Reproducción, aplicada en el ganado bovino Lechero. Editorial. Trillas, México D. F. p. 25-27.

Fernández de Córdoba B. L. 2005. Reproducción aplicada en el ganado bovino lechero. Segunda reimpresión. Ed. TRILLAS. México D.F.

Foster, W. W., A. E. Freeman, P. J. Berger and A. Kuck. 1989. Association of type scored linearly with production and herd life of Holsteins. Journal of Dairy Science 72: 2651 – 2664.

Fraser, C. M., J. A. Bergeron y S. E. Aiello, 1993. El sistema mamario y la mastitis bovina. En: El Manual Merck de Veterinaria. MS&D, NJ, USA.

Gaona, Rómulo Campos, Mauricio Vélez Terranova, Erika Hernández, Katherine García Alegría, Raúl Molina Benavides, Hugo Sánchez Guerrero, Carlos Vicente Durán Castro, Leonidas Giraldo Patiño. 2015. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencia Animal. Grupo de Investigación Conservación, Mejoramiento y Utilización del Ganado Hartón del Valle y otros Recursos Genéticos del Suroccidente. rcamposg@unal.edu.co

Gasque G. R. 2010. Curso completo de la asignatura de: zootecnia de bovinos productores de leche. FMVZ-UNAM. México-D.F.

García, C.A.C *; Montiel, R.L.A. y Borderas, T.F. 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. Fat and protein of cow's milk: components, synthesis, and modification. Arch. Zootec. 63(R): 85-105. 2014. Disponible en: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19_10_27_3153REVISI ONGrasaGarcia.pdf

Gill, J. 1978. Experimental Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences. State University Press, Ames, Iowa. U. S.A.

Google, Internet, 2018. Ciclo biológico reproductivo de la vaca lechera. Disponible en internet sin autoría específica.

Google, Imágenes. 2018. Representación grafica del mapa de la provincia de Chiriquí. Citado en Septiembre, 2018.

Google, Imágenes. 2019. Representación de la curva de lactación y los sectores del manejo. Citado en Octubre, 2018.

Google, Imágenes. 1999. Tendencia lactacional y contenido de proteína y grasa en la leche de la vaca. Citado en Noviembre, 2018.

Google, Imágenes. 2019. Imágenes en el catálogo de toros de AMS para la Inseminación Artificial. Citado de internet en Enero, 2019.

Guerra, A., E. E. Araúz, N. Santamaria y R. Ríos. 2008. Entorno micro climático tropical húmedo e influencia del estrés calórico sobre el comportamiento fisiológico y la producción de leche en vacas cruzadas $\frac{3}{4}$ Bos taurus tipo leche x $\frac{1}{4}$ Bos indicus durante la época seca en el proyecto lechero de la facultad de ciencias agropecuarias. Tesis de Licenciatura en Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Guerra, P. 1993. La inseminación artificial como herramienta en el mejoramiento genético. Curso de Selección Bovina, Carrera de Ingeniero Zootecnista. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Guevara, D. 2010. Evolución de la ganadería de leche en Panamá. Información de la Secretaria Técnica de la Cadena de la Leche en Panamá. MIDA. Consulta personal en las Oficinas de CALECHE, Veraguas, Panamá.

Guevara, D. 2011. Evolución de la producción lechera Panamá y situación de la leche con énfasis en producción y mercadeo.

Guevara, D. 2015. Cifras de la ganadería lechera en Panamá. En: La Ganadería en América Latina y el Caribe. Pag. 419 – 426.

Hafez, E. S. E. 1986. Reproduction cycle in Cattle. En: Reproduction in farm animals. Philadelphia, USA.

Hafez. E. E. y Hafez B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª Edición. McGraw-Hill Interamericana. México D.F.

Haskins, P. L. 2006. El valor de la habilidad de parición y el merito neto vitalicio. Cooperative Resources International, Horizons. Pag. 4 - 5.

Herrera, H. J. y Barreras S. A. 2000. Manual de Procedimientos: Análisis estadísticos de experimentos pecuarios. Montecillo, Texcoco, México, México

<http://fmvz.uat.edu.mx/2008>. Mejoramiento genético del ganado lechero.

<http://fmvz.uat.edu.mx/2008>. Mejoramiento genético del ganado lechero.

Huanca L. W. 2001. Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras. Revista de Investigaciones veterinarias del Perú. Tomo 12. Cap.2. Disponible en URL: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a20v12n2.pdf>

Hazard, S.; Rojas, C. 1988. Registros y controles de producción bovina. Primer seminario de producción Animal. Temuco 22-23 de Noviembre. P 1-2. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/203028/Modulo_en_formato_exe/curso/leccin_45_herabilidad_h2.html

Herrera, H. J. y Barreras S. A. 2001. Manual de Procedimientos: Análisis estadísticos de experimentos pecuarios. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México
<http://fmvz.uat.edu.mx/2008>. Mejoramiento genético del ganado lechero.
<http://fmvz.uat.edu.mx/2008>. Mejoramiento genético del ganado lechero.

Hernández A. L., Espinosa G. J., Ortega R. L., Díaz A. E., Román P. H., Núñez H. G., Medina C. M., Ruiz L. F. 2009. Producción de leche de bovino en el sistema familiar. Libro técnico Núm. 24. SAGARPA-INIFAP. Veracruz, México.

Holmes, G.W. y G.F. Wilson. 1989 Mejora genética del ganado vacuno lechero. En: Producción de Leche en Praderas. Traducción Rafael S. Arias. 1era Edición. Zaragoza, España. Capítulo 21.pag. 347 – 403.

Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). 2013. Panamá en cifras y la ganadería de leche. Auditoria de la Contraloría. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). República de Panamá.

Keady, T., Mayne, C. y Fitzpatrick, D. 1999. The effects of concentrate energy source on milk composition of lactating dairy cattle offered grass silages.

Kirk, John, H. 2016. Principios y bases para la prevención de mastitis. DVM, MPVM, University of California-Davis, Veterinary Medical Teaching and Research Center, Tulare, CA, USA. Citado el 25 de Enero de 2019. Disponible en Internet, Google:

<https://articles.extension.org/.../principios-y-bases-para-la-prevencion...>

Laboratorio del Programa de Mejoramiento Animal. 1991. Servicio de Investigación Agropecuaria del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), Beltsville, MD 20705-2350, EE.UU. Lasley, B. Detrimental and lethal genes in farm animals. In: Genetics of livestock improvement. Second ed. New York, USA. Edit. Prentice Hall. pp 79-92.

Lasley J. F., 1991: Genética del mejoramiento del ganado; Departamento de Zootecnia. Universidad de Missouri, Editorial Limusa, S.A. de C.V.

Larson, B. 1974. Milk Synthesis. En: Lactation. Volumen III. USA.

Larson, B. 1985. Nutrients and milk production. En: Lactation. Edited by B. Larson. IA, USA.

Lauvergne, J. J. 1986: Genetique de la couleur du pelage, des bovins domestiques. Bibliographia GENETICA 20:1, 1996.

Leiton, B. 2012. Normativas para la evaluación de los toros Holstein y las pruebas de progenie. En: Comparación de bioeconómica de grupos raciales Holstein, Jersey y Holstein x Jersey en Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 23 (2), 329 – 342.

Lucy, M. C. 2003. Physiological Mechanisms Linking Reproduction to Nutrition in High-Producing Dairy Cows. Department of Animal Science University of Missouri, Columbia

Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? J. Dairy Sci. 84:1277-1293.

Lush, J. L. 1965. The genetic of populations. Iowa State University, USA.

Lawner, T. 2017. FOCUS ON GENETICS Total Performance Index® (TPI) – Keeping up with changing times. Internet. Citado, 3 de Enero de 2019. Disponible en https://www.google.com/search?ei=4QsvXOfxG6u0ggfXs7_oDg&q=Total+performance+index+in+dairy+cattle+and+minimum+value&oq=Total+performance+index+in+dairy+cattle+and+minimum+value&gs_l=psy-

Mariscal A. V., Estrella Q. H., Ruiz F. A., Sagarnaga V. M., Salas G. J., Gonzales A. M. 2004. La cadena productiva de bovinos lecheros. Leche y productos lácteos. Departamento de zootecnia- Universidad autónoma Chapingo. Guadalajara, México. Disponible en: URL: http://www.lactodata.com/lactodata/docs/lib/mariscal_aguayo_240304.pdf

Mendoza, B. 2004, Mejoramiento cuantitativo del Ganado, Riobamba – Ecuador. pp 91 – 98.

McDaniel, B.T., Miller, R. H., and Corley, E. L, 1965: DHIA factors for projecting incomplete records to 305-days. Dairy Herd improvement Letter, ARS-44-164. August 1965.

Manual bovinos leche. 2006. Sistemas de producción lechera en México. Instituto tecnológico superior de Calkiní, Estado de Campeche (ITESCAM). Campeche, México. Disponible en: URL: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r32700.PDF>

Mendoza Norberto. 2016. Contenido del Programa de Mejoramiento Genético en la Cuenca Lechera. Programa conjunto de Mejoramiento Genético MIDA – Cooleche. Consulta personal en las instalaciones de Cooleche, en Bugaba, Provincia de Chiriquí.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), 2012. Registros lecheros y modelos de la ganadería en Panamá. Oficina de Ganadería.

Montenegro, Luis, E.E. Araúz, A. Fuentes, N. Santamaría, Julio 2013. Perfil del peso corporal y los indicadores del crecimiento en las hembras lecheras con madurez reproductiva en las razas Holstein y Pardo Suizo en las fincas Lecheras Grado A. Tesis de licenciatura, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

National Association of Animal Breeding (NAAB), 2016. Progenies tests for Dairy Bulls. International Reports Series. USA.

National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington. USA

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington. USA

Nebel, R. 1997. Your Herd's reproductive Status. Virginia Cooperative Extension. Publication number 404-005, USA.

Nestlé, 2018. Valoración energética y nutricional de la leche. Citada en Internet en Enero de 2019.

Philpot, W. N. and S. C. Nickerson. 1992. Mastitis: El Contra Ataque. Hill Farm Research Station, Louisiana Agricultural experiment Station, Louisiana State University, Agricultural Center, Homer, Louisiana, LA, USA

Omafra. 2005. "Maximizando la concepción en vacas lecheras". [En línea]. Traducido por Ray del Pino. Google, Internet.

<http://www.engormix.com/nuevo/prueba/areadeganaderialeche1.asp?valor=103>

Peck, Edward. 2000. Proceso de la selección de los sementales y pruebas de progenies.

Pérez, Q. Gilberto A. y Manuel G. Gómez Gil. Manual de Ganadería de Doble Propósito. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Ciencias Veterinarias. Tarabana – Cabudare. gilbertoperez@ucla.edu.ve, manuelgomez@ucla.edu.ve

Ponce, A. De L. 2019. Importancia de la genómica y su aplicación en la producción lechera. Profesor de Genética Molecular - Dept. of Animal Science, University of Minnesota, EE.UU. Revista: Actualidad Ganadera. Disponible en: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/importancia-de-la-genomica-y-su-aplicacion-en-la-produccion-lechera.html> Citado 6/Enero/2019

Porras A. A., Paramo R. M. Rangel P. L., Alarcón Z. M., Galina H. C., Hernández C. J., Valencia M. J., Balcázar S. J., Boeta A. M., Flores G. H. 2009. Manual de prácticas de reproducción animal. FMVZ-UNAM. México D.F.

Powell, R. L. 2004. Sistema de registro lechero. Revista de ganadería lechera, USA.

Powell, Rex L. 2008, 2010. Programas Genéticos para el Ganado Lechero en Estados Unidos. En: Select Sires, 2016. Catálogo de Toros para la Inseminación Artificial y el Mejoramiento Genético Lechero. SS, CA, USA.

Ramírez, A. C. 2010. Caracterización de las diferentes razas lecheras y de los sistemas de producción. En: Ganado Bovino: tipo leche, razas y cruzamientos. En: Ganadería de Leche: Enfoque Empresarial. Produccion Bovina, Tomo I. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. Capítulo 2: Pag. 37 – 52.

Schmidt, G. H.; Van Vleck, L. D.1988. Principles of dairy science. 2nd. Ed. New Jersey. Princeton, NJ, USA.

Schmidt D.L. y Van Vleck. 1974. El progreso genético en el ganado lechero. EN: Bases Científicas de la Producción Lechera. Ed. ACRIBA, Zaragoza, España.

Schukken1 * Y.H., H.W. Barkema2 , T.J. Lam3 , y R.N. Zadoks1,4 1 2018. Avances recientes en calidad de leche y control de mastitis en explotaciones lecheras. Quality Milk Productions Services, Cornell University, 22 Thornwood Drive, Ithaca, NY. USA, yhs2@cornell.edu 2 Faculty of Veterinary Medicine, University of Calgary, Canada 3 Dutch Udder Health Center, Animal Health Service, the Netherlands 4 Moredun Research Institute, Edinburgh, Scotland Ponencia presentada en el XIII Congreso Internacional ANEMBE

Seoane, Diana C. 2008. Cómo entender los catálogos de toros lecheros Diana. 2008. www.dacunliffe.perulactea.com Sitio Argentino de Produccion Animal. Disponible en: csdiana@yahoo.com www.produccion-animal.com.ar

Select Sires, 2016. Las razas lecheras y su potencial productivo. En: Catalogo de toros tipo leche para la Inseminación artificial.

Statistical Analysis System (SAS), 1997, 2001. General Lineal Models and the Analysis of Variance – Covariance. North Caroline State University, Raleigh, NC, USA.

SAS, 2004. Procedimiento univariado, de varianza y correlacion de Pearson. En: manual de procedimientos estadísticos para bases de datos experimentales. NC, USA.

Simon, L. 2005. Podremos seleccionar en base a rasgos de ganancia exclusivos? Cooperative Resources International, Horizons. CRI, USA.

Sjaunja, L.O., Baevre, L., Junkarinen, L., Pedersen, J. & Setälä, J. 1990. A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. ICAR, 27th session. 156-157. July 2-6, Paris. EAAP Publication No 50, 1991.

Sozzi, T. 2018. Importancia de las proteínas en la leche y sus derivados. II Seminario Internacional sobre calidad, competitividad y Proteína Láctea. PhD en Microbiología de la Nutrición, Universidad de Bologna, Italia. Graduado en Ciencias de la Agricultura, Universidad Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italia. E-mail: ycburki@dpalnet.ch Italia. Alfa Laval Agri. Biblioteca de COLANTA. Disponible en Inetrnet. http://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=685 Citado 28/12/2018

Stormont, C. 1967: Contribution of blood typing to dairy science progress. J. Dairy SCI. 50: 253. 1967.

Vargas, B. L. 2012. Mejoramiento genético del ganado lechero el contexto global y local.

Villasmil, Y. y Román, R. 2008. Selección de novillas de reemplazo. Cátedra de Genética Animal, FCV-LUZ. Archivo de internet. Pdf.

Visser R. y R. Wilson. 2006. Potencial de la producción lechera según los grupos raciales tipo leche. Horizons, CRI.

Wilcox, Ch., W. Thatcher, h. H. Head and B. Harris. 1978. Reproductive management and efficiency. En: Large Dairy herd management. Edited by Ch. Wilcox, Florida State, University Presses, Gainesville, Florida, USA.

World Holstein Friesian Federation. 2004, 2005. World Holstein Friesian Federation. Obtenido de Sitio web de World Holstein Friesian Federation: http://www.whff.info/info/typetraits/type_esp_2005-2.pdf.

UNAM C., 2005. Departamento de Genética y Bioestadística Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.