

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“PROGRESO GENÉTICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE
EN UN NÚCLEO BROWN SWISS EN LA COSTA CENTRAL
1986 - 2006”**

Presentada por:

HENRY IVÁN GONZALES CARPIO

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

Lima - Perú

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“PROGRESO GENÉTICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE
EN UN NÚCLEO BROWN SWISS EN LA COSTA CENTRAL
1986 - 2006”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

HENRY IVÁN GONZALES CARPIO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Marcial Cumpa Gavidia
PRESIDENTE

Mg.Sc. Jorge Pedro Calderón Velásquez
ASESOR

Mg.Sc. María Elisa García Salas
MIEMBRO

Mg.Sc. José Cadillo Castro
MIEMBRO

DEDICATORIA

“A Dios por guiar mi camino,
por llenar de muchas bendiciones
a mis seres queridos”

“A mis padres, esposa y a toda
mi familia, por su apoyo,
amor y comprensión.”

“A mi hijo (Eidan) y mi sobrino (Dylan),
por llenar de mucha alegría a mi hogar”

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por iluminar y guiar mis pasos. Por permitirme cumplir una meta más en mi vida profesional.

- Al Ing. Mg. Sc. Jorge Pedro Calderón Velásquez por su apoyo como patrocinador de esta investigación, además por brindarme su amistad y confianza.

- Al establo Primavera, por brindarme la facilidad de recopilar información de producción y genealógica para poder realizar esta investigación.

- Al programa de Mejoramiento Animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por darme la confianza de trabajar esta investigación en sus instalaciones, por la amabilidad del personal que trabaja en esta área.

- A los miembros de mi comité consejero: Mg. Sc. Marcial E. Cumpa Gavidia, Mg. Sc. María Elisa C. García Salas y Mg. Sc. José Cadillo Castro, por su apoyo y recomendaciones.

- Finalmente a todos mis profesores que en el transcurso de esta maestría han compartido sus conocimientos, sus experiencias y sobre todo su amistad.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Mejoramiento genético de la producción de leche	3
2.2. Evaluaciones genéticas.....	6
2.3. Conceptos básicos sobre evaluación genética	7
2.3.1 Valor de cría y habilidad predicha de transmisión (HPT).....	7
2.4. El modelo operacional.....	9
2.4.1 El modelo lineal mixto.....	9
2.5. Efectos.....	10
2.5.1 Efectos fijos	11
2.5.2 Efectos aleatorios	13
2.6. El mejor predictor lineal insesgado (BLUP)	14
2.7. El modelo animal de medidas repetidas	15
2.7.1 Ecuaciones del modelo mixto (EMM).....	16
2.7.2 Fuentes de información obligatoria.....	17
2.7.3 Confiabilidad y precisión de la predicción	19
2.8. Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Ubicación.....	24
3.2. Establo Primavera.....	25
3.3. Obtención de datos	25
3.3.1 Manejo de la información genealógica	26
3.3.2 Manejo de los datos de producción de leche	26
3.4. Modelo animal con medidas repetidas.	288
3.5. Elaboracion tendencia genética y fenotípica	279
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Análisis de los efectos fijos.	29
4.2. Evaluación genética de la producción de leche.....	31
4.2.1. Valores genéticos (VG) de las hembras.....	31
4.3. Progreso genético para producción de leche, periodo 1986-2006.....	34

4.4. Tendencia genética del establo Primavera para producción de leche, periodo 1986-2006.....	35
4.5. Tendencia fenotípica del establo Primavera para producción de leche periodo 1999-2008.....	39
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
VIII. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Confiabilidad proyectada para HPT de producción de leche.	19
Tabla 2: Promedio de la producción de leche a 305 días ajustado según número de parto.	30
Tabla 3: Promedio de producción de leche a 305 días ajustado según año de parto.	31
Tabla 4: Valores genéticos para producción de leche de las vacas de la Raza Brown Swiss periodo 1986-2006.	32
Tabla 5: Resultados generales de los VG por generación y progreso genético para producción de leche de las hembras del establo Primavera, 1986-2006.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Pasos de un programa de mejoramiento animal	4
Figura 2: Tendencia genética para la producción de leche para la raza Holstein.	20
Figura 3: Tendencias genéticas de producción de leche a 305 días de las vacas por año de parto, para el Programa Nacional de Mejoramiento Genético (PNMG); la Asociación Holstein de México (AHM) y el Banco Nacional de Información Lechera (BNIL).	21
Figura 4: Tendencia genética de la producción de leche para vacas Holstein de Brasil.	22
Figura 5: Las tendencias en la producción de leche y el valor de cría para leche de Holstein en los Estados Unidos.	23
Figura 6: Mapa del distrito de Lurín	24
Figura 7: Distribución de los valores genéticos de todas las hembras del establo Primavera, periodo 1986-2006.	33
Figura 8: Resultados del progreso genético del establo Primavera, periodo 1986-2006.	35
Figura 9: Tendencia genética de la producción de leche de las hembras del establo Primavera, 1986-2006.	38
Figura 10: Tendencia fenotípica de la producción de leche a 305 días con del establo Primavera, 1999 - 2008.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Cuadro del total de animales con la producción de leche a 305 días, según edad parto, numero de lactación y año de parto.	51
Anexo 2: Media de la producción de leche 305 días según edad al parto.	61
Anexo 3: Cuadro de información del promedio del valor genético por año de nacimiento	64
Anexo 4: Cuadro de información del promedio del valor fenotípico por año de nacimiento	65
Anexo 5: Cuadro de información de los toros usados por el establo primavera durante el periodo 1986-2006	66

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el progreso genético y las tendencias genética y fenotípica para la producción de leche (PL) en vacas Brown Swiss de un núcleo genético (Establo Primavera) ubicado en el distrito de Lurín, Lima. Se utilizó el programa estadístico PEST, para la estimación de los valores genéticos (VG), utilizando la metodología BLUP–modelo animal de medidas repetidas, considerando como efectos fijos al número de parto, año de parto, edad al parto (covariable) y como efectos aleatorios el efecto genético aditivo, el ambiente permanente y el error. Se empleó un total de 481 lactaciones, correspondiente a 185 vacas para el cálculo de los VG, las lactaciones fueron estandarizadas a 305 días y dos ordeños para el periodo 1986–2006. Los VG para la PL de las 185 vacas del establo reportaron una media de -2.78 ± 141.39 kg de leche, y el 45.41 por ciento de las vacas (84 animales) presentaron valores genéticos positivos. El progreso genético para la producción de leche fue determinado en cuatro generaciones, solo se encontró un progreso positivo en la G_2 y las demás generaciones fueron negativos, considerando a través de cada generación los valores fueron: $\Delta G_1 = -2.39$ kg de leche, $\Delta G_2 = 12.24$ kg de leche, $\Delta G_3 = -26.72$ kg de leche y $\Delta G_4 = -30.02$ kg de leche. La tendencia genética, considerada a través del año de nacimiento de las vacas, mostró un valor negativo para PL de -0.27 kg de leche/año y una tendencia fenotípica positiva para PL de $+10.29$ kg de leche/año. En el periodo de estudio, el establo primavera priorizó características de fortaleza, profundidad corporal, sistema mamario y fertilidad, en la selección de toros, por lo tanto, esto refleja las medias negativas de los valores genéticos para producción de leche por cada generación y el valor fenotípico (PL) ha experimentado un ligero incremento debido principalmente a mejoras en el sistema de producción.

Palabras claves: PEST, Modelo animal, BLUP, valor genético, tendencia genética, tendencia fenotípica.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine genetic progress and genetics and phenotypic trends for milk production (PL) in Brown Swiss cows of a genetic nucleus (Establo Primavera) located in the district of Lurin, Lima. The PEST statistical package was used for the estimation of genetic values (VG), using the BLUP methodology –repeated animal model considering as fixed effects the number of birth calving, year of calving, age at calving (covariable) and as random effects the additive genetic effect, the permanent environment and error. A total of 481 lactations were used, corresponding to the VG, the lactations were standardized to 305 days and two milking for the period 1986 to 2006. The VG for the PL of the 185 cows in the stable reported an average of -2.78 ± 141.39 Kg of milk, and 45.41 percent of the cows (84 animals) had positive genetic values. The genetic progress for milk production was determined in four generations, only positive progress was found in G2 and the other generations were negative, considering through each generation the values were: $\Delta G_1 = -2.39$ kg of milk, $\Delta G_2 = 12.24$ kg of milk, $\Delta G_3 = -26.72$ kg of milk y $\Delta G_4 = -30.02$ kg of milk. The genetic trend, considered throughout the year of birth of the cows, showed a negative value for PL of -0.27 Kg of milk/year and a positive phenotypic trend for PL of $+10.29$ Kg of milk/year. In the study period, the spring stable prioritized characteristics of strength, body depth, breast system and fertility, in the selection of bulls, therefore, this reflects the negative means of the genetics values for milking production for each generation and the phenotypic value (PL) has experienced a slight increase due mainly to improvements in the Production system.

Key words: PEST, Animal model, BLUP, breeding value, genetic trend, phenotypic trend.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en el Perú es el segundo sector de importancia de la producción pecuaria nacional (11.5%), donde la producción de leche representa el 3.8 por ciento. Tiene importancia debido al ingreso económico por la venta de leche fresca, derivados lácteos (queso, yogurt), venta de reproductores y al igual que todos los sectores de producción animal busca continuamente métodos para incrementar el mejoramiento genético. La población de vacunos en el Perú es de 5'037499, donde la raza Brown Swiss representa 904,069.00 (CENAGRO 2012). La leche es uno de los productos agropecuarios de mayor producción, se produce y se consume básicamente en todos los países del mundo y en la mayoría de ellos, se posiciona entre los primeros cinco productos agrícolas en términos de cantidad (FAO 2013).

En los últimos años se observa que los niveles de producción de leche nacional se han incrementado, ya que, en el cuarto trimestre del año 2017, la producción de leche cruda de vaca fue de 481.4 mil toneladas, incremento que representa el 5 por ciento con relación a lo obtenido en el mismo período del año anterior (460.6 mil toneladas) debido a una mayor producción de los distintos departamentos. En el 2017, el Perú produjo 2'011 800 toneladas de leche de vaca, representando un incremento de 3 por ciento comparado al año 2016 (SIEA 2018).

Con respecto a la medición del progreso genético, parte de ella depende directamente de la heredabilidad de la característica y de la intensidad de selección que se realiza en dicha población. Los modelos lineales mixtos permiten realizar estimaciones genéticas con mayor consistencia y precisión, los mismos que han sido descritos ampliamente. La estimación de los valores genéticos logrado de generación en generación permitirá conocer el progreso genético que se está dando en una determinada población sometida a los procesos de selección y migración (Cassell 2001).

Amorim (2006) indica que el factor genético es el único que se puede transmitir de padres a hijos, es así que la estimación del valor genético es lo más recomendable para la selección de animales como futuros reproductores. Estos valores genéticos se obtienen mediante la combinación de la información fenotípica individual con información genealógica (Eggen 2012). El comportamiento de estos valores medios por año define una tendencia genética, que ayudará a establecer la dirección genética futura del hato (Missanjo *et al.* 2012), por lo que es importante realizar un análisis de la tendencia fenotípica y genética del carácter deseado para conocer el comportamiento de los valores genéticos y fenotípicos a través del tiempo. En tal sentido el presente estudio tiene como objetivo general estimar el progreso genético para producción de leche en un núcleo genético de vacunos lecheros de la raza Brown Swiss bajo un sistema intensivo de costa central, en el periodo 1986 - 2006.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE.

De acuerdo con Contreras *et al.* (2002) señalan que la producción de leche está influenciada por factores ambientales, fisiológicos y genéticos. Quispe y Alfonso (2018) sostienen que el mejoramiento genético es el proceso por el cual se seleccionan los animales de más alto valor genético, para que estos sean los padres de la siguiente generación, de tal manera que el promedio de la siguiente generación sea mayor al de la población de los padres. Por lo tanto, el mejoramiento genético se realiza con el fin de aprovechar la variación genética existente en los distintos animales de una misma especie, para maximizar su valor. Es importante, para quienes investigan en genética animal, el evaluar las influencias que tienen los factores ambientales sobre las características de importancia económica, con la finalidad de poder utilizarlo en la estima de los valores genéticos, en algunos casos permite desarrollar factores de corrección para ciertos efectos para poder corregir los valores productivos antes de someterlos a un análisis (Jurado 1998).

En la ejecución de programas de mejoramiento genético en ganado lechero es indispensable utilizar modelos estadísticos para evaluar genéticamente. En los últimos años, se han introducido análisis genéticos para la producción de leche en el día del control, conocidos como “PDC” o “Test-day”, los cuales utilizan informaciones repetidas del mismo individuo durante la lactación, permitiendo la realización del análisis longitudinal que describen la trayectoria de la producción de leche y de sus constituyentes en los diferentes estados de lactancia (Rodríguez-Zas *et al.* 2000; Jensen 2001).

Los criadores de ganado lechero han mejorado sus rebaños mediante la selección de animales superiores como progenitores para las próximas generaciones. Los valores genéticos se pueden predecir mediante la combinación de la información fenotípica del rendimiento individual con información genealógica. En los países desarrollados, los fenotipos y

genealogías se han registrado para ciertas especies, como el ganado lechero, durante más de 100 años (Eggen 2012).

En la Figura 1 se presenta las etapas de un programa de mejora genética en la población animal, la selección de los animales mediante la predicción de respuesta a la selección (Oldenbroek y Van der Waaiji 2015).

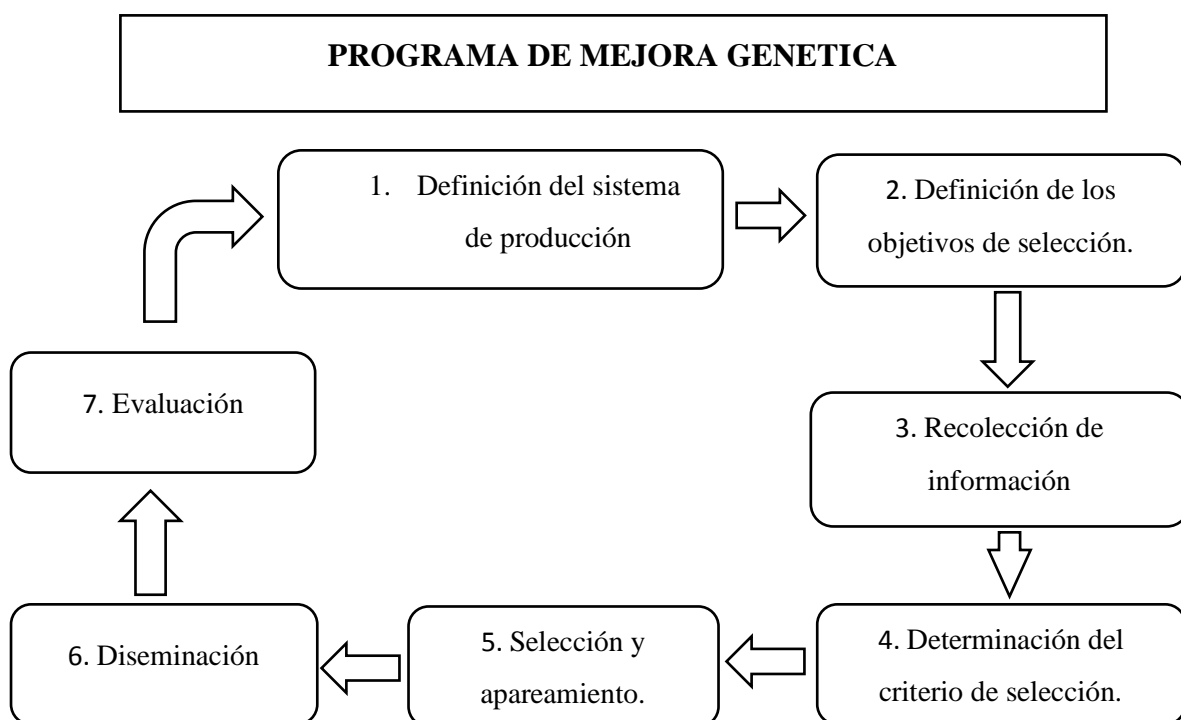


Figura 1. Programa de mejora genética.

Fuente: Adaptado de Oldenbroek y Van der Waaiji (2015).

La herramienta reproductiva más importante en la crianza de ganado lechero bajo sistema intensivo es la inseminación artificial (IA), ya que permite maximizar el impacto de los toros de élite a nivel mundial. Las pruebas de progenie de estos toros de inseminación artificial, mediante la medición y comparación del rendimiento de sus hijas, ha sido un paso crítico en la identificación de los mejores toros para su uso. Mientras que García *et al.* (2016) indican que los sistemas de mejora genética tradicionales en el ganado lechero se han visto limitados por el tiempo requerido para lograr los resultados de la prueba de progenie.

En los diferentes programas de mejoramiento genético, los toros utilizados para la inseminación artificial están aumentando más rápidamente en comparación a una década atrás. El valor genético de las hembras de reemplazo también viene incrementándose, sin embargo, el retraso genético (progreso genético negativo) aumenta con la permanencia de las vacas adultas que se encuentran con mayor tiempo en el rebaño (De Vries 2017).

El mejoramiento genético en nuestro país, es uno de los factores críticos para impulsar el desarrollo de la ganadería bovina. Sólo el 6.2 por ciento de unidades agropecuarias, realiza algún tipo de práctica de mejoramiento genético, el 4 por ciento en el caso del grupo de productores de subsistencia y de 5 por ciento en los pequeños agricultores tienen acceso a algún programa de mejora, ya sea local, regional o nacional, siendo la principal práctica de mejoramiento genético la utilización de sementales de raza y en segundo lugar a la utilización de inseminación artificial (MINAG 2017).

La selección es la herramienta más eficaz para poder cambiar las frecuencias génicas de la población y las metodologías para estimar los cambios genéticos o progreso genético, deben ser lo suficientemente confiables para lograr las estimaciones; el problema radica en que la producción de leche se puede incrementar, sólo mejorando, el factor genético o el entorno físico tecnológico y pueden ser trabajados en forma independiente y/o en paralelo, tomando en cuenta que la genética es a largo plazo mientras que la del medio ambiente es a corto plazo (Pallete 2001).

Según Vilela (2014) indica las cuatro rutas del progreso genético para vacunos de leche, que son los siguientes:

- Padres de toros; es decir, toros que serán padres de los toros jóvenes que pasarán a prueba de progenie, con un aporte del 44 por ciento.
- Madres de toros; es decir, las mejores vacas que procrearán toros jóvenes para la prueba de progenie, con 31 por ciento.
- Padres de vacas; es decir, la elección de toros que serán padres de vacas en hatos que aportarán toros jóvenes, con 22 por ciento.

- Madres de vacas; es decir, la elección de las vacas que procrearán vaquillas de reemplazo, en hatos que aportan toros jóvenes, con 3 por ciento.

2.2. EVALUACIONES GENÉTICAS.

El mejoramiento genético en ganado lechero, incluye procesos de evaluación genética y difusión del material genético. El propósito del mejoramiento genético en ganado lechero, es seleccionar individuos sobresalientes dentro de una determinada población, con el fin de obtener mayores rendimientos en futuras generaciones (Bourdon 1997).

Valencia (2003) indica que la evaluación genética animal es el proceso por el cual se obtiene el valor genético predicho (valor genético aditivo) que tiene un animal para producir. Los valores genéticos son calculados como desviaciones de la población en estudio para una o más características de importancia económica en la producción de leche (Elzo y Vergara 2012).

Las pruebas de progenie se han implementado desde hace casi 50 años, en los países en desarrollo son a menudo limitados por la falta de programas que registren fenotipos o programas nacionales de pruebas para evaluar los valores de cría (Eggen 2012). Los métodos que han sido utilizados para la identificación de los mejores genotipos (animales) se basan en la aproximación estimativa y/o predictiva. Es así que la metodología de modelos mixtos ha sido la principal herramienta estadística para la evaluación y la selección de animales como el bovino durante más de 30 años (Martínez *et al.* 2012).

Muñoz y Gonzáles (2016) indican que el objetivo principal de la evaluación genética es obtener una medición confiable del valor genético (valor de cría) de los animales, para posteriormente identificar a los animales superiores y seleccionarlos como reproductores para que transmitan a su descendencia los genes favorables para producción o para descartar a los individuos no favorables.

Durante el siglo XX, se desarrolló el uso del índice de selección, posteriormente el mejor predictor lineal insesgado, el cual se basa en un modelo lineal mixto que permite el uso de

información de valores fenotípicos, genealogía de parientes para predecir los valores de cría de la población estudiada (Boichard *et al.* 2016).

En la actualidad, el Council of Dairy Cattle Breeding (CDCB) es el responsable de realizar las evaluaciones genéticas oficiales y predicciones genómicas en los Estados Unidos de Norte América, estas evaluaciones se publican tres veces al año, en abril, agosto y diciembre, dichas publicaciones son realizadas por la página del Dairy Bulls. La información genealógica y de rendimiento (producción) son suministrados por organizaciones tales como; Dairy Herd Information Associations (DHIAs) información que es incorporado al CDCB para los cálculos de la evaluación. Las evaluaciones genéticas para las características de tipo y producción se realizan utilizando procedimientos del modelo animal – BLUP, para la estimación de habilidades de transmisión predichos (Holstein Foundation 2018).

Las características de producción de leche en libras (lb), grasa y proteína (lb), porcentaje de grasa y proteína, son evaluadas por el CDCB. Para lo cual utiliza los rendimientos de las primeras cinco lactancias estandarizados a 305 días y son ajustados por efectos ambientales como; edad al parto, número de parto, rebaños, temporada de parto y año de parto. Para realizar las evaluaciones genéticas, utilizan la metodología BLUP - modelo animal con medidas repetidas con el cual se obtienen los valores genéticos simultáneamente para vacas y toros (CDCB 2018).

Para determinar el progreso genético y mantener las evaluaciones comparables a lo largo del tiempo, las evaluaciones utilizan una misma base genética que se actualiza cada cinco años (Holstein Foundation 2018).

2.3. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EVALUACIÓN GENÉTICA

2.3.1 Valor de cría y habilidad predicha de transmisión (HPT)

El valor genético es la habilidad con que nace un animal para producir leche en caso de ganado lechero. La mejora genética toma su tiempo, pero tiene la gran ventaja que se transmite de padres a hijos (Pallete 2001). Oldenbroek y Van der Waaiji (2015) definen el valor de cría como el potencial genético de un animal a un carácter o rasgo específico.

Mientras que, Cardellino y Rovira (1993); Visscher *et al.* (2008) definen al valor de cría como la suma de todos los efectos promedio de los genes de los padres que dan lugar al valor genotípico medio de su progenie.

En el desarrollo del mejoramiento genético, los valores genéticos constituyen el principal componente, ya que permiten identificar aquellos animales que son genéticamente superiores, para luego ser utilizados como padres de la siguiente generación (Valencia 2003). El valor genético en inglés se denomina *Breeding value*, también es llamado valor reproductivo se refiere únicamente al valor genético aditivo, este valor es predicho con mayor o menor precisión de acuerdo a la información disponible de la característica estudiada (Calderón 2016).

Mientras que, Galeano (2010) indica que los resultados de las evaluaciones genéticas, se presentan como las predicciones de los valores genéticos de los individuos con respecto a la población en estudio y estos valores predichos se expresan como una unidad de medida en fiabilidad (porcentaje). Los valores de cría pueden cambiar anualmente, en Estados Unidos de Norte América, los valores cambian al año tres veces, ya que cada prueba analiza nueva información (Ryan 2016).

Dairy Australia (2018) indica que, en todo programa de mejoramiento genético, generalmente son los toros reproductores los que deben destacar en los planes de mejora. Mientras que la información genética para las vacas también es útil, en lo siguiente:

- Monitorear el progreso genético del rebaño.
- Identificar a los animales superiores.
- Identificar a los animales con valores genéticos inferiores.
- Identificar las hembras jóvenes para la venta.

Mientras que Elzo y Vergara (2012) indican que la habilidad predicha de transmisión (HPT), en inglés *Predicted Transmitting Ability* (PTA), es la mitad del valor genético aditivo de los individuos evaluados, el cual es la diferencia que se espera tendrán sus hijos en promedio con respecto a la población evaluada. La habilidad predicha de transmisión (HPT) son

estimaciones de superioridad genética o inferioridad, que un reproductor transmita a su descendencia para una característica específica y se expresan en las mismas unidades de medida que los rasgos de producción (Holstein Foundation 2018).

Según Gasque (2008) indica que la habilidad predicha de transmisión (HPT) tiene dos propósitos fundamentales:

- Calificar a los animales por su mérito genético
- Estimar las diferencias genéticas entre animales

Gasque (2008) indica que cada individuo descendiente recibe la mitad de los genes del padre y la otra mitad de la madre, como un padre no transmite el mismo conjunto de genes a todos sus descendientes, existen diferencias significativas entre los hermanos medios y completos.

2.4. EL MODELO OPERACIONAL

La función del uso de los modelos de evaluación genética es explicar los registros productivos en función a los factores aleatorios genéticos y factores aleatorios ambientales que afecten una característica. Sin embargo, en todos los modelos de evaluación genética, siempre existirá una porción aleatoria (efectos ambientales) el cual no será posible identificar y controlar, denominado residuo (Elzo y Vergara 2012).

2.4.1 El modelo lineal mixto

Henderson (1974) señala que los modelos lineales mixtos, constituyen una herramienta flexible y poderosa para la evaluación de padres bajo una amplia variedad de condiciones, estas técnicas combinan las conocidas y deseadas propiedades del índice de selección y la capacidad de los modelos lineales de incluir un grupo de datos con desigual número de sub clases. El modelo lineal mixto es aquel que incluye efectos fijos y aleatorios, estos son los modelos utilizados en mejora genética animal y relacionarlos con la variable respuesta (Agudelo *et al.* 2007).

El modelo animal es un sistema para evaluaciones genéticas que permite estimar los valores de cría de los toros y vacas simultáneamente, ya que dichos resultados del modelo animal pueden ser utilizado para dos propósitos: primero para ordenar a los individuos en una misma base genética y segundo para estimar las diferencias genéticas entre los individuos (Jurado 1998 y Cassell 1998).

Gutiérrez (2010) indica que los modelos mixtos son modelos operacionales, que ajustan de forma correcta la variabilidad de los datos y que además son sencillos de utilizar. Para lo cual indica que, en el modelo lineal, un dato se expresa como una función lineal de efectos, es decir, la suma de los efectos y en ciertas ocasiones ponderados por algún factor. Mientras que Cayuela (2014) menciona que los modelos mixtos son usados cuando los datos tienen algún tipo de estructura jerárquica o de agrupación, como los diseños de medidas repetidas, lo que permiten tener coeficientes fijos, aleatorios y el error respectivo.

2.5. EFECTOS

En el ganado lechero las características de importancia económica, son cuantitativas o métricas, las cuales se caracterizan porque están controlados por muchos pares de genes (Ochoa 1991). Mientras que la expresión fenotípica de la característica, depende de factores genéticos y ambientales (M'hamdi *et al.* 2012).

Así mismo, Gutiérrez (2010) afirma que los factores y efectos son tratados como sinónimos, y que son causas de variabilidad que han sido identificadas y que serán incluidas en el modelo como parte de la explicación de la variabilidad de un carácter. Mientras que Vélez de Villa (2013) señala que existen dos grupos de efectos que inciden en la producción de la leche: los efectos genéticos y no genéticos. Los efectos genéticos están determinados por la información genética con que nacen los animales, la capacidad de transmisión de la característica (herencia), dentro de los no genéticos se tiene los de orden fisiológico, ambiental y nutricional que pueden encubrir el verdadero potencial genético del animal. Para tener un mayor control ambiental y deducir los valores genéticos con mayor precisión, es importante utilizar algunos ajustes para controlar factores ambientales que tienen efecto directamente en la producción de leche (Cerón *et al.* 2003).

En 1985, el centro de American Dairy Science Association de Estados Unidos de Norteamérica, recomendó la estandarización de los registros a un periodo fijo de 305 días. Con el único objetivo de uniformizar los datos, se desarrollaron factores para proyectar y estandarizar las lactancias incompletas o mayores a los 305 días (Valencia 2009; Cho *et al.* 2004).

2.5.1 Efectos fijos

Hansen *et al.* (1983) indican que entre los factores que influyen la producción de leche y grasa se tiene la estación del año de parto (temperatura, humedad, etc.), rebaño (alimentación, sanidad, manejo) y el año (cambios en el nivel tecnológico, político y de gobierno), teniendo una influencia de alrededor del 45% de la variación en las características indicadas respectivamente. Un efecto es considerado como fijo si sus niveles han sido arbitrariamente determinados por el investigador (Balzarini *et al.* 2004).

Gutiérrez (2010) afirma que los factores fijos pueden ser covariables, existiendo una relación entre la variable respuesta y el efecto fijo. Mientras que los factores fijos discontinuos agrupan a las observaciones en clases, de manera que una misma observación puede pertenecer a una clase u otra. A continuación, se describen los principales factores que influyen sobre la producción de leche:

a) Año y estación de parto

Un factor que incide en la producción de leche es el efecto del año y estación de parto y sus posibles interacciones, los cuales tienen un efecto significativo sobre la producción, especialmente en las zonas templadas, tropicales y sub tropicales, donde el efecto de la estación es muy significativo (Mc Dowell *et al.* 1976).

Pérez y Gómez (2005), Osorio y Segura (2005), concluyen que el año de parto causa variaciones en los niveles de producción en las vacas y que son debido a la variación climática (efecto ambiental), y que debe ser considerada en los modelos de evaluación para controlar dicha variación.

Gutiérrez (2010) menciona que el año de parto es el primer efecto fijo que ajusta las diferencias en el rendimiento de una característica, los cuales se dan en distinta época del año (estación) y pretende ajustar las tendencias en el rendimiento que no son de origen genético.

b) Número de parto

El tejido secretor de leche en animales primíparas tarda más en alcanzar su pico de actividad que en las multíparas (Rao y Sundaresan 1979). El desarrollo del sistema mamario, con el número de células de los alveolos mamarios, siendo el factor que influye directamente en la producción de leche (Husvéth 2011). Mientras que Gutiérrez (2010) afirma que este efecto tiene dos componentes, la edad del animal y el número de parto en sí mismo.

El efecto del número de parto sobre el inicio y pico de producción de leche se puede atribuir a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo corporal, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento y luego los de producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche Osorio y Segura (2005). Además, se estima que la vaca en su primera lactancia produce alrededor del 70 al 75 por ciento, en la segunda 90 por ciento y en la tercera 95 por ciento, para posteriormente alcanzar el 100 por ciento de su rendimiento (Palaquibay 2003).

c) Edad al parto

Asimismo, en la cuenca lechera de Lima, varios estudios han determinado que la edad al primer parto ha sido lograda entre los 28 y 32 meses respectivamente (Salas 1983; Mora 1985).

Estudios realizados por Escobedo (1979) y Mora (1985) reportaron que la edad de mayor producción fue entre los 71 y 72 meses de edad, que coincide con el cuarto o quinto parto, respectivamente.

La diferencia en la producción y en la curva de lactancia puede deberse a que las vacas de mayor edad tienen más tejido secretor que las vaquillas Holmes (1984). Mientras que la edad lograda al parto, principalmente al primer parto, es importante ya que tiene un efecto sobre el comportamiento reproductivo, tamaño corporal, longevidad y sobre la producción de leche y grasa. Las vaquillas que llegan a su primer parto a los dos años de edad continúan creciendo y parte de los alimentos son destinados para ello. En vacas de mayor edad, una mayor cantidad de los nutrientes son destinados para la producción de leche, ya que tienen un mayor consumo, además que ya alcanzaron la madurez fisiológica. Ochoa (1991) indica que una vaca de 2, 3, 4, 5 años producen 30, 20, 10 y 5 por ciento menos en comparación con una de seis años; ya que la vaca produce más leche conforme aumenta la edad, alcanzando su madurez a los seis años.

La estandarización de los datos productivos, elimina los errores al comparar la producción entre animales de diferentes edades, ya que la producción de leche aumenta con la edad y número de partos hasta la madurez, luego disminuye ligeramente. El objetivo final de la corrección para efecto edad, es ajustar el registro de producción a la producción que se espera alcanzar al ser adulta (Ochoa 1991). Mientras que la edad adulta puede variar con el manejo del establo, factores ambientales y por la raza (Valencia 2009).

2.5.2 Efectos aleatorios

El modelo animal es un sistema para evaluaciones genéticas que permite estimar los valores de cría de los toros y vacas simultáneamente, ya que dichos resultados del modelo animal pueden ser utilizado para dos propósitos: primero para ordenar a los individuos en una misma base genética y segundo para estimar las diferencias genéticas entre los individuos (Jurado 1998 y Cassell 1998). Corresponde como efecto aleatorio si los niveles en el estudio pueden ser considerados como una muestra aleatoria de una población de niveles, es decir existe una distribución de probabilidad asociada (Balzarini *et al.* 2004).

Mientras que Gutiérrez (2010) define como efectos aleatorios a los que presentan muchos niveles (infinitos), y que nuestros datos solo son una muestra de los mismos.

2.6. EL MEJOR PREDICTOR LINEAL INSESGADO (BLUP)

Gutiérrez (2010) indica que para los efectos aleatorios no existe un valor verdadero del efecto, sino una distribución de media y varianza, por lo que no se desea conocer su verdadero valor sino “predecir”. Durante el siglo XX, donde primero fue la teoría del índice de selección, luego el BLUP, que es un enfoque más sofisticado que se basa en un modelo lineal mixto que permite el uso de información sobre fenotipos de parientes para predecir los valores de cría. La selección artificial en especies domésticas se ha basado durante siglos en los propios fenotipos de los animales Boichard *et al.* (2016).

Según Gutiérrez (2010) las propiedades del BLUP, desarrollado por Henderson (1950) son:

- **B (Best): MEJOR**, es decir tener el mínimo error de predicción.
- **L (Linear): LINEAL**, debe poder obtenerse como la combinación lineal de los datos.
- **U (Unbiased): INSESGADO**, es decir los valores esperados del predictor debe coincidir con el valor que se desea predecir (valor de cría). Esto se logra utilizando los estimadores de efectos fijos, por lo que se resuelven conjuntamente con los efectos aleatorios, de manera que unos son tomados en cuenta al resolver los otros.
- **P (Prediction): PREDICTOR**.

Las propiedades son similares para los estimadores de efectos fijos (BLUE).

Para determinar el valor genético de los animales se realizará utilizando el programa PEST versión 4.2 (Groeneveld *et al.* 1997).

En el transcurso del tiempo, se han desarrollado metodologías basados en el análisis de genealogía, que nos permiten evaluar simultáneamente a los machos y a las hembras, obteniéndose estimas de los valores genéticos de todos los individuos referidos a la misma base de comparación (Rodríguez 2004).

2.7. EL MODELO ANIMAL DE MEDIDAS REPETIDAS

Henderson (1985) señala que el modelo animal puede contar de medidas repetidas y múltiples características, efectos genéticos no aditivos, efectos maternos y en adición un número de efectos ambientales, ambos fijos y aleatorios. Es así que se puede encontrar los diferentes tipos de modelos:

- Única medida, una sola característica y efectos genéticos aditivos.
- Medidas repetidas, una sola característica, efectos genéticos aditivos.
- Múltiples características, una sola medida por característica y sólo con efectos genéticos aditivos.
- Única medida, una sola característica, efectos genéticos maternos directos.

Biochard *et al.* (1992) explican que la presencia de un efecto propio del animal, no transmisible a sus descendientes pero que afecta todos sus registros durante el resto de su vida, el cual es llamado el "Efecto del ambiente permanente". Mientras que Martínez *et al.* (2012) mencionan que se puede ver al modelo animal como un grupo de diferentes modelos estadísticos utilizados para la predicción del mérito genético, estimación del progreso genético y de componentes de varianza. Este modelo animal de medidas repetidas también es llamado como modelo de repetibilidad o modelo de ambiente permanente (Gutiérrez 2010).

El modelo de ambiente permanente es aplicado cuando el carácter a evaluar se mide varias veces en un individuo, un típico carácter en el que se ajusta este modelo es la producción de leche en lactaciones sucesivas (Muñoz y Gonzáles 2016). Mientras que Gutiérrez (2010) define al ambiente permanente como la parte no genética de un individuo que se repite en todos sus registros y en su vida útil del animal, por lo que un individuo aportará a todos sus datos dos efectos, su valor genético y su ambiente permanente.

Este modelo tiene la siguiente ecuación:

$$Y = X\beta + Zu + Wp + e$$

Dónde:

Y= El vector de observaciones (producción de leche)

β = El vector con los efectos fijos

u= El vector con los efectos aleatorios p= El vector de efectos permanentes

X= La matriz de incidencia de los efectos fijos, asociando registros con efectos fijos

Z= La matriz de incidencia de los efectos aleatorios

W= Matriz de incidencia de medidas repetidas.

2.7.1 Ecuaciones del modelo mixto (EMM)

Las siguientes ecuaciones, son de carácter simultáneo, los cuales son usados para dar estimaciones de los efectos fijos (entorno) y aleatorios (genética) que influyen en la expresión de una característica determinada. Las EMM para el modelo animal de medidas repetidas pueden ser representadas en forma matricial como:

Las ecuaciones del modelo mixto EMM (Henderson 1985), en forma matricial:

$$\begin{pmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\alpha_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \\ \hat{p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'Y \\ Z'Y \\ W'Y \end{pmatrix}$$

Dónde:

X = Matriz conocida de los efectos macro ambientales (edad al parto, año de parto, número de parto).

Z = Matriz conocida de incidencia de los efectos aleatorios.

W = Matriz conocida de incidencia del ambiente permanente.

A^{-1} = Matriz inversa de varianzas – covarianzas genéticas (matriz de relaciones aditivas).

β = Vector no conocido de los efectos macro ambientales.

u = Vector no conocido de los efectos genéticos, valores genéticos de las vacas y ancestros.

p = Vector no conocido del ambiente permanente asociados con las lactaciones de los animales.

$$\alpha_1 = (1 - r) / h^2$$

$$\alpha_2 = (1 - r) / (r - h^2)$$

r = Repetibilidad de la característica, producción de leche = 0.50 (Cassell 2001).

h^2 = Heredabilidad de la característica, producción de leche = 0.30 (Cassell 2001).

2.7.2 Fuentes de información obligatoria

Para realizar trabajos de esta naturaleza, se debe disponer de una buena y eficiente información sobre los caracteres que se quiere trabajar y realizar el mayor esfuerzo en su población.

Muñoz y Gonzáles (2016) indican que son necesarias tres fuentes de información para llevar a cabo un proceso de evaluación genética de un animal, las que se describen a continuación:

- a) Datos Producción: Son los registros de producción de los animales, estos registros de producción permiten al productor tomar decisiones de manejo de su establecimiento y a su vez son útiles para la identificación de las hembras menos productivas y las de mayor producción.
- b) Registros Genealógicos: Lleva la correcta identificación de los individuos y la de sus respectivos padres. Esta información debe figurar en un archivo en el que deben existir tres columnas: una con las identificaciones de los individuos, otra con la identificación de los padres y otra con la identificación de las madres.
- c) Parámetros Genéticos: Los parámetros genéticos son indicadores poblacionales de la característica a evaluar. Así tenemos a los parámetros más importantes:
 - La heredabilidad o índice de herencia (h^2) es un coeficiente que indica la proporción de las diferencias observadas en el carácter que son de origen genético, puede tomar valores de entre 0 y 1. La magnitud del progreso genético para una característica

particular a través de la selección artificial depende en gran medida del nivel de heredabilidad de la característica seleccionada (Wiley 2015). La heredabilidad en sentido estricto es el cociente entre la varianza de los valores aditivos y los fenotípicos. Mientras que Visscher *et al.* (2008) indican que la varianza genética (σ^2_G) se puede dividir en la varianza de los efectos aditivos (σ^2_A); de dominancia (σ^2_D) y de epistasis (σ^2_I). La heredabilidad de una característica da una idea de las posibilidades de selección, si la h^2 es alta, significa que las varianzas observadas son causadas principalmente por los efectos genéticos aditivos (heredables), por lo que, escogiendo a los mejores individuos, se está escogiendo también a los mejores alelos y a los que dejarán mejor descendencia, es decir, un valor alto nos indica que los fenotipos son buenos predictores de los valores genéticos (Quispe y Alfonso 2018).

- La repetibilidad (R) se define como la correlación entre medidas repetidas sobre un mismo individuo, o sea entre medidas realizadas en dos o más momentos diferentes de su vida productiva. Según Agudelo *et al.* (2007) señalan que el análisis de medidas repetidas de un mismo individuo a través del tiempo implica una dependencia entre las observaciones tomadas en el mismo individuo, esta situación hace que dichas observaciones estén correlacionadas. Cuando se registran múltiples mediciones de un carácter en un mismo animal, su valor genético puede predecirse de la media de estos registros, se asume que existe una semejanza adicional entre los registros de un individuo debido a factores ambientales o circunstancias que afectan a los registros de forma permanente Mrode (2005). Entonces se define que la varianza dentro del individuo se atribuye a las mediciones sucesivas que surgen de las variaciones ambientales de un parto a otro. La varianza de las observaciones (Var (y)) podría ser dividida como la suma de la varianza genética (Var(g)), la varianza debido al efecto del ambiente permanente (Var(ep)) y la varianza debido al efecto del ambiente temporal (Var (te)). La repetibilidad (r), es la relación entre la varianza individual y la fenotípica: $(\text{Var} (g) + \text{Var} (pe)) / \text{Var} (y)$; además puede tomar valores entre 0 y 1.

Actualmente el destino de toda la información que puede ser obtenida es la estimación del valor genético de los animales (Estimated Breeding Value) y para ello se dispone de sofisticados métodos estadísticos que nos permiten pasar de una evaluación genética basada en el propio fenotipo, ascendencia y parentesco de los animales.

2.7.3 Confiabilidad y precisión de la predicción

Aranguren y Román (2014) indican que las predicciones de los valores genéticos, deben ir conjuntamente con una medida de variabilidad (error), que es llamada error típico de la predicción, la cual es la raíz cuadrada de la varianza del error de predicción (PEV).

Para el cálculo de la PEV, se requieren los elementos de la diagonal de la inversa de las EMM, correspondiente al bloque de animales, la PEV puede ser considerada como la fracción de la varianza genética aditiva no tomada en cuenta por la predicción.

$$PEV = (1 - r^2) \sigma_a^2$$

Donde, r^2 es el cuadrado de la correlación entre el mérito genético real y el mérito genético predicho, el cual se refiere generalmente como confiabilidad (Mrode 2005). Un animal que ha sido sometido a pruebas genómicas y que se incluye esta información junto con la de sus padres en la evaluación tendrá mayor confiabilidad que un animal que solo tiene información de los padres, es decir al incluir más información se tiene mayor confianza en la evaluación, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Confiabilidad proyectada para HPT de producción de leche

DESCRIPCION	CONFIABILIDAD
Hijas nacidas con solo información de padres	42%
Hijas con evaluación genómica	65%
Toros evaluados genómicamente y con información de más de 300 hijas	96%

Fuente: Adaptado de Holstein Foundation (2018).

2.8. TENDENCIA GENÉTICA Y FENOTÍPICA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

La tendencia genética es el cambio en el valor medio de mejoramiento y se obtiene mediante la comparación de los niveles promedio en las poblaciones de vacas para cada año de nacido.

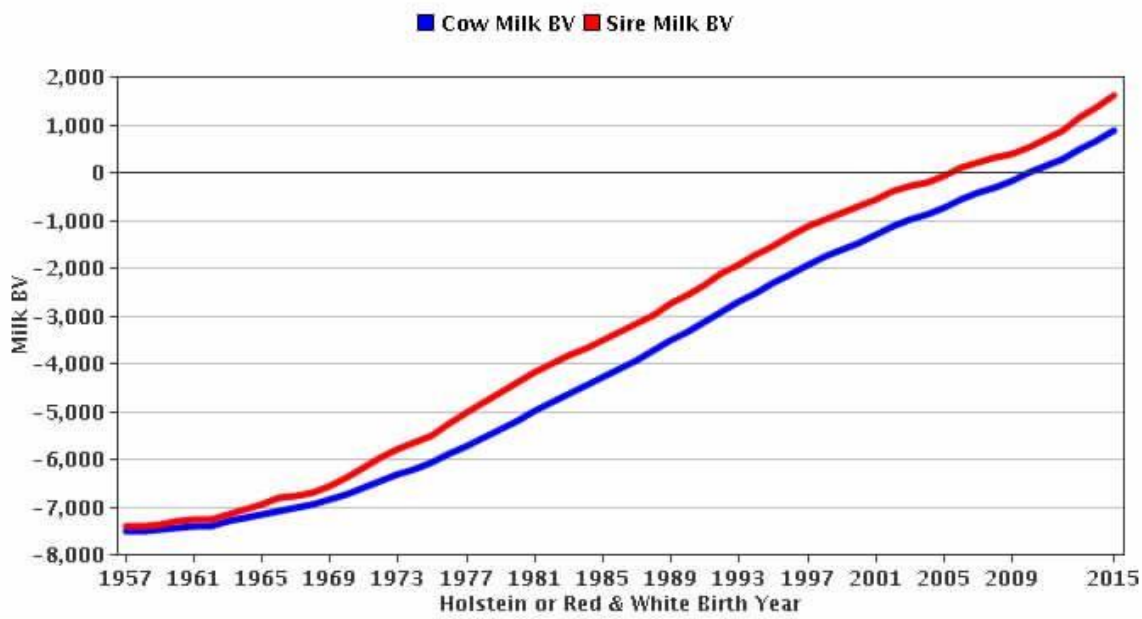


Figura 2: Tendencia genética para la producción de leche en la raza Holstein.

Fuente: CDCB (2018).

Mientras que Vargas y Solano (1995) indican que el análisis de las tendencias genéticas para la producción de leche es vital para la definición de estrategias de mejoramiento a nivel poblacional. Además, Canaza *et al.* (2016) mencionan que, en cualquier programa de mejoramiento genético, urge la necesidad de realizar un seguimiento (monitoreo) de los resultados para evaluar el progreso genético, realizar ajustes con el único objetivo de optimizar la ganancia genética y aumentar la rentabilidad. Las estrategias de mejoramiento genético en los diferentes países tienen que ser evaluados con las tendencias genéticas (Katok y Yanar 2012).

En la literatura, muchas de las investigaciones muestran una tendencia genética positiva para ganado Holstein como Freeman y Lindberg (1993) que reportaron la tasa más alta de 135 kg/año; 9.25 Kg/año en Brasil (Bologn *et al.* 2005); 3.73 Kg/año en Turquía (Katok y Yanar 2012); 21 Kg/año en Irán (Chegini *et al.* 2013).

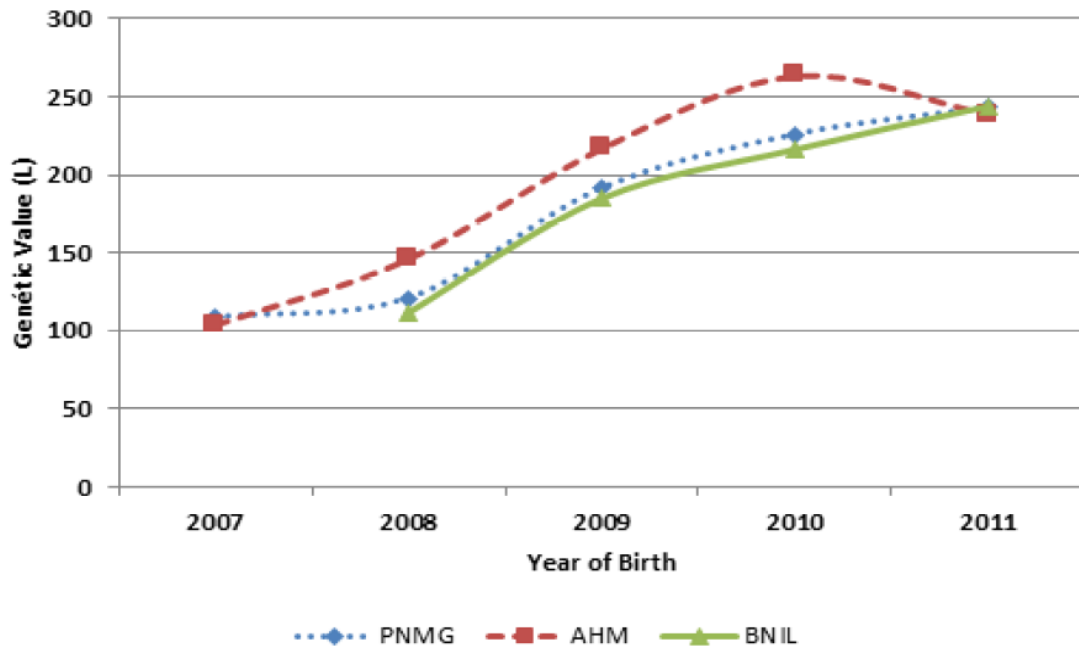


Figura 3: Tendencias genéticas de producción de leche a 305 días por año de parto. Programa Nacional de Mejoramiento Genético (PNMG); la Asociación Holstein de México (AHM) y el Banco Nacional de Información Lechera (BNIL).

Fuente: Toledo *et al.* (2014).

En la Figura 3 se muestra la tendencia genética de la producción de leche de vacas Holstein de primera lactancia en México. Registros de producción del Programa Nacional de Mejoramiento Genético en México PNMG, que incluye a la Asociación Holstein de México (AHM) y al Banco Nacional de Información Lechera (BNIL), durante el periodo 2007 - 2011.

En la Figura 4 se observa la tendencia genética para vacas lecheras en la raza Holstein en Brasil, la media de valores de cría estimados para producción de leche a 305 días mostró una tendencia positiva de 17.48 Kg/año para vacas según año de nacimiento desde 1989 hasta 2008 (Haiduck *et al.* 2019).

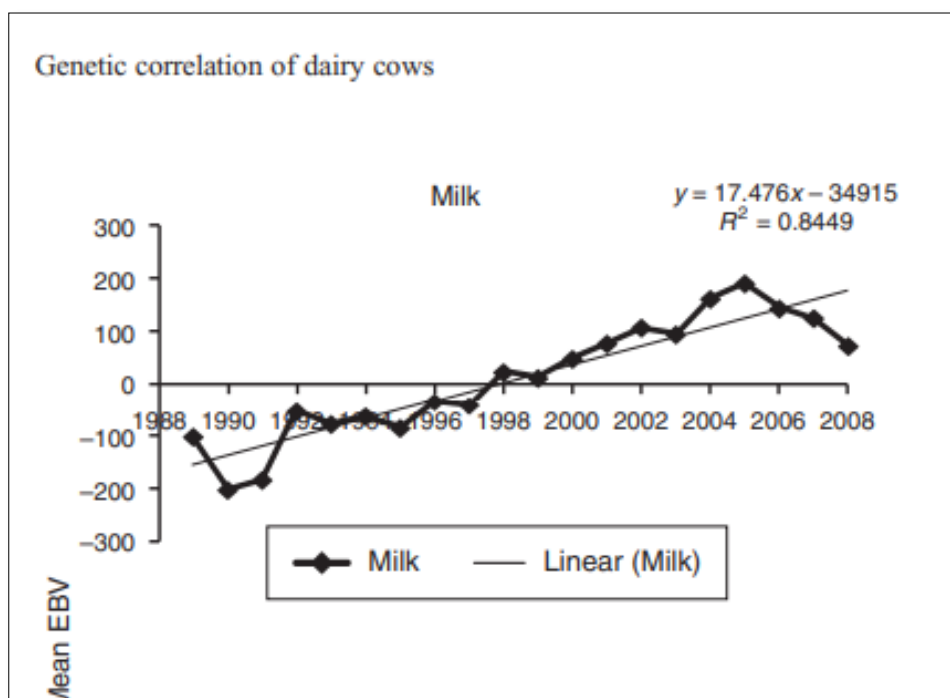


Figura 4. Tendencia genética de la producción de leche en vacas Holstein de Brasil.
Fuente: Haiduck Padilha *et al.* (2019).

La tendencia fenotípica es el cambio en el rendimiento por unidad de tiempo, en este caso el cambio en el promedio de la producción de leche (Kg) por año. Interpretar y comprender las tendencias genéticas, permite entender cómo alcanzar las metas futuras, analizando la información del pasado (Missanjo *et al.* 2012).

La producción de leche para las vacas Holstein en los Estados Unidos aumentó entre 1957 y 1997, como se observa en la Figura 5. Los rendimientos promedios pasaron de 5 870 kg para vacas nacidas en 1957 a 11 274 kg para vacas nacidas 40 años más tarde. el aumento de la productividad de las vacas lecheras en los Estados Unidos de Norte América, donde mostró una tendencia fenotípica positiva con una producción total anual en 1970 de 117,9 mil millones de libras de leche (4421 kg por vaca al año), y una la producción anual total en 1999 de 162,7 mil millones de libras u 8 061 kg por vaca anualmente.

La misma figura muestra que valores genéticos aumentaron a un ritmo creciente a principios de la década de 1970 hasta principios de 1990 y parece haberse estabilizado a un incremento anual constante de alrededor de 113 kg de valor de cría por año en los años posteriores a

1990. Se observa que casi toda la mejora en la producción de leche resultó del progreso genético de los animales (Cassell 2001).

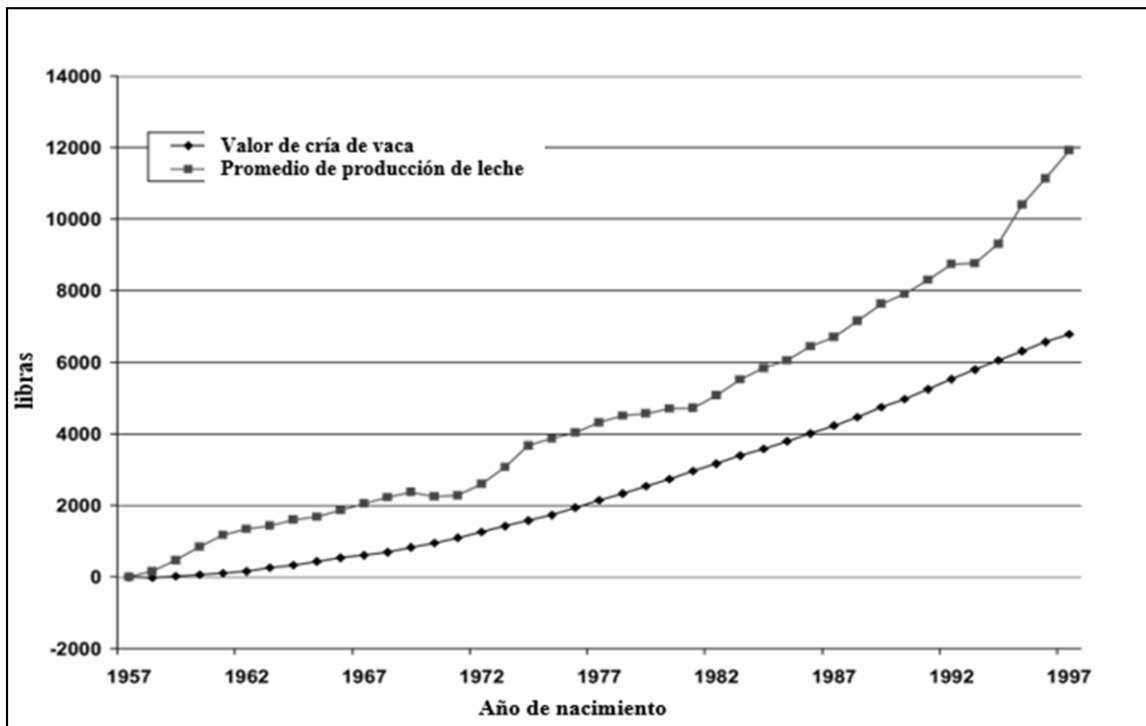


Figura 5: Las tendencias en la producción de leche y el valor de cría para leche de Holstein en los Estados Unidos.

Fuente: Cassell (2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es descriptivo, explicativa y cuantitativa; según el periodo en que se recoge la información es retrospectivo; y por la secuencia del estudio es longitudinal; y por el control del investigador en el fenómeno es observacional.

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el Establo Primavera dedicado a la crianza intensiva de vacunos de la raza Brown Swiss. Se encuentra ubicado en el valle bajo de Lurín, al sur de Lima. Con latitud sur $12^{\circ} 0' 16''$, longitud oeste del meridiano de Greenwich $79^{\circ} 14' 37''$, a una altitud media de 9 msnm y una temperatura promedio de 18°C (SENAMHI 2002), como se muestra en la Figura 6.

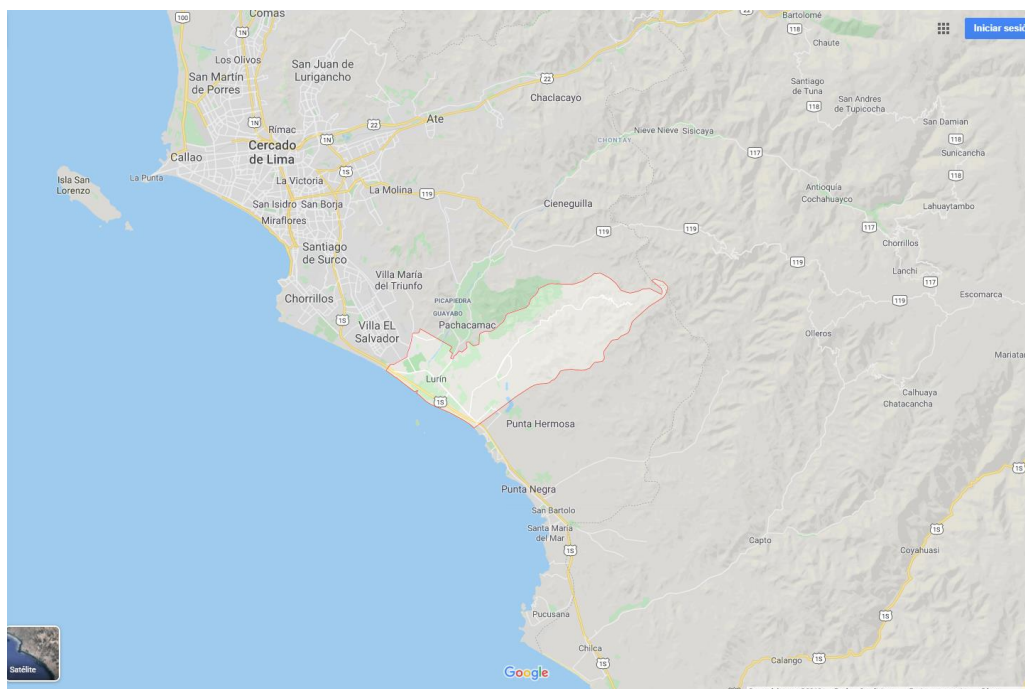


Figura 6: Mapa del distrito de Lurín.

Luego de la recolección de información, los datos fueron procesados en el Programa de Mejoramiento Animal (PMA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2. ESTABLO PRIMAVERA

El establo Primavera, es un centro de producción de ganado lechero, en las razas; Holstein, Brown Swiss y Jersey. Actualmente el establo es considerado un núcleo genético en la raza Brown Swiss, donde vende reproductores continuamente al resto del país. El objetivo en la selección de reproductores para el establo, se basa mayormente en buscar toros con valores genéticos altos y positivos en las características de tipo (conformación), compuesto de ubre, grupa y patas. El objetivo del establo Primavera busca animales con el mejor tipo funcional (fortaleza lechera, capacidad, sistema mamario, grupa y patas), el mismo objetivo que tienen en la actualidad todas las asociaciones de raza Brown Swiss en el mundo.

Es un sistema intensivo, basado en sistemas de alimentación total (TMR), con sistemas de reparto mecanizado. Cuenta con tres carros mezcladores tirados con tractor. Las raciones alimenticias están basadas en cubrir los requerimientos de nutrientes, determinados por el NRC (1989), y formulado al mínimo costo, mediante el programa PC Dairy (V.2 University of California).

Sistema de reproducción mediante inseminación artificial, con el uso de semen convencional en vacas y semen sexado para hembra en vaquillas.

3.3. OBTENCIÓN DE DATOS

La información sobre genealogía y producción, se realizó de la siguiente manera:

Los datos de registros de producción del establo, fueron obtenidos mediante el programa Uniform – agri, software de manejo para ganado lechero, se recolectó lo siguiente datos:

- Fecha de nacimiento de la vaca.
- Número de registro y arete de la vaca.
- Producción real de leche en kg de la vaca.
- Producción de leche en kg ajustada a 305d y 2 ordeños.
- Edad al parto (meses.) de la vaca.
- Intervalo entre partos de la vaca.

- Número de partos de la vaca.
- Días de producción por campaña de la vaca.
- Días de seca de la vaca.
- Número de registro y arete de la madre.
- Nombre completo y registro genealógico del padre.

3.3.1 Manejo de la información genealógica

Los datos fueron registrados en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft 2013), que consta en siete columnas:

Columna 1. Fecha de nacimiento del animal.

Columna 2. Identificación del animal (ID), para vacas número de arete

Columna 3. Número de registro genealógico del animal.

Columna 4. Identificación del padre (registro genealógico).

Columna 5. Nombre común del padre

Columna 6. Número de registro de la madre

Columna 7. Nombre de la madre

Toda esta información de registros mencionados se encuentra en el establo.

3.3.2 Manejo de los datos de producción de leche

La base de datos de la producción de leche (PL) del establo Primavera, se recopiló información de las vacas cuyos nacimientos hayan ocurrido entre los años 1986 al 2006. Los datos fueron obtenidos del programa Uniform – agri (2010).

Asimismo, se utilizó el programa excel, para la estadística descriptiva, determinando los valores máximos, mínimos, distribuciones y estadísticos de tendencia central y de dispersión con la finalidad de estandarizar los registros de producción.

3.4. MODELO ANIMAL CON MEDIDAS REPETIDAS:

Para el análisis de la información se utilizó el siguiente modelo animal con medidas repetidas (RAM), siendo el siguiente modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + \beta Edad_i + NP_j + AP_k + \hat{u}_l + \hat{p}_l + e_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} = Valor fenotípico de la vaca (producción de leche).

μ = media poblacional,

β = covariable de la edad de parto sobre la producción de leche

E_i = i - ésima edad al parto de la vaca.

NP_j = Efecto del j - ésima número de parto de la vaca.

AP_k = Efecto del k - ésimo año de parto de la vaca.

u_l = Valor genético del l - ésimo animal responsable del valor fenotípico.

p_l = Efecto permanente de la j - ésima lactación del l - ésimo animal.

e_{ijklm} = residual.

$r = 0.50$

$h^2 = 0.30$

La matriz de relaciones aditivas (varianza y covarianza genéticas) se determinó utilizando el modelo de Henderson (1975), para lo cual la genealogía se trabajó con cinco generaciones.

Para estimar el progreso genético, se formó las generaciones por el lado materno considerando el año 1986 generación base; se calculó la media del valor genético para la producción de leche de las vacas en cada una de las generaciones hasta el año 2006. Y estas

diferencias de medias del valor genético, nos indicarán el avance o progreso genético para la producción de leche entre generaciones.

3.5. ELABORACIÓN DE TENDENCIAS GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS.

Las tendencias fueron determinadas mediante el análisis de regresión lineal simple, considerando el año de nacimiento como la variable regresora sobre el valor genético.

Las tendencias fenotípicas se estimaron mediante la media de los registros de producción de leche ajustados a 305 días de las 481 lactaciones obtenidas en el periodo 1986-2008, según año de parto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS FIJOS.

En la Tabla 2 se observa los promedios de la producción de leche a 305 días según número de lactación y la variación que hay a través del tiempo. Tal como se presenta en el siguiente trabajo, las producciones más altas fueron a partir de la segunda lactación (5919 kg leche), manteniéndose hasta la cuarta lactación, esto mayormente por el desarrollo mamario, ya que es el principal determinante en la capacidad de producción de leche, siendo el número de células (alvéolos) mamarios el factor que influye directamente en la mayor producción de leche (Husvéth 2011). En tal sentido Osorio y Segura (2005) afirman que el efecto del número de parto sobre el inicio y pico de producción de leche se puede atribuir a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo corporal, el cual coincide con el resultado de nuestro trabajo, ya que en vacas de primera lactancia se obtuvo una producción de 5759 kg leche. Se estima que la vaca en su primera lactancia produce alrededor del 70 al 75 por ciento, en la segunda 90 por ciento y en la tercera 95 por ciento comparado a la edad madura que se logra a los 6 años de edad, que equivale a 3 o 4 partos, a partir de este parto alcanza el 100 por ciento de su rendimiento, para posteriormente reducir por el efecto de mayor edad (Palaquibay 2003).

Gutiérrez (2010) afirma que este efecto del número de lactaciones tiene dos componentes, la edad del animal y el número de parto en sí mismo.

En el Anexo 2, se presenta la producción de leche a 305 días según edad al parto. En el siguiente trabajo se reporta que las vacas para el primer parto inician a los 21 meses de edad, con una producción de 4234 kg leche, lo cual no coincide con los resultados obtenidos en la cuenca lechera de Lima, varios estudios han determinado que la edad al primer parto ha sido lograda entre los 28 y 32 meses respectivamente (Salas 1983; Mora 1985).

Las producciones altas fueron a los 51 meses (7252 Kg leche), 57 meses (7140 Kg leche) y la más alta se reportó a los 95 meses (8074 Kg leche), donde estos resultados coinciden con Escobedo (1979) y Mora (1985) reportaron que la edad de mayor producción fue entre los 71 y 72 meses de edad, que coincide con el cuarto o quinto parto, respectivamente. Sin embargo, la edad adulta puede variar con el manejo del establo, factores ambientales y por la raza (Valencia 2009). La finalidad de la corrección para edad, es ajustar el registro de producción de una vaca para la producción que se espera alcance al ser adulta (Ochoa 1991).

Tabla 2. Promedio de producción de leche a 305 días, según número de parto o lactación.

Número de lactación	n	Producción de leche kg
1	146	5 759
2	105	5 919
3	80	5 736
4	71	5 620
5	38	5 334
6	20	5 713
7	11	5 658
8	3	4 432
9	5	4 248
10	2	4 437

En la Tabla 3, se reporta la producción de leche a 305 días según año de parto, observándose que las vacas de menor producción (4970 kg leche) se presentó en el año 1999, continuando un crecimiento en el año 2001 (6273 kg leche) y 2002 (6244 Kg leche), finalmente se presenta una disminución en la producción en los años 2005 (5574 Kg leche) y 2006 (4955 Kg leche), coincidiendo estas variaciones con Pérez y Gómez (2005) donde indican que las variaciones en la producción lechera son asociadas a variaciones climáticas ambientales, manejo y condiciones de alimentación de un año a otro. Otro factor que incide en la producción de leche es el efecto del año, estación de parto y sus interacciones tienen un efecto significativo sobre la producción, especialmente en las zonas templadas, tropicales y sub tropicales (Mc Dowell *et al.* 1976; Osorio y Segura 2005).

Tabla 3: Promedio de producción de leche a 305 días, según año de parto.

Año Parto	n	Producción de leche kg
1999	23	4 970
2000	40	5 495
2001	49	6 273
2002	45	6 244
2003	41	5 569
2004	53	5 846
2005	59	5 574
2006	48	4 955
2007	55	5 354
2008	68	6 192

4.2. EVALUACIÓN GENÉTICA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE

4.2.1. Valores genéticos (VG) de las vacas

La Tabla 4 muestra que para las vacas el rango de los valores genéticos para producción de leche (PL) fue de -335.29 a 357.83 Kg de leche, con una media de -2.78 ± 141.39 Kg para las 185 vacas del establo en el periodo 1986-2006. Encontrándose 84 (45.41 por ciento) vacas con valores genéticos positivos, con una proporción equivalente frente a los que obtuvieron valores negativos. Los valores reportado por Hidalgo (2019) muestra un promedio de valor genético de +147.6 kg leche en vacunos de la raza Holstein en la costa central del Perú, estas diferencias se deben fundamentalmente a que los objetivos de selección fueron diferentes.

Tabla 4: Valores Genéticos para producción de leche de las vacas de la raza Brown Swiss, periodo 1986-2006.

		Porcentaje (%)
Total de vacas evaluadas	185	
Promedio de VG (kg de leche)	-2.78	
Desviación estándar de los VG	141.39	
VG Mínimo (kg de leche)	-335.29	
VG Máximo (kg de leche)	+357.83	
Vacas con $VG \geq 0$	84	45.41
Hembras, $0 < VG < +100$ Kg	60	32.43
Hembras, $VG \geq +100$ Kg	41	22.16

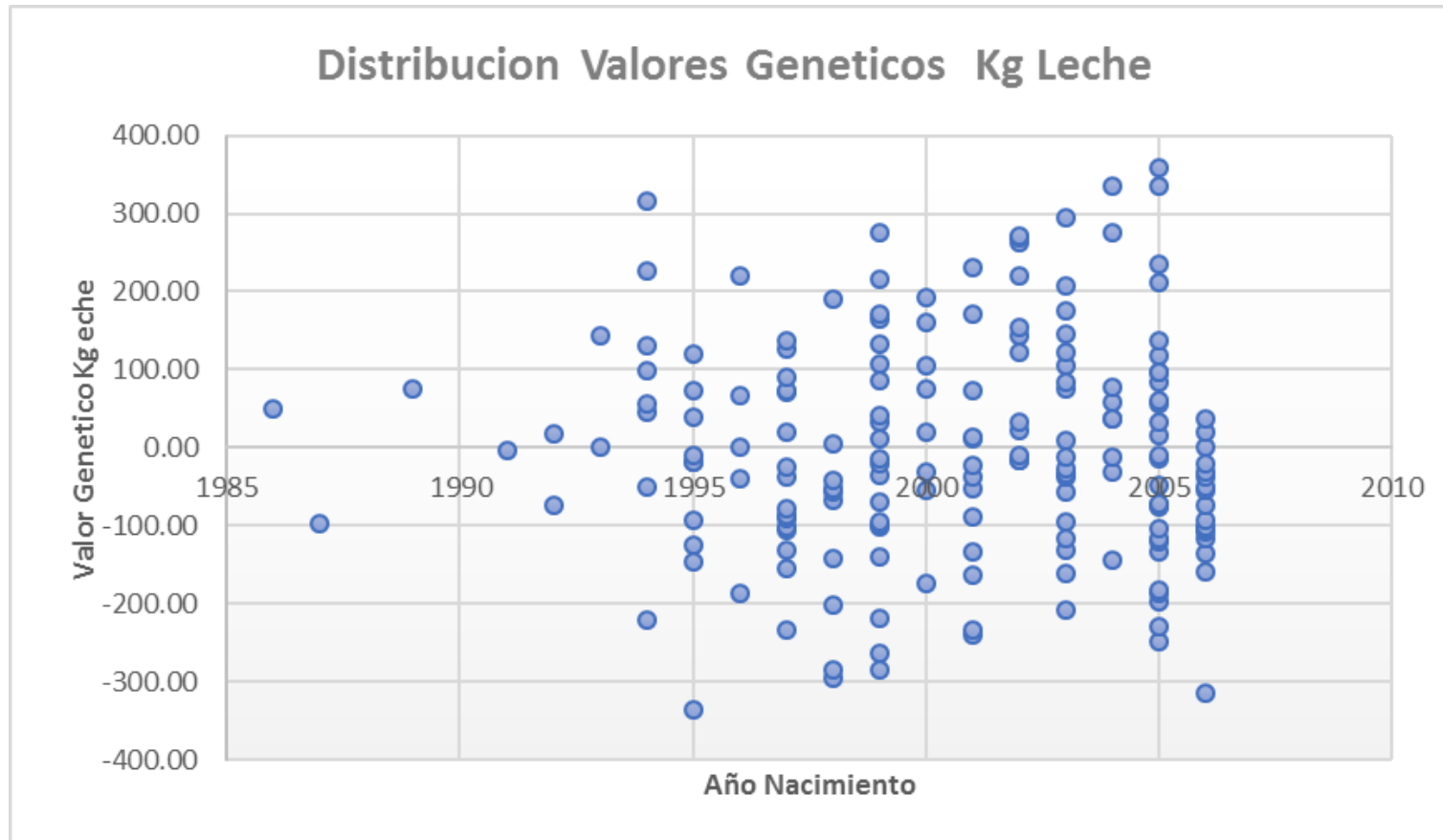


Figura 7: Distribución de los valores genéticos de todas las hembras del estable Primavera, periodo 1986-2006.

La Figura 07, muestra los valores genéticos (VG) para 185 hembras de la raza Brown Swiss que fueron evaluadas para el carácter de producción de leche (PL) nacidas durante el periodo 1986-2006 pertenecientes al establo Primavera, se observa valores genéticos positivos y negativos, siendo mayor el número de animales negativos en los últimos años. Entre las vacas de mayor mérito genético se encontraron animales pertenecientes a diferentes generaciones (tanto madres como hijas).

4.3. PROGRESO GENÉTICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE, PERIODO 1986-2006

La Tabla 06, muestra que para las vacas el promedio del valor genético por generación fue: -1.05 Kg generación base; -3.44 Kg generación 1; 8.80 Kg generación 2; -17.92 Kg generación 3 y -47.94 Kg generación 4. En el siguiente trabajo se determinó el progreso genético para la producción de leche, los resultados indican que entre la generación base y la primera generación no existe progreso genético (-2.39 Kg leche), mientras que la primera y la segunda generación (12.24 Kg leche) existe progreso genético, en cambio entre la segunda y tercera generación (-26.72 kg leche) y finalmente entre la tercera y cuarta generación (-30.02 Kg leche), considerando que solo existe progreso genético en la segunda generación, mas no existe en las demás generaciones. Estos resultados negativos son justificados porque el objetivo del establo Primavera en el periodo 1986 – 2006, fue seleccionar reproductores con valores genéticos positivos para las características de tipo (conformación), compuesto de ubre y fertilidad, tal como se muestra en el Anexo 06.

Tabla 05: Resultados generales de los VG por generación y progreso genético para producción de leche de las hembras del establo Primavera, 1986-2006.

	Generación base	Generación 1	Generación 2	Generación 3	Generación 4
n	56	59	42	15	4
Promedio (VG Leche Kg.)	-1.05	-3.44	-8.80	-17.92	-47.94
Diferencia (VG Leche Kg.)		-2.39	12.24	-26.72	-30.02

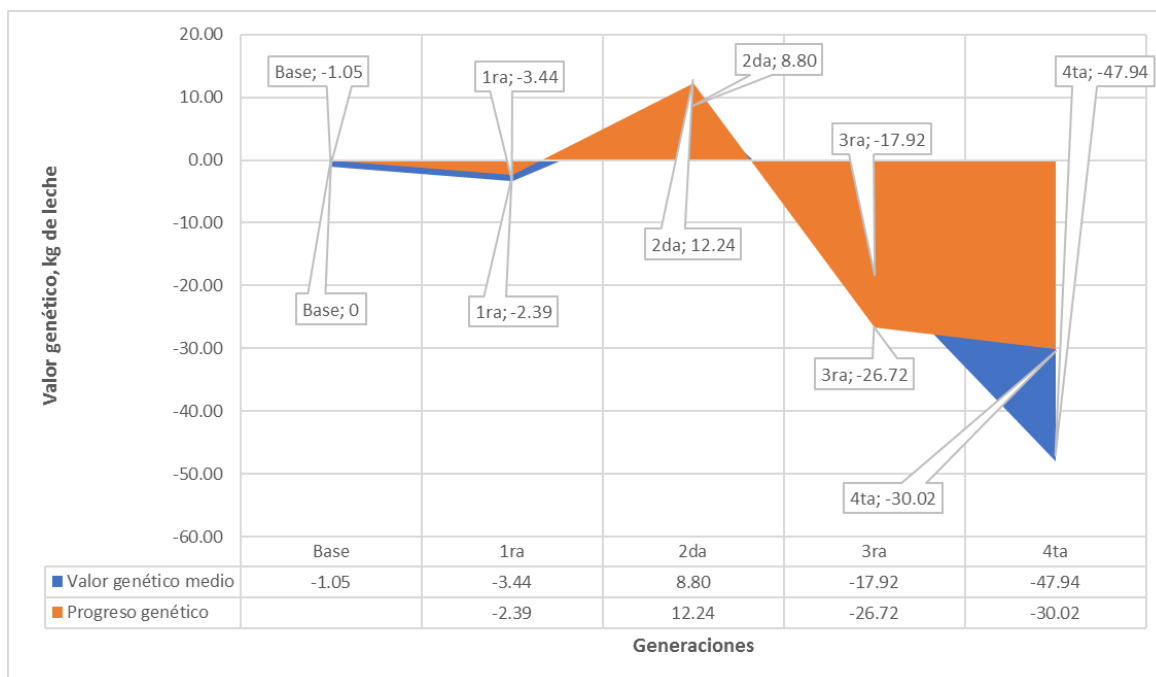


Figura 8: Resultados del progreso genético del establo Primavera, periodo 1986-2006.

4.4. TENDENCIA GENÉTICA DEL ESTABLO PRIMAVERA PARA PRODUCCIÓN DE LECHE, PERIODO 1986-2006.

La Figura 08, muestra la media de los valores genéticos por año y la estimación lineal de la tendencia genética de la producción de leche. En el primer año 1986 existe una media del valor genético de +48.95 Kg de leche, manteniendo valores negativos entre el año 1987 (-97.01 Kg leche) y 1991 (-4.04 Kg leche).

Se incrementa los valores genéticos en el año 1994 con +75.27 Kg leche y con pequeños picos de incremento en los años 1993 con una media +72.19 Kg.

La media más alta del valor genético corresponde al año 2002 con +121.08 Kg leche y continúa siendo positivo el año 2004 (+69.94) y llegando a ser negativo en el 2006 (-80.58).

Los valores genéticos de las vacas del establo Primavera han pasado de +48.95 Kg de leche en el año 1986 a -80.58 Kg en el año 2006, teniendo una tendencia genética de -0.27 Kg por cada año, en el periodo de estudio. Mientras que Hidalgo (2019) en el Perú, reporta una

tendencia genética de + 8.2 Kg anual en vacas de la raza Holstein en el periodo 1982 – 2017.

Tendencias genéticas superiores a la estimada en este estudio fueron reportados por el CDCB en USA, quienes muestran una tendencia positiva de valores genéticos para PL en la raza Holstein con -5000 libras de leche en el año 1982, incrementando hasta +2000 libras al año 2015, esto indica un cambio anual de 75 libras (34.3 Kg). Toledo *et al.* (2014) en su investigación realizada en México, estimó una tendencia genética positiva para la PL de +100 Kg en el 2007 a +250 Kg en el 2011, teniendo un incremento de +30 Kg por año. Esto indica que los ganaderos en EEUU y México incrementaron gradualmente la utilización de vacas y toros con mejor calidad genética para producción de leche en sus hatos durante estos años.

Los resultados de este trabajo siguen siendo menores a lo estimado por otros autores como: Chegini *et al.* (2013) estimaron una tendencia genética de +21 Kg de leche por año para vacas Holstein en Irán para los años 2002 al 2007; Boligon *et al.* (2005) en Brasil, con una tendencia genética positiva de +9.51 Kg de leche por año durante 1984-1998 y Haiduck Padilha *et al.* (2019) reportan una tendencia positiva de +17.5 Kg/año en Brasil para los años 1989 al 2008. Estos resultados pueden deberse al uso de toros de mayor valor genético para esta característica en estos países.

Los resultados obtenidos en esta investigación son mejores, si comparamos con lo obtenido por Sahin *et al.* (2012) quienes evaluaron ganado Holstein en Turquía, encontrando una tendencia genética de -2.46 Kg de leche por año en un periodo de 20 años (1987-2006).

Durante todo el periodo de estudio, los VG fluctuaron a ser tanto positivos como negativos, las causas de estas variaciones podrían ser resultado de diferentes factores, según González *et al.* (2009) del uso de toros cuyos valores genéticos son estimados por pedigrí con menores confiabilidades, esto trae como consecuencia el uso de toros probados por más tiempo y un aumento en el intervalo generacional, causando un comportamiento inestable de la media de los valores genéticos. Según Araújo *et al.* (2003), una posible explicación para valores bajos de estimaciones de tendencia genética es el flujo desorganizado del mejoramiento genético; es decir, cada productor adopta sus propios objetivos de selección, independientemente de los demás. En el periodo (1986 – 2006) del desarrollo de la tesis, en el establo Primavera, la

selección de los toros destinados a la reproducción se realizó en función a características de tipo (conformación), compuesto de ubre y fertilidad, donde no fue priorizo con mucho interés la producción de leche.

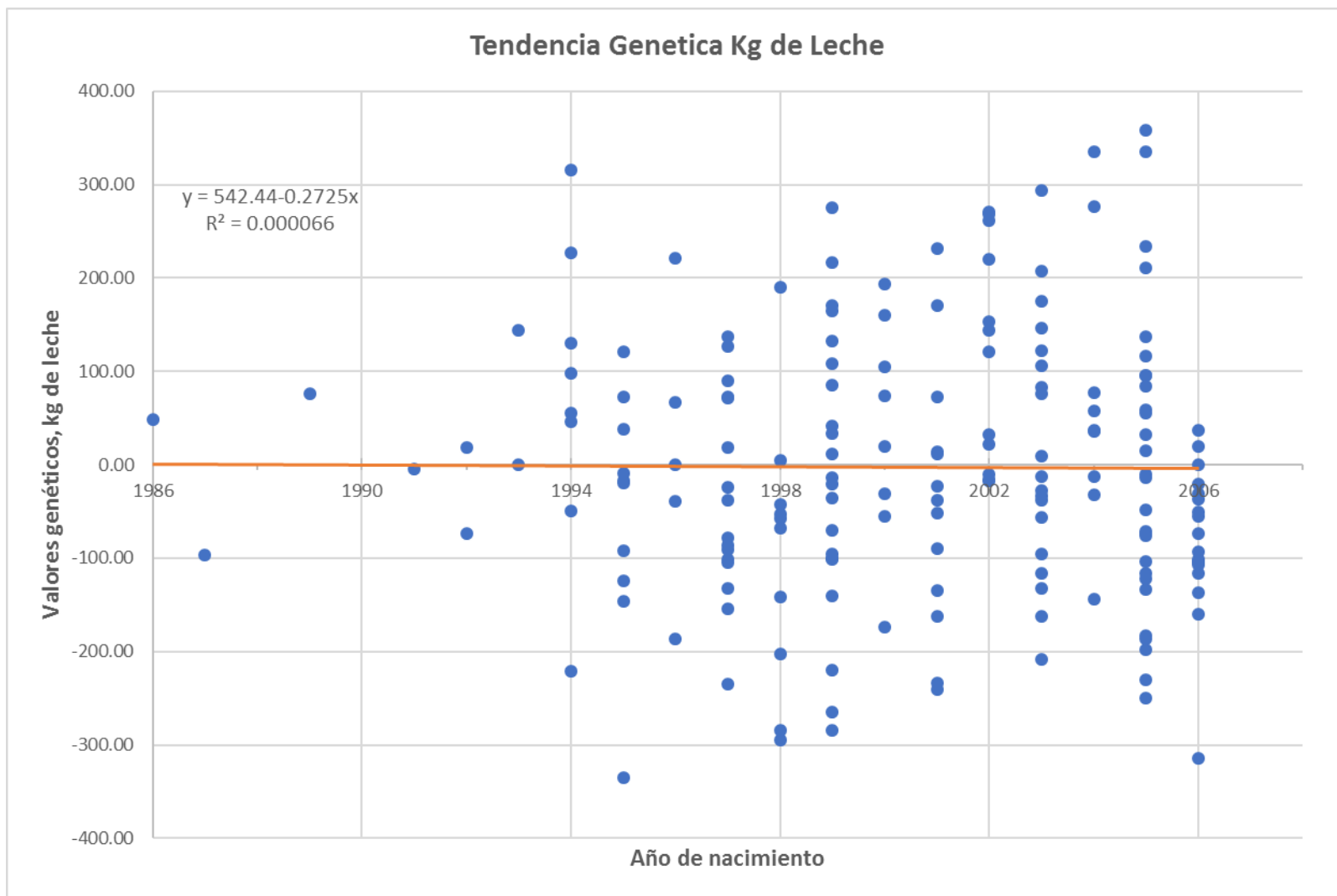


Figura 9: Tendencia genética de la producción de leche de las hembras del establo Primavera, 1986-2006.

4.5. TENDENCIA FENOTÍPICA DEL ESTABLO PRIMAVERA PARA PRODUCCIÓN DE LECHE PERIODO 1999-2008.

La Figura 09 presenta la media de los valores observados y la estimación lineal de la tendencia fenotípica, se observa que durante el período de estudio el establo Primavera ha incrementado la producción de leche, pasando de 4970 Kg a 6192 Kg a 305 días, es decir ha tenido un incremento de 1222 Kg de leche durante el periodo 1999 al 2008. Diferentes resultados se muestran como de García *et al.* (2016) quienes mencionan que el rendimiento lácteo se ha duplicado desde 6 619 a 12 662 kg de leche en los años de 1963 a 2013 en Estados Unidos.

La tendencia fenotípica estimada del establo Primavera para la característica de producción de leche, fue de +10.29 Kg de leche por año en una campaña ajustada a 305 días. Mientras que Hidalgo (2019) en el Perú, reporta una tendencia fenotípica de + 294.3 Kg anual en vacas de la raza Holstein en el periodo 1982 – 2017.

Por otro lado, Dash *et al.* (2016) obtuvieron para vacas Holstein en India una tendencia de +18.71 Kg de leche en un periodo de 34 años (1972-2012); Konkruera *et al.* (2018) para el periodo 1991-2014 estimó una tendencia de +21.3 Kg/año. Estas investigaciones sugieren que las mejoras en los rendimientos es resultado de la política de selección de reproductores exclusivamente con énfasis en el rasgo de producción. Otros autores atribuyen que las tendencias fenotípicas positivas son resultados de la mejora genética y en menor medida de factores ambientales. Se puede mencionar a García *et al.* (2016), quienes indican que más del 56% de este incremento en la producción de leche en EEUU se puede atribuir a un cambio genético.

Otros investigadores, por el contrario, encontraron que los aumentos en los rendimientos productivos es resultado de mejoras de los factores ambientales. Como Vargas y Solano (1995) estimaron una tendencia genética positiva de +111.4 Kg de leche a 305 días para vacas Holstein en Costa Rica durante el periodo 1979 – 1992. Además, concluyeron que estos incrementos fueron debido a factores ambientales.

Los resultados obtenidos en esta investigación son mejores, si comparamos con lo obtenido por Katok y Yanar (2012), quienes estimaron una tendencia fenotípica de -17.7 Kg de leche por año durante el periodo 1995-2008 para vacas Holstein en Turquía con producciones que no superan los 4 000 kg de leche. Estos autores indican que la disminución en este rasgo fenotípico podría atribuirse a factores ambientales adversos, la presencia de enfermedades, así como insuficiente alimentación, las condiciones climáticas y geográficas duras podrían ser algunas de las razones ambientales responsables de este valor negativo.

La tendencia fenotípica estimada para este trabajo es superior a las mencionadas anteriormente, la variación de las tendencias es reflejo del nivel de manejo del establo, el cual varía de acuerdo a la eficiencia del administrador del establo, equipo de trabajo (personal) en las diferentes actividades de manejo (Katok y Yanar 2012).

Se puede apreciar que estos cambios han influenciado en el comportamiento productivo del establo Primavera de manera positiva, esto concuerda con lo reportado por M'hamdi *et al.* (2012), quienes indicaron que la variación en la producción de leche de un año a otro podría atribuirse a cambios en el tamaño del establo, la edad de los animales y las buenas prácticas de gestión introducidos de un año a otro.

Al igual que Vargas y Solano (1995), el aumento de la media de la producción de leche en los años 2000 a 2002 de estudio del establo Primavera se debe principalmente a las mejoras en las condiciones ambientales, tales como; nutrición, salud y gestión que se ofreció a los animales, a partir del año 2003 a 2007 existe una disminución, mayormente se debe a que hubo un manejo inadecuado en manejo y alimentación de los animales, logrando una recuperación e incremento de la producción en el año 2008 (6192 Kg leche), todas estas variaciones de la producción de leche se debe a la poca magnitud de la selección o la introducción de genes superiores para producción de leche. La tendencia fenotípica lograda durante el periodo de estudio fue de +10.29 Kg/año. Similar a estas tendencias, indican Sahin *et al.* (2012) reporta que la estimación de su tendencia fenotípica es mayor a su tendencia genética de -2.46 Kg/año. Se puede decir que un buen manejo del medio ambiente (alimentación, manejo, sanidad, etc.) y la mejora genética (características o rasgos) deben integrarse para obtener mejores rendimientos y con ello aumentar la rentabilidad del establo.

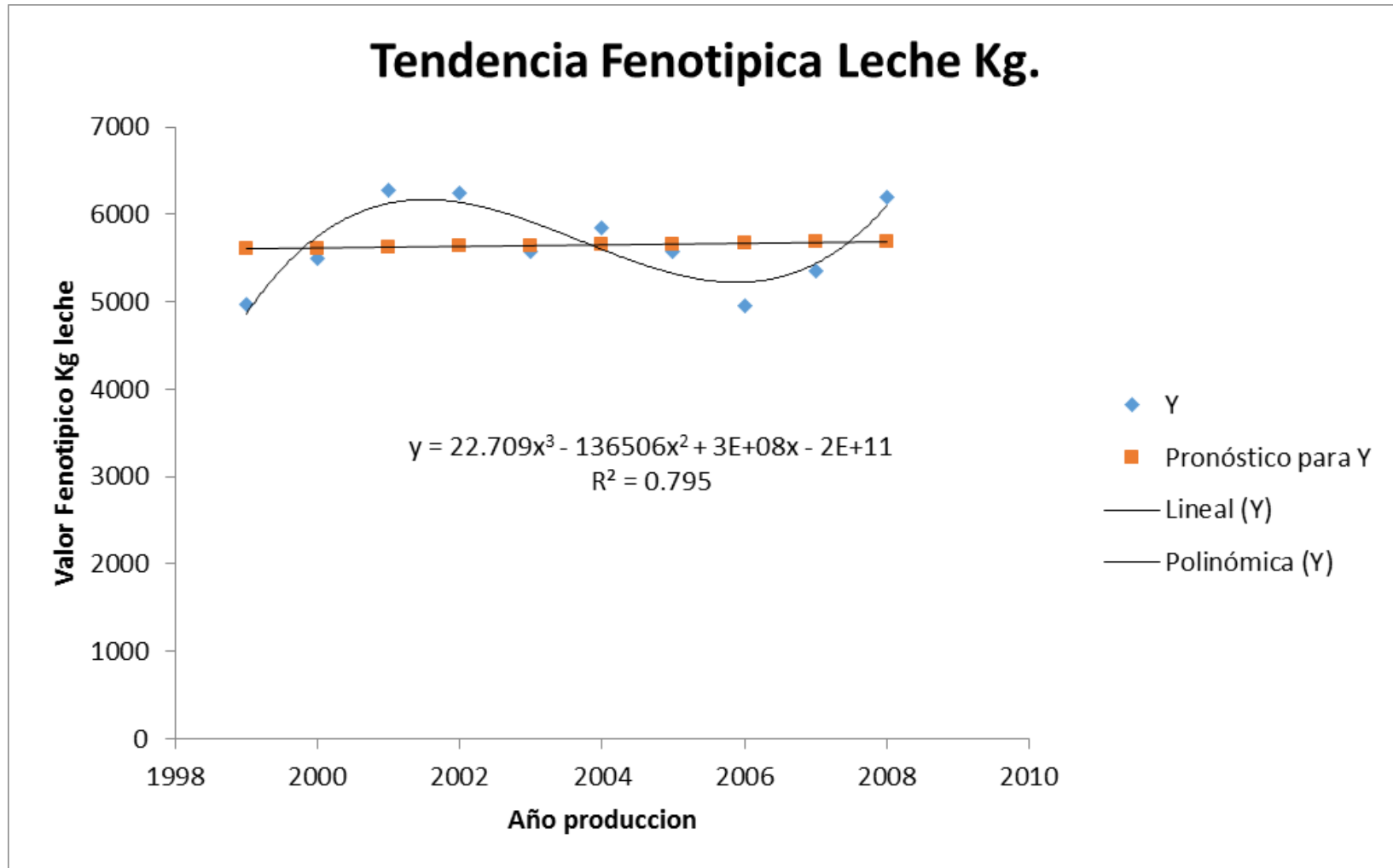


Figura 10: Tendencia fenotípica de la producción de leche a 305 días con del establo primavera, 1999 - 2008.

V. CONCLUSIONES

Para el establo Primavera, con la aplicación del modelo animal de medidas repetidas con los datos genealógicos y los registros productivos del período 1986-2006, se concluyó que:

1. Los VG para la producción de leche de las vacas del establo Primavera tienen una media de -2.78 ± 141.39 Kg con más del 45.41 por ciento de valores positivos. Esto indica que se puede realizar una selección objetiva de las hembras según la distribución de sus valores genéticos.
2. El progreso genético para la producción de leche fue determinado en cuatro generaciones, solo se encontró positivo en la G_2 y las demás generaciones fueron negativos, considerando a través de cada generación los valores fueron: $\Delta G_1 = -2.39$ kg de leche, $\Delta G_2 = 12.24$ kg de leche, $\Delta G_3 = -26.72$ kg de leche y $\Delta G_4 = -30.02$ kg de leche.
3. La tendencia genética fue de -0.27 Kg de leche para las hembras, un valor negativo, pero que no contribuye a un gran incremento para PL debido a que en el tiempo de estudio la selección de toros se basó en características de tipo, compuesto de ubre y fertilidad.
4. La tendencia fenotípica para producción leche fue de $+10.29$ Kg de leche debido principalmente a las mejoras en aspectos de manejo, alimentación, sanidad, etc.

VI. RECOMENDACIONES

Debido a los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda:

1. Realizar trabajos similares en nuestro país, para disponer mayor información de los valores de cría y que los ganaderos puedan seleccionar a sus animales con valores más reales y de mayor confiabilidad.
2. En las cuencas lecheras más importantes del Perú, será de mucha importancia realizar trabajos en Progreso Genético para la producción de leche, con ellos se identificará a los animales con valores genéticos positivos y además conocer realmente el avance genético en cada cuenca lechera.
3. Las diferentes instituciones del estado, los profesionales y técnicos dedicados al área pecuaria deben implementar con mayor énfasis el uso de registros tanto genealógicos como de rendimiento de los animales en los diferentes establecimientos de producción para generar mayor información y poder realizar las evaluaciones genéticas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo, DA.; Cerón, MF.; Restrepo, LF. 2007. Modeling of growth functions applied to animal production. *Rev Col Cienc Pec*, 20:157-173.

Amorim, A. 2006. Melhoramento genético de bubalinos. III Simposio Búfalos de las Américas 2006, Medellin-Colombia.

Aranguren, J.; Román, RM. 2014. El modelo animal simple: una metodología para los genetistas. *Logros & Desafíos de la Ganadería Doble Propósito*, 2014: 120-136.

Balzarini, M.; Macchiavelli, RE.; Casanoves, F. 2004. Aplicaciones de Modelos Mixtos en Agricultura y Forestería. Curso de capacitación centro agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE. Disponible en www.researchgate.net

Barbosa, M. 2016. Genetic trend estimates for milk yield production and fertility traits of the Girolando cattle in Brazil. *Livestock Science*, 190: 113–122.

Biochard, D. 1992. L'évaluation des Reproducteurs: Le modèle sous-jacent á L'évaluation des valeurs génétiques. *Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales*, Versailles: INRA, 302 p.

Boichard, D.; Ducrocq, V.; Croiseau, P.; Fritz, S. 2016. Genomic selection in domestic animals: Principles, applications and perspectives. *C. R. Biologies* 339: 274–277.

Boligon, AA.; Rorato, PRN.; Ferreira, GBB., Weber, T.; Kippert CJ.; Andreazza, J. 2005. Heritability and genetic trend for milk and fat yields in Holstein herds raised in the state of Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 1512 – 1518. doi:10.1590/S1516-35982005000500011

Bourdon, RM. 1997. Understanding animal breeding. New Jersey, USA:Prentice Hall Inc.

Calderón, J. 2016. Determinación de los valores genéticos mediante el ranqueo de las vacas Holstein mestizas de la estación experimental Tunshi, para la implementación de un programa de inseminación artificial. Tesis Ing. Zoot. Ecuador, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 83 p.

Canaza, AW.; Araújo, J.; Sávio, P.; de Almeida, R.; Fonseca, M.; dos Santos, D.; Barbosa, M. 2016. Genetic trend estimates for milk yield production and fertility traits of the Girolando cattle in Brazil. *Livestock Science*, 190: 113–122.

Cardellino, R., Rovira, J. 1993. Mejoramiento Genético animal. Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. 253p.

Cassell, B.G. 1998. The animal model. Virginia Cooperative Extension. (Publication N° 404-086). Virginia Tech. 86 pp.

Casell, B.G. 2001. Optimal Genetic Improvement for the High Producing Cow. *J. Dairy Sci.* 84(E. Suppl.): E144-E150.

Cayuela, L. 2014. Modelos lineales mixtos (LMM) y modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) en R.

Cerón, M.; Tonhati, H.; Costa, C.; Solarte, C.; Benavides, O. 2003. Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano. *Rev Col Cienc Pec*, 16 (1): 26-32

CDCB (Council on Dairy Cattle Breeding). 2018. Description of national genetic evaluation systems. [En línea]. Consultado 01 dic. 2018. Disponible <https://www.uscdcb.com>

Chegini, A.; Shadparvar, AA.; Ghavi Hossein-Zadeh N. 2013. Genetic trends for milk yield, persistency of milk yield, somatic cell count and calving interval in Holstein dairy cows of Iran. *Journal of Applied Animal Science* 3: 503 – 508.

Cho, KH.; Na, SH.; Cho, JH.; Lee, JH.; Lee, KL. 2004. Studies on the development of novel 305 days adjustment factors for production traits in dairy cattle. *Asian-Aust. J. Animal.*

Sci., 17 (12):1689-1694.

Contreras, G.; Zambrano, S.; Pirela, M.; Abreu, O.; Cañas, H. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas mestizas criollo Limonero x Holstein. Revista Científica FCV-LUZ, 12 (1): 15-8.

Dairy Australia. 2018. Cow Australian Breeding Values (ABV). [En línea]. Consultado 13 oct. 2018. Disponible en: <https://www.dairyaustralia.com.au/farm/animal-management/genetics/cow-breeding-values>

De Vries, A. 2017. Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 100: 1–9.

Eggen, A. 2012. The development and application of genomic selection as a new breeding Paradigm. Anim Front, 2 (1): 10 – 15. doi:10.2527/af.2011-0027

Elzo, MA.; Vergara, OD. 2012 Modelación aplicada a las ciencias animales II: Evaluaciones genéticas. 1. Ed. Colombia, Medellín. Editorial Biogénesis. 134p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2013. El sector lechero mundial: Datos. [En línea]. Consultado 10 dic. 16. Disponible en <http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1>

Freeman, AE.; Lindberg, GL. 1993. Challenges to dairy cattle management: Genetic considerations. J. Dairy Sci. 76: 3143-3159.

Galeano, AP.; Manrique, C. 2010. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. Rev. Med. Vet. Zoot, 57:119-131

García, A.; Cole, JB.; VanRaden, PM.; Wiggans G.R.; Ruiz, FJ.; Van Tassellb, CP. 2016. Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection.

Gasque, R. 2008. Enciclopedia Bovina. Capítulo 8: Mejoramiento Genético en bovinos. Mejora genética en ganado lechero. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 278-279 p.

Groeneveld, S.; Tibau, J.; Reixach, J.; Batallé, M. 1997. V.C.E. package Ver 4.2.

Gutiérrez, JP. 2010. Iniciación a la valoración genética animal. Metodología adaptada al EEES. 1. Ed. España, Madrid. Editorial Complutense. 355 p.

Haiduck Padilha, A.; Alfonzo, EPM.; Daltro, DS.; Torres, HAL.; Braccini Neto, J.; Cobuci, JA. 2019. Genetic trends and genetic correlations between 305-day milk yield, persistency and somatic cell score of Holstein cows in Brazil using random regression model. *Animal Production Science*, 59: 207 – 215. <https://doi.org/10.1071/AN16835>.

Henderson, C. 1974. General flexibility of linear model techniques for sires evaluations. *J. Dairy Sci.* 57(8):963-972.

Henderson, C. 1975. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics* 31, 423-447.

Henderson, C. 1985. Equivalent linear models to reduce computations. *J. Dairy Sci.* 68:2267-2277.

Hidalgo, YN. 1999. Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche en un establo del valle de Huaura. Escuela de Post Grado Maestría en Producción Animal, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Holmes, C. 1984. Producción de leche en praderas. 1. Ed. España, Zaragoza. Editorial Acribia. 446 p.

Holstein Foundation. 2018. Understanding genetics and the sire summaries. [En línea]. Consultado 13 oct. 2018. Disponible en: www.holsteinfoundation.org

Husvéth F. 2011. Physiological and Reproductive Aspects of Animal Production. University Of Debrecen en Debrecen. Hungría. [En línea]. Consultado 12 dic. 18. Disponible en: http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_angol_05_termeles_e_lettan/index.html.

Jurado, G. 1998. El modelo animal. VIII Curso Internacional sobre mejora genética animal. Madrid, España. INIA. P. 35-49.

Katok, N.; Yanar, M. 2012. Milk traits and estimation of genetic, phenotypic and environmental trends for milk and milk fat yields in Holstein Friesian cows. *International Journal of Agriculture and Biology* 14: 311 – 314.

Martínez CA, Manrique C, Elzo MA. 2012. La evaluación genética de vacunos: una percepción histórica. *Rev Colomb Cienc Pecu* 25: 293-311.

M'hamdi, N.; Bouallegue, M.; Frouja, S.; Ressaissi, Y. Brar, SK.; Hamouda, MB. 2012. Effects of environmental factors on milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows. In *Tech Milk Production – An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*: 153-164. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/50803>

Missanjo, E.; Imbayarwo-Chikosi, V.; Tinyiko, E. 2012. Genetic trends production and somatic cell count for Jersey cattle in Zimbabwe born from 1994 to 2005. *Tropical. Animal Health and Production.*, 44: 1921 – 1925 doi: 10.1007/s11250-012-0157-6

Mrode, RA. 2005. Linear models for the prediction of animal breeding values. 2. Ed. USA, Cambridge. Cromwell Press. 343p.

Muñoz, R.; Gonzáles, C. 2016. Guía Práctica de Evaluación Genética Animal con Virtual Blup. Versión digital Registro de Propiedad Intelectual N° 263.561. Consultado 5 jul.17. Disponible en: <http://www.virtualblup.cl/>

NRC (National Research Council). 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, D.C. National Academy Press. 157 p.

Ochoa, P. 1991. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. Departamento de genética y bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. México, *Ciencia veterinaria* 1991 (5): 67-88.

OCLA (Observatorio de la cadena láctea Argentina). 2018. Lechería mundial: principales aspectos. [En línea]. Consultado el 23 dic. 2018. Disponible en www.ocla.org.ar

Oldenbroek, K.; Van del Waaij, L. 2015. Textbook Animal Breeding and Genetics for BSc students. Centre for Genetic Resources the Holanda and Animal Breeding and

Genomics Centre.

Osorio, MM.; Segura, JC. 2005. Factors affecting the lactation curve of *Bos taurus* x *Bos indicus* cows in a dual purpose system in the humid tropics of Tabasco, Mexico. *Téc Pecu Méx* 43 (1): 127-137.

Palaquibay, A. 2003. Efecto de la suplementación con remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) en la producción de vacas Holstein en la Hacienda Santa Isabel.

Pallete, AE. 2001. Evaluación y selección de toros lecheros. *Rev. Investig. Vet. Perú* 12 (2): 150-160.

Pérez, GA.; Gómez, MG. 2005. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento productivo de un rebaño pardo suizo en el trópico. 1. Producción de leche. *Revista Científica, FCV-LUZ* 15 (2): 141-147.

Quispe, EC.; Alfonso, L. 2018. Predicción de valores de cría de animales domésticos. 2. Ed. Perú, Cajamarca. Editorial Bravo Impresores. 365p.

Rao, MK., Sundaresan, D. 1979. Influence of environment and heredity on the shape of lactation curves in Sahiwal cows. *J. Agric. Sci. Cambridge* 92: 393–401.

Ryan, J. 2016. Understanding estimated breeding values. [En línea]. *Farmersweekly*. Consultado el 20 de octubre del 2018. Disponible en:
<https://www.google.com.pe/amp/s/www.farmersweekly.co.za/farm-basics/how-to-livestock/understanding-estimated-breeding-values/amp/>

Rodríguez, JV. 2004. Evaluación fenotípica y genotípica de los caracteres de crecimiento en el esquema de selección del ovino Segureño. Tesis Dr. Universidad de Córdoba, 146 p.

Salinas, J. 2016. Oferta y valoración genética en leche y carne de semen bovino importado y nacional en el Perú 2009-2014. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 143 p.

Senamhi, (2002). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Disponible en www.senamhi.gob.pe. Consultado en agosto 24 del 2009.

SIEA (Sistema Integrado de Estadística Agraria). 2018. Boletín estadístico de producción agrícola y ganadera-IV trimestre 2017.

Toledo, HO.; Ruiz, Felipe de Jesus; Vázquez, CG; Berrueco, JM.; Elzo, MA. 2014. Tendencias genéticas y fenotípicas para producción de leche de ganado Holstein en dos modalidades de control de producción. Rev Mex Cienc Pecu, 5 (4):471-485

Uniform – agri. B.V. (2014). Dairy farm management software. The Netherlands.

Valencia, M. 2003. Obtención del valor genético predicho en animales incluyendo el efecto del medio ambiente permanente. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato, México. Acta Universitaria, 13 (3): 47-56.

Valencia, F. 2009. Estimación de valores genéticos de la hacienda San Marcos para la implementación de un programa de inseminación artificial. Tesis Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 71 p.

Vargas, B.; Solano, C. 1995. Tendencias genéticas y ambientales en producción de leche en vacas lecheras de Costa Rica. Arch. Latinoam. Prod. Anim, 3 (2): 165-176.

VanRaden, PM.; EL Jensen, TJ.; Lawlor, y DA Funk. 1990. Predicción de la transmisión de habilidades para los rasgos de tipo Holstein. J. Dairy Sci. 73:191-197.

Vélez de Villa, EE. 2013. Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos (SIRVS)

Vilela, JL. 2014. Mejoramiento genético en animales domésticos. Perú, Lima. Editorial Macro. 151 p.

Visscher, PM.; Hill, WG.; Wray, NR. 2008. Heritability in the genomics era-concepts and misconceptions. Nature Publishing Group, 2008 (9): 255-266. Disponible en www.nature.com/reviews/genetics.

Wiley, J. 2015. Molecular and Quantitative Animal Genetics. USA, Madison. University of Wisconsin-Madison. Editorial Hasan Khatib. 331p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Cuadro del total de animales con la producción de leche a 305 días, según edad parto, numero de lactación y año de parto.

N° Registro Animal	Edad Parto (meses)	Numero lactación	Año Parto	Producción Leche
1182	31	1	1999	5246
11086	154	9	1999	4842
11132	148	9	1999	3052
14297	89	3	1999	5767
14533	76	5	1999	6422
15089	68	4	1999	6385
15479	69	4	1999	5023
15493	62	3	1999	4406
15508	55	3	1999	4237
15512	52	3	1999	3469
15536	47	2	1999	5596
15545	48	2	1999	5174
15556	44	2	1999	5417
16365	38	2	1999	4824
16370	35	1	1999	5635
16390	26	1	1999	5431
16402	25	1	1999	4208
16404	25	1	1999	5286
16405	27	1	1999	4681
16408	27	1	1999	3751
16410	27	1	1999	6336
16411	27	1	1999	3403
17223	25	1	1999	5710
2	73	4	2000	6654
1182	45	2	2000	8679
1201	28	2	2000	4750
1263	27	1	2000	6123
11086	167	10	2000	5036
12057	130	9	2000	3864
14269	100	7	2000	5004
14297	103	4	2000	4786
15088	74	5	2000	5153
15089	83	5	2000	9855
15479	81	5	2000	8581
15481	79	1	2000	5790

15493	78	4	2000	6384
15505	67	4	2000	3400
15508	67	4	2000	4550
15512	63	4	2000	6467
15513	59	3	2000	4661
15513	68	4	2000	6177
15519	62	3	2000	3097
15533	56	3	2000	6031
15538	58	3	2000	5188
15545	61	3	2000	4064
15556	56	3	2000	5230
16365	52	3	2000	7271
16370	49	2	2000	3206
16385	35	2	2000	5327
16386	41	2	2000	6673
16388	37	2	2000	4993
16402	37	2	2000	3221
16404	38	2	2000	5175
16405	39	2	2000	6278
16411	38	2	2000	6167
16421	27	1	2000	3521
16448	27	1	2000	5256
16509	27	1	2000	6137
16521	25	1	2000	3951
16556	31	1	2000	5017
17036	25	1	2000	7893
17223	40	2	2000	6974
17392	25	1	2000	3206
2	84	5	2001	5369
1182	57	3	2001	9680
1201	48	3	2001	4143
14533	95	6	2001	8074
15481	93	2	2001	5381
15512	75	5	2001	7966
15513	82	5	2001	6090
15533	69	4	2001	5377
15538	71	4	2001	5553
15539	70	4	2001	7413
15545	75	4	2001	3205
15556	72	4	2001	4487
16380	54	3	2001	4153
16385	49	3	2001	7319
16386	56	3	2001	5870
16388	48	3	2001	7077
16390	55	3	2001	6165
16402	50	3	2001	4649
16404	51	3	2001	5396
16408	41	2	2001	6118
16410	41	2	2001	6210
16421	42	2	2001	6015
16448	45	2	2001	7462
16524	30	1	2001	4266

16556	48	2	2001	5328
17037	29	1	2001	6582
17038	24	1	2001	5923
17039	25	1	2001	7120
17041	83	1	2001	8832
17392	37	2	2001	4528
17396	25	1	2001	7413
17397	31	1	2001	7222
17401	24	1	2001	4394
17402	26	1	2001	7794
17403	24	1	2001	6730
17407	29	1	2001	7103
17409	26	1	2001	6532
17411	26	1	2001	8201
17412	24	1	2001	8609
17415	25	1	2001	6019
17416	25	1	2001	6734
17417	26	1	2001	5687
17419	25	1	2001	5330
17421	24	1	2001	7857
17422	24	1	2001	6547
17426	26	1	2001	6336
17427	26	1	2001	6578
17429	25	1	2001	4244
17437	24	1	2001	6294
2	96	6	2002	3245
1182	70	4	2002	9926
1263	56	2	2002	6312
14533	110	7	2002	6460
15089	107	6	2002	9921
15479	96	6	2002	6520
15481	104	3	2002	5553
15512	87	6	2002	6511
15513	93	6	2002	6266
15538	82	5	2002	4754
15539	81	5	2002	6283
16365	67	4	2002	6235
16380	65	4	2002	4556
16385	61	4	2002	7327
16386	67	4	2002	6369
16388	64	4	2002	4184
16402	62	4	2002	4653
16405	58	3	2002	7180
16408	56	3	2002	9357
16410	58	3	2002	8524
16411	52	3	2002	4040
16411	63	4	2002	6468
17036	41	2	2002	7345
17037	41	2	2002	5214
17038	38	2	2002	6842
17039	37	2	2002	4142
17223	53	3	2002	6244

17392	47	3	2002	4400
17397	41	2	2002	3472
17407	40	2	2002	5678
17409	42	2	2002	7606
17411	43	2	2002	8178
17416	38	2	2002	7032
17419	36	2	2002	5073
17421	38	2	2002	8916
17422	36	2	2002	6060
17834	27	1	2002	6771
17839	24	1	2002	4626
17842	26	1	2002	5752
17846	25	1	2002	5431
17847	28	1	2002	6453
17848	26	1	2002	7891
17851	26	1	2002	6643
17858	24	1	2002	5833
17859	24	1	2002	4717
1386	31	1	2003	6400
15479	111	7	2003	5919
16365	83	5	2003	6597
16380	77	5	2003	3144
16385	73	5	2003	7227
16386	80	5	2003	3986
16388	75	5	2003	4081
16390	70	4	2003	7243
16404	66	4	2003	4372
16408	68	4	2003	4545
16448	62	3	2003	6104
16556	66	3	2003	4304
17036	53	3	2003	7361
17037	55	3	2003	4707
17038	56	3	2003	8618
17039	53	3	2003	3908
17223	66	4	2003	6578
17403	46	2	2003	7552
17407	53	3	2003	5297
17411	56	3	2003	4663
17412	51	2	2003	6135
17415	44	2	2003	7236
17417	46	2	2003	5966
17419	49	3	2003	4391
17426	42	2	2003	4019
17429	40	2	2003	4472
17437	39	2	2003	5107
17834	38	2	2003	5462
17839	37	2	2003	4074
17842	38	2	2003	4481
17846	37	2	2003	6952
17847	40	2	2003	6282
17860	24	1	2003	5729
17862	23	1	2003	5081

17864	25	1	2003	4875
17870	24	1	2003	4557
17872	24	1	2003	7227
17877	30	1	2003	6458
17882	23	1	2003	6344
17894	25	1	2003	4750
17895	24	1	2003	6119
1263	76	3	2004	4871
1386	42	2	2004	6039
15089	124	7	2004	6800
15479	127	8	2004	4387
15512	108	7	2004	3662
15538	101	6	2004	3490
16380	92	6	2004	4839
16385	89	6	2004	8757
16390	93	5	2004	5237
16405	84	4	2004	6092
16410	76	4	2004	6684
16411	78	5	2004	5350
16448	81	5	2004	4223
16556	79	4	2004	4601
17036	72	4	2004	8416
17037	67	4	2004	6491
17039	66	4	2004	3223
17041	110	2	2004	8804
17392	72	5	2004	3766
17403	62	3	2004	6884
17407	66	4	2004	7463
17409	67	4	2004	6640
17411	67	4	2004	8282
17415	56	3	2004	4885
17417	57	3	2004	4600
17419	63	4	2004	4452
17426	54	3	2004	6659
17427	54	2	2004	6746
17834	51	3	2004	6670
17846	50	3	2004	5101
17848	45	2	2004	4985
17851	41	2	2004	7205
17858	40	2	2004	4316
17859	38	2	2004	3092
17862	38	2	2004	6474
17864	44	2	2004	4163
17870	36	2	2004	4283
17872	38	2	2004	9336
17877	42	2	2004	4117
17882	38	2	2004	4909
17896	30	1	2004	4331
17898	28	1	2004	6831
17901	28	1	2004	6084
17906	25	1	2004	7901
17907	23	1	2004	7955

17909	24	1	2004	7461
17910	25	1	2004	6097
17911	25	1	2004	8167
17913	23	1	2004	7012
17918	25	1	2004	4753
17928	24	1	2004	5542
17979	24	1	2004	6446
17991	23	1	2004	4243
1386	62	3	2005	5276
15089	136	8	2005	3872
15089	151	9	2005	5581
16385	103	7	2005	4435
16408	91	6	2005	6932
16410	97	5	2005	5212
16448	93	6	2005	6653
17038	73	4	2005	6910
17039	81	5	2005	3829
17041	129	3	2005	7775
17403	76	4	2005	5811
17409	80	5	2005	4134
17411	80	5	2005	5203
17415	69	4	2005	7200
17417	70	4	2005	5059
17419	75	5	2005	3957
17426	68	4	2005	3965
17427	76	3	2005	6349
17834	63	4	2005	4424
17846	64	4	2005	6135
17847	56	3	2005	3635
17848	61	3	2005	3924
17851	53	3	2005	5764
17858	51	3	2005	6725
17862	50	3	2005	4924
17864	58	3	2005	4999
17870	48	3	2005	3854
17872	52	3	2005	4840
17877	54	3	2005	5340
17894	39	2	2005	5517
17895	38	2	2005	7509
17898	41	2	2005	3461
17901	40	2	2005	6104
17906	38	2	2005	6458
17907	37	2	2005	8065
17907	42	3	2005	5994
17909	37	2	2005	6605
17910	39	2	2005	9959
17911	38	2	2005	5973
17913	40	2	2005	5655
17918	40	2	2005	5264
17928	38	2	2005	4721
17979	37	2	2005	6468
17986	36	2	2005	4720

17988	29	1	2005	5992
17989	24	1	2005	5446
17990	29	1	2005	6201
17993	27	1	2005	6607
18815	23	1	2005	4537
18906	28	1	2005	6217
18908	26	1	2005	6065
18911	23	1	2005	6284
18912	26	1	2005	5550
18913	22	1	2005	5357
18916	28	1	2005	5740
18918	25	1	2005	4770
18919	27	1	2005	5587
18943	27	1	2005	4272
18944	25	1	2005	5030
1263	94	4	2006	5294
16385	115	8	2006	5037
16410	111	6	2006	5091
17036	88	5	2006	4319
17038	86	5	2006	5360
17407	82	5	2006	6056
17409	92	6	2006	3461
17415	81	5	2006	4390
17426	83	5	2006	4769
17834	76	5	2006	4282
17847	68	4	2006	3088
17848	72	4	2006	3356
17851	67	4	2006	4322
17858	64	4	2006	4806
17870	61	4	2006	3932
17872	64	4	2006	4870
17894	53	3	2006	7730
17895	51	3	2006	6519
17901	54	3	2006	4323
17907	54	4	2006	4041
17909	51	3	2006	5460
17910	55	3	2006	7057
17911	54	3	2006	6453
17988	43	2	2006	5368
17989	36	2	2006	4075
17991	35	2	2006	3781
17993	41	2	2006	5965
18815	35	2	2006	5442
18906	44	2	2006	6363
18911	41	2	2006	4514
18912	41	2	2006	5735
18913	34	2	2006	4511
18916	42	2	2006	3795
18918	38	2	2006	4001
18919	39	2	2006	6767
18920	29	1	2006	3717
18921	28	1	2006	4834

18923	29	1	2006	4641
18924	24	1	2006	5620
18925	29	1	2006	5016
18926	31	1	2006	4728
18929	31	1	2006	5347
18930	28	1	2006	6552
18931	25	1	2006	5017
18943	39	2	2006	5159
18944	37	2	2006	4387
18945	26	1	2006	4253
19605	27	1	2006	4245
1263	116	5	2007	3237
1386	80	4	2007	4071
1533	41	1	2007	7050
16385	127	9	2007	3899
17038	99	6	2007	7155
17041	149	4	2007	6670
17407	94	6	2007	3987
17411	100	6	2007	5858
17415	94	6	2007	3904
17417	98	6	2007	3356
17846	78	5	2007	4408
17858	76	5	2007	7375
17864	77	4	2007	5578
17872	78	5	2007	5930
17877	70	4	2007	4021
17894	65	4	2007	5239
17895	67	4	2007	8576
17906	63	4	2007	5160
17909	63	4	2007	4834
17913	55	3	2007	5291
17918	55	3	2007	5241
17928	55	3	2007	5489
17979	52	3	2007	4236
17988	58	3	2007	4573
17989	51	3	2007	8604
17990	51	2	2007	11183
17993	53	3	2007	5578
17993	59	4	2007	3863
18815	46	3	2007	6466
18908	53	3	2007	7774
18913	47	3	2007	3179
18920	44	2	2007	5597
18921	41	2	2007	4725
18923	47	2	2007	6209
18944	49	3	2007	3323
18945	39	2	2007	3614
18952	25	1	2007	4340
18953	24	1	2007	5558
18954	30	1	2007	9050
18955	24	1	2007	3642
18956	28	1	2007	5434

18957	28	1	2007	4693
18959	29	1	2007	3301
18960	23	1	2007	4660
19044	27	1	2007	5309
19045	24	1	2007	5684
19049	27	1	2007	5684
19050	25	1	2007	3974
19052	27	1	2007	6483
19054	26	1	2007	5112
19055	25	1	2007	6359
19061	25	1	2007	5709
19066	21	1	2007	4324
19391	24	1	2007	5278
19605	45	2	2007	4616
1386	91	5	2008	4870
1533	56	2	2008	7706
1633	27	1	2008	6728
16385	139	10	2008	3838
17038	112	7	2008	6839
17039	107	7	2008	3586
17041	163	5	2008	6872
17407	109	7	2008	8123
17415	110	7	2008	6721
17417	110	7	2008	4687
17427	103	4	2008	6782
17858	88	6	2008	5132
17872	89	6	2008	5100
17894	82	5	2008	4012
17895	83	5	2008	4659
17909	75	5	2008	5732
17910	74	4	2008	6675
17911	70	4	2008	5311
17913	70	4	2008	3169
17918	68	4	2008	7266
17928	72	4	2008	4629
17979	67	4	2008	7561
17989	64	4	2008	7635
18906	59	3	2008	6685
18908	66	4	2008	5495
18912	60	3	2008	6463
18913	56	4	2008	4142
18918	55	3	2008	5263
18919	55	3	2008	8551
18921	56	3	2008	7039
18924	51	2	2008	9287
18925	49	2	2008	5819
18929	51	2	2008	6534
18930	46	2	2008	8966
18943	55	3	2008	6023
18944	61	4	2008	8501
18945	50	3	2008	9952
18953	36	2	2008	7233

18955	40	2	2008	8266
18956	40	2	2008	6256
18959	42	2	2008	10339
18960	36	2	2008	6191
19048	32	1	2008	5604
19051	32	1	2008	7028
19053	32	1	2008	6147
19056	27	1	2008	8243
19057	27	1	2008	7428
19058	30	1	2008	6349
19059	30	1	2008	5192
19062	26	1	2008	5057
19063	31	1	2008	4689
19064	32	1	2008	5504
19065	27	1	2008	6343
19066	33	2	2008	5031
19068	29	1	2008	5152
19070	23	1	2008	5143
19071	26	1	2008	5687
19072	29	1	2008	4642
19073	25	1	2008	5575
19256	24	1	2008	7861
19490	26	1	2008	3844
19493	23	1	2008	5965
19494	23	1	2008	5795
19495	25	1	2008	4467
19497	26	1	2008	4457
19498	23	1	2008	5666
19502	24	1	2008	8809
19606	28	1	2008	4769

Anexo 2: Media de la producción de leche a 305 días ajustado según edad al parto.

Edad Parto (meses)	n	Producción de leche Kg.
21	1	4234
22	1	5357
23	12	5724
24	25	6100
25	28	5512
26	18	5937
27	20	5645
28	11	5588
29	10	5235
30	6	5941
31	7	5521
32	4	6071
33	1	5031
34	1	4511
35	4	5046
36	7	5376
37	10	5344
38	17	5963
39	7	6057
40	10	5927
41	13	5668
42	8	5991
43	2	6773
44	5	5755
45	4	6436
46	4	7238
47	4	4846
48	5	5115
49	5	4811
50	4	6156
51	10	7252
52	5	4771
53	8	6207
54	7	5388
55	10	5802
56	12	6124
57	2	7140
58	5	6093
59	3	5070
60	1	6463

Edad Parto (meses)	n	Producción de leche Kg.
61	5	5550
62	6	5070
63	6	5301
64	5	5526
65	2	4898
66	6	5239
67	10	6243
68	6	5238
69	3	5866
70	7	6020
71	1	5553
72	5	4931
73	3	6931
74	2	5914
75	5	4988
76	7	5970
77	2	4361
78	4	5518
79	2	5196
80	4	4349
81	5	5461
82	4	5228
83	5	6942
84	2	5730
86	1	5360
87	1	6511
88	2	4726
89	3	6541
91	2	5901
92	2	4150
93	4	5884
94	3	4395
95	1	8074
96	2	4883
97	1	5212
98	1	3356
99	1	7155
100	2	5431
101	1	3490
103	3	5334

Edad Parto (meses)	n	Producción de leche Kg.
104	1	5553
107	2	6754
108	1	3662
109	1	8123
110	4	6668
111	2	5505
112	1	6839
115	1	5037
116	1	3237
124	1	6800
127	2	4143
129	1	7775
130	1	3864
136	1	3872
139	1	3838
148	1	3052
149	1	6670
151	1	5581
154	1	4842
163	1	6872
167	1	5036

Anexo 3: Cuadro de información del promedio del valor genético por año nacimiento.

Año	N	Promedio
1986	1	48.95
1987	1	-97.01
1989	1	75.61
1991	1	-4.04
1992	2	-27.74
1993	2	72.19
1994	8	75.27
1995	10	-51.31
1996	5	12.35
1997	16	-32.91
1998	10	-94.86
1999	21	-5.04
2000	8	36.48
2001	13	-36.42
2002	12	121.08
2003	19	17.72
2004	9	69.94
2005	28	0.58
2006	18	-80.58

Anexo 4: Cuadro de información del promedio del valor fenotípico por año nacimiento

n	Año Parto	Producción de leche Kg.
23	1999	4970
40	2000	5495
49	2001	6273
45	2002	6244
41	2003	5569
53	2004	5846
59	2005	5574
48	2006	4955
55	2007	5354
68	2008	6192

Anexo 5: Cuadro de información de los toros usados en el establo Primavera 1986 - 2006

007BS00693 PROPHET Reg: BSUSA000000186276 DOB: 09/17/1989
DMS: 246 aAa: 264


Top Acres Dotson Prophet ET
Dotson x Simon x

12/2019 CDCB SUMMARY - MACE				NMS +139
Milk	+630	99%R	Fluid Merit \$	+192
Fat	+13	-0.05%	Cheese Merit \$	+114
Protein	+4	-0.07%	Grazing Merit \$	+118
SCS	3.03	99%R	Gestation Len. -1	Fert. Index
PL	+4.7	98%R	Livability +0.6	Mastitis
DPR	+1.1	99%R	EFI 8.4%	gEFI 10.1%
HCR	-0.7		22246m 3.9% 868f 3.2% 708p	
CCR	+1.6		5364 Dtrs 2966 Herds 30% US	

12/2019 CALVING SUMMARY				SCE 4.0 %
Sire Calving Ease		4.0%	97%R	3895 Obs
Daughter Calving Ease		4.6%	98%R	1037 Obs
Sire Stillbirth		%	%R	0 Obs
Daughter Stillbirth		%	%R	N/A Obs

BSBA TYPE SUMMARY				PPR +26
PTAT	-0.60	99%R	UDC-1.43	MO-0.20 1716 D / 898 H
Stature	-0.50	Short		
Strength	-0.10	Frail		
Body Depth		Deep		
Dairy Form	+0.00	Open Rib		
Rump Angle	+1.40	Sloped		
Thurl Width	-0.90	Narrow		
Rear Legs-Side	+0.10	Sickle		
Rear Legs-Rear	+0.20	Straight		
Foot Angle	-0.50	Low		
Feet & Legs Score		High		
F. Udder Attachment	-1.90	Loose		
Rear Udder Height	-1.90	Low		
Rear Udder Width	-0.50	Narrow		
Udder Cleft	-0.80	Weak		
Udder Depth	-1.50	Deep		
Front Teat Placement	-1.30	Wide		
Rear Teat Placement		Close		
Teat Length	+1.20	Long		

Sire: K Top acres Dotson-ET EX-90
Dam: Arnola Peggy Priscilla EX-91 5E
4-10 2x 385d 30800m 4.4 1348f 3.2 974p
MG S: Top Acres Elegant Simon VG-87
MGD: Arnola Pauline Peggy EX-90 4E
7-07 2x 385d 28410m 3.5 1002f 3.2 903p



007BS00641 PAUL Reg: BSUSA000000174150 DOB: 12/03/1977
DMS: 26+21 aAa: 642513

Rolling View Elegant Paul
Elegant x x

12/2019 CDCB SUMMARY - GENOMIC				NMS -237
Milk	-723	98%R	Fluid Merit \$	-231
Fat	-26	+0.01%	Cheese Merit \$	-240
Protein	-23	+0.00%	Grazing Merit \$	-141
SCS	3.05	94%R	Gestation Len. +0	Fert. Index
PL	-0.5	94%R	Livability +0.2	Mastitis
DPR	+3.7	90%R	EFI 4.0%	gEFI 5.8%
HCR	-2.3		16032m 3.9% 629f 3.3% 532p	
CCR	+2.8		726 Dtrs 303 Herds 100% US	

12/2019 CALVING SUMMARY				SCE 4.2 %
Sire Calving Ease		4.2%	59%R	0 Obs
Daughter Calving Ease		6.2%	58%R	3 Obs
Sire Stillbirth		%	%R	0 Obs
Daughter Stillbirth		%	%R	N/A Obs

BSBA TYPE SUMMARY				PPR -97
PTAT	-1.80	97%R	UDC-2.87	MO-0.50 339 D / 144 H
Stature	-2.00	Short		
Strength	-0.50	Frail		
Body Depth		Deep		
Dairy Form	-1.80	Tight		
Rump Angle	+0.70	Sloped		
Thurl Width	-0.70	Narrow		
Rear Legs-Side	+0.30	Sickle		
Rear Legs-Rear	-0.50	Hock In		
Foot Angle	+0.10	Steep		
Feet & Legs Score		High		
F. Udder Attachment	-2.80	Loose		
Rear Udder Height	-2.90	Low		
Rear Udder Width	-1.40	Narrow		
Udder Cleft	-2.60	Weak		
Udder Depth	-2.30	Deep		
Front Teat Placement	-2.30	Wide		
Rear Teat Placement		Close		
Teat Length	+2.50	Long		

Sire: White Cloud Jason's Elegant D
Dam: Magic Anna
MG S: BSUSA000000150148
MGD:

014BS00248 PRONTO

Reg: BSUSA000000189412 **DOB: 12/04/1992**
DMS: 135 aAa: 165234

12/2019 CDCB SUMMARY - MACE				NMS -46
Milk	-222	87%R	Fluid Merit \$	-12
Fat	-1	+0.04%	Cheese Merit \$	-82
Protein	-16	-0.04%	Grazing Merit \$	-24
SCS	3.04	83%R	Gestation Len. -1	Fert. Index
PL	+1.4	76%R	Livability +0.7	Mastitis
DPR	+1.4	74%R	EFI 6.4%	gEFI 7.4%
HCR	-1.4		20091m 4.0% 811f 3.2% 652p	
CCR	+1.4		102 Dtrs 80 Herds 33% US	

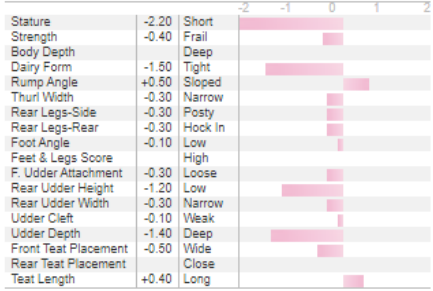
Oak View TRadition Pronto ET
Tradition x Combination x

12/2019 CALVING SUMMARY			SCE 5.1 %
Sire Calving Ease	5.1%	64%R	189 Obs
Daughter Calving Ease	6.0%	60%R	12 Obs
Sire Stillbirth	%	%R	0 Obs
Daughter Stillbirth	%	%R	N/A Obs

Sire: Forest Lawn Tradition ET EX-90
Dam: Top Acres Combo Prissy-ET VG-87

BSBA TYPE SUMMARY			PPR -30
PTAT	-0.50	78%R UDC-0.62 MO-0.30	18 D / 13 H

MGS: Bridge View Combination
MGD:



021BS00450 JINXSON

Reg: BSUSA000000182043 **DOB: 03/19/1985**

12/2019 CDCB SUMMARY - MACE				NMS -477
Milk	-1349	99%R	Fluid Merit \$	-451
Fat	-81	-0.03%	Cheese Merit \$	-488
Protein	-50	-0.02%	Grazing Merit \$	-393
SCS	2.75	97%R	Gestation Len. +0	Fert. Index
PL	-2.4	96%R	Livability -0.1	Mastitis
DPR	+1.8	94%R	EFI 5.0%	gEFI 5.7%
HCR	-3.3		16725m 3.9% 648f 3.3% 548p	
CCR	-0.3		2786 Dtrs 1858 Herds 31% US	

Forest Lawn Jinxson ET
Distinction x Improver x

12/2019 CALVING SUMMARY			SCE 5.6 %
Sire Calving Ease	5.6%	85%R	770 Obs
Daughter Calving Ease	7.4%	87%R	24 Obs
Sire Stillbirth	%	%R	0 Obs
Daughter Stillbirth	%	%R	N/A Obs

Sire: Bridge View Distinction VG-88
Dam: Idyl Wild Improver Jinx EX-90 3E
7-10 2x 365d 29840m 4.3 1284f 3.6 1080p
MGS: West Lawn Stretch Improver M EX-90
MGD:

BSBA TYPE SUMMARY			PPR -184
PTAT	-0.60	98%R UDC-0.31 MO-0.40	803 D / 459 H



007BS00750 DYNASTY

Reg: BSUSA000000193371

DOB: 08/08/1998
DMS: 561,135 aAa: 516

12/2019 CDCB SUMMARY - MACE				NMS -54	
Milk	+463	99%R	Fluid Merit \$	-28	
Fat	-6	-0.11%	Cheese Merit \$	-68	
Protein	+8	-0.03%	Grazing Merit \$	-110	
SCS	3.16	99%R	Gestation Len. -3	Fert. Index	
PL	-0.4	99%R	Livability -1.4	Mastitis	
DPR	-2.9	99%R	EFI 8.6%	gEFI 10.7%	
HCR	-0.5		23695m 3.8%	909f 3.2%	763p
CCR	-2.2		6373 Dtrs	2387 Herds	55% US

Hilltop Acres En Dynasty ET
Ensign x Prophet x

12/2019 CALVING SUMMARY				SCE 4.2 %
Sire Calving Ease	4.2%	99%R	7442 Obs	
Daughter Calving Ease	5.3%	98%R	2666 Obs	
Sire Stillbirth	%	%R	0 Obs	
Daughter Stillbirth	%	%R	N/A Obs	

Sire: R Hart Simon Ensign ET VG-88
Dam: Hilltop acres PT Dreamer ET
2-04 2x 201d 18542m 4.1 760f 3.4 615p inc
MGS: Top Acres Dotson Prophet ET EX-91
MGD:

BSBA TYPE SUMMARY				PPR +3	
PTAT	+0.60	99%R	UDC+1.30	MO+0.40	3377 D / 1257 H
Stature	-1.00	Short			
Strength	+0.00	Strong			
Body Depth		Deep			
Dairy Form	+1.90	Open Rib			
Rump Angle	-1.70	High Pins			
Thurl Width	+0.50	Wide			
Rear Legs-Side	-0.30	Posty			
Rear Legs-Rear	+0.50	Straight			
Foot Angle	-0.80	Low			
Feet & Legs Score		High			
F. Udder Attachment	+0.50	Strong			
Rear Udder Height	+1.60	High			
Rear Udder Width	+1.60	Wide			
Udder Cleft	+1.70	Strong			
Udder Depth	-0.40	Deep			
Front Teat Placement	+0.50	Close			
Rear Teat Placement		Close			
Teat Length	+0.50	Long			



009BS00066 DOTSON

Reg: BSUSA000000176801

DOB: 07/24/1982

12/2019 CDCB SUMMARY - MACE				NMS -33	
Milk	-543	99%R	Fluid Merit \$	-33	
Fat	+10	+0.14%	Cheese Merit \$	-34	
Protein	-16	+0.01%	Grazing Merit \$	+60	
SCS	3.03	99%R	Gestation Len. +1	Fert. Index	
PL	-0.5	99%R	Livability -1.4	Mastitis	
DPR	+3.6	98%R	EFI 6.8%	gEFI 9.4%	
HCR	+1.2		18834m 4.2%	782f 3.3%	624p
CCR	+3.1		4852 Dtrs	2050 Herds	55% US

K Top Acres Dotson ET
Norvic x Norvic x

12/2019 CALVING SUMMARY				SCE 4.0 %
Sire Calving Ease	4.0%	98%R	1051 Obs	
Daughter Calving Ease	4.7%	98%R	189 Obs	
Sire Stillbirth	%	%R	0 Obs	
Daughter Stillbirth	%	%R	N/A Obs	

Sire: Norvic Telstar EX-90
Dam: Alvina Dot
MGS: Norvic Lilason'S Beautician(A) A
MGD:

BSBA TYPE SUMMARY				PPR -30	
PTAT	-0.90	99%R	UDC-1.95	MO-0.40	2558 D / 1037 H
Stature	+0.20	Tall			
Strength	+0.30	Strong			
Body Depth		Deep			
Dairy Form	-0.80	Tight			
Rump Angle	+1.50	Sloped			
Thurl Width	-0.40	Narrow			
Rear Legs-Side	+0.40	Sickle			
Rear Legs-Rear	-0.40	Hock In			
Foot Angle	+0.20	Steep			
Feet & Legs Score		High			
F. Udder Attachment	-1.70	Loose			
Rear Udder Height	-2.50	Low			
Rear Udder Width	-1.50	Narrow			
Udder Cleft	-1.60	Weak			
Udder Depth	-1.20	Deep			
Front Teat Placement	-1.30	Wide			
Rear Teat Placement		Close			
Teat Length	+1.40	Long			