

1-1-2017

# Estimación de parámetros genéticos para características de producción considerando índices de temperatura - humedad en bovinos ayrshire de Colombia

Manuel Pérez Rivera  
*Universidad de La Salle*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>

---

## Citación recomendada

Pérez Rivera, M. (2017). Estimación de parámetros genéticos para características de producción considerando índices de temperatura - humedad en bovinos ayrshire de Colombia. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/340>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# **ESTIMACION DE PARAMETROS GENETICOS PARA CARACTERISTICAS DE PRODUCCION CONSIDERANDO INDICES DE TEMPERATURA- HUMEDAD EN BOVINOS AYRSHIRE DE COLOMBIA.**

**<sup>1</sup>Manuel Pérez Rivera.**

<sup>1</sup> Semillero de investigación en genética y modelación animal - SIGMA, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá

**Tutor: Juan Corrales Álvarez.**

Zootecnista, MSc, PhD, Profesor Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá

## **Resumen**

El objetivo de este estudio fue la estimación de parámetros genéticos de producción considerando el Índice de temperatura humedad (ITH), en bovinos de la raza Ayrshire en Colombia, para lo cual se utilizaron 10492 registros de producción de leche pertenecientes a 2247 vacas Ayrshire. Se estimaron las varianzas ITH, heredabilidad, y proporción de la varianza fenotípica explicada por la variación del ITH mediante un modelo de regresión aleatoria con el programa Wombat. Los resultados muestran una alta variación genética en el primer tercio de lactancia indicando una fuerte influencia del estrés calórico en esta etapa de la lactancia, la heredabilidad para la producción de leche fue alta al inicio de la lactancia con una disminución en el segundo y tercer tercio de lactancia. En conclusión, existe una alta relación del estrés calórico sobre la producción de leche a lo largo de la curva de lactancia evidenciándose que el estrés calórico en el primer tercio de lactancia es el que mayor efecto presenta sobre la producción de leche, por lo tanto, es necesario realizar selección por animales que presenten mayor resistencia al estrés calórico en la primera etapa de la lactancia.

**Palabras Claves:** Cambio Climático, control lechero, parámetros genéticos, mejoramiento animal.

## **Abstract**

The objective of this study was the estimation of genetic parameters of production whereas the index of temperature humidity (ITH), in the bovine Ayrshire race in Colombia, 10492 records were used of which 2247 corresponds to Ayrshire cows, We estimated the ITH variances, heritability, and proportion of the phenotypic variance explained by the variation of the ITH by means of a random regression model with the Wombat program. The results show a high genetic variation in the first third of lactation indicating a strong influence of caloric stress in this stage of lactation, the heritability for milk production was high at the beginning of lactation with a decrease in the second and third of lactation. as a conclusion, there is a high proportion of caloric stress in milk production along the lactation curve that shows that thermal stress in the first third of lactation has a

negative effect on milk production, therefore, It is necessary to make a genetic selection of animals that show greater resistance to heat stress in the first stage of lactation.

**Key words:** Climate change, milk control, genetic parameters, animal improvement.

## Marco Teórico

La producción de leche en Colombia está sujeta a la estacionalidad. En donde el periodo de invierno incrementa la producción lechera generando “enlechadas”, este comportamiento impide que la industria logre el acopio de la leche producida. Esta situación viene acompañada por una caída en el precio por litro de leche al productor. En el periodo de verano ocurre un comportamiento diferente debido a la baja oferta forrajera, debido a periodos prolongados de este fenómeno, en donde la producción de leche disminuye (Leguizamón, 2016). Los indicadores señalan la oportunidad de incrementar las producciones y así mismo el consumo per cápita de habitantes en derivados lácteos y cárnicos. Esto entonces, indica la tendencia del sector a incrementar su producción y de manera consecuente el consumo incrementará según el crecimiento poblacional tanto nacional como mundial.

El consumo per cápita de leche en Colombia está en 145 litros de leche al año por habitante y para los lácteos está en 75 kg al año. Además de todo esto el precio pagado al productor crece a una tasa anual promedio de 4% desde 2.011. Actualmente el precio de litro de leche en Colombia oscila entre los 1.044 pesos, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Unidad de Seguimiento de Precio de Leche, MADR, 2017). Entonces se debe entender que la producción de leche en Colombia está sujeta a la estacionalidad; En donde incrementará si hay periodos de invierno y disminuye en temporadas de verano o sequía.

El intercambio térmico entre el animal y el medio ambiente se realiza principalmente por tres medios; radiación, convección y conducción (Whates & Charles, 1994). En la radiación el animal recibe calor a partir de objetos existentes en el entorno, en la convección se realiza por medio de la temperatura del aire y velocidad del aire, y por último en la conducción por medio de la transmisión de calor por medio del suelo hacia el animal (Finch, 1.986). Según la plataforma de servicios de Capacitación de la ONU para el Cambio Climático, el cambio climático se define como los cambios en características como temperatura, humedad, lluvia, viento y fenómenos meteorológicos severos durante periodos de tiempo prolongados.

La temperatura y la humedad relativa podrán indicar el grado de estrés calórico. Una de las medidas más utilizadas es el “índice de Temperatura-Humedad”, en donde específicamente relaciona estos dos aspectos. En vacas lecheras hay estrés térmico cuando el ITH es mayor a 72.

$$THI = (1.8 \times T_{\text{db}} + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T_{\text{db}} - 26)]$$

*(Valtorta & Gallardo, 1996).*

Mediante su cálculo es posible estimar la sensación de confort térmico en diferentes ambientes, ya que este índice se ve influenciado por la radiación, convección y conducción, así como la densidad de animales, y por el tipo de aislamiento (Berman, 2005).

El confort térmico es el rango de temperatura ambiente donde el animal es productivo y eficiente (Curtis, 1.983 & Yousef, 1.985). Las temperaturas para la producción de leche del ganado lechero están entre 0 ° C y 16 ° C según (Yousef, 1985). Un incremento en la temperatura tiene efectos adversos sobre la producción de leche y la reproducción sobre todo en los animales de mayor potencial productivo (West 2.003). Esto indica que la zona de confort o de termo neutralidad, es la zona en donde la temperatura, se encuentra dentro de un rango, en la cual el animal puede estar sin que sea necesario activar sus mecanismos de autorregulación térmica.

Los bovinos, como otros animales homeotermos, requiere una temperatura corporal constante para sus procesos vitales y productivos. La temperatura corporal de los animales es alrededor de los 39 ° C además se debe tener en cuenta el rango de temperatura óptimo para la supervivencia del animal, de manera que la temperatura está estrechamente ligada a la productividad de este en el sentido de gasto energético que requiere normalmente versus al que requiere un animal de alta producción, que, debe estar bajo condiciones que garanticen de manera viable una alta productividad sin estar sometidos a condiciones de estrés; En un sentido más amplio la temperatura corporal también varía dependiendo del tiempo, y las horas del día, tendiendo a ser más bajo en la mañana y más alto en la tarde y temprano noche (Yousef,1985., citado por Bohmanova, 2001).

El incremento en la temperatura ambiental también disminuye en 6,5% la ingesta de alimento (Ominski et al, 2.002). Así mismo una disminución de apetito, y horas en la que el animal pastorea, pero así mismo hay un incremento en el consumo de agua. Según (Holter et al, 1996), sobre el consumo de materia seca en vacas Jersey, este se encontraba deprimido en 17%, cuando el índice de temperatura humedad superó los 59 ITH. También (Bouraoui et al, 2002) encontró una disminución del 9,6% en el consumo de materia seca cuando el ITH aumento de 69 a 78. Estos efectos se encuentran relacionados por cambios fisiológicos, metabólicos y de comportamiento, en donde algunas características como la raza, la edad y el nivel productivo de cada animal es de gran importancia también para determinar la adaptación del animal al medio (Johnson 1.987).

El estrés térmico se produce cuando la suma del calor metabólico y del calor ambiente superan el calor disipado (Fuquay, 1981). En donde el calor metabólico incluye la energía para mantenimiento, crecimiento, lactancia, gestación y alimentación (Fuquay, 1981), estos factores dan como resultado del descenso en el consumo de alimento, que afecta significativamente la producción y composición de leche. Una disminución en el consumo de alimento es el principal factor responsable de una baja producción de leche.

Según (Bouraoui et al, 2002) hay una disminución de la producción de leche de 0,4 kg por cada grado centígrado por encima del índice de humedad temperatura de 69, esto en ganado de razas lecheras. El rendimiento de la producción de leche puede llegar a disminuir

hasta en un 50% a un 75% a temperaturas que superan los 26,5°C en vacas de la raza Holstein y superiores a 29,5°C en vacas de la raza Jersey y vacas de raza Pardo Suizo (West, 2003). Además de la disminución en la producción de leche también varía la composición de la misma. Disminuye el rendimiento en grasa, así como los sólidos no grasos también disminuyen (Salvador, 2014).

Así mismo (West et al, 2003) encontró una relación lineal entre el índice de humedad temperatura y la producción de leche, lo que indica una relación inversamente proporcional, debido a que en estrés calórico la producción disminuye y de igual manera en estrés por frío. Otros factores negativos como la reducción en los índices reproductivos (Pennington & Van Devender, 2.004), la calidad composicional de la leche (Bertocchi et al, 2.014) y el aumento en el porcentaje de mortalidad (Vitali et al, 2.009).

Un índice de temperatura-humedad inadecuado incide notablemente en los indicadores reproductivos en vacas, lo que ocasiona una disminución de 75% a 10% en la eficiencia reproductiva del hato (Salvador, 2014); El estrés calórico depende de fluctuaciones diurnas de la temperatura. Según (Kabuga, 1.992), la temperatura rectal, frecuencia respiratoria y pulso, incrementan en las horas de la tarde, donde la temperatura es mayor, en donde los animales son capaces en cierto grado de disminuir mediante sus mecanismos de autorregulación el estrés calórico, mediante el almacenamiento de calor durante el día y la disipación en la noche.

Los animales con baja temperatura corporal podrían haber heredado la baja ingesta de alimentos y la producción de calor, independientemente del nivel de estrés calórico (Bianca, 1965). De manera que el cambio climático no solo ha obligado a replantear la eficiencia de un alimento y lo que este requiere en cuanto a energía para ser metabolizado que se traduce en gasto energético, que determinará la producción de calor; sí no que también ha obligado a seleccionar animales con altos índices de productividad y con diversas características como lo es la resistencia, que se ha venido trabajando en la raza Ayrshire en donde la rusticidad es un factor importante de la raza ya que tiene una gran capacidad de adaptación a diferentes climas ya sea cálido, medio y frío, este rasgo se ha desarrollado y se denota más cuando hay cruzamientos. En el ranking de Interbull ocupa el número uno entre las razas rojas del mundo con 118.391 vacas en control lechero, 8.710 kilos de leche en lactancia, Grasa 4.36%, proteína 3.5%, datos de la SRB 2011 (Ayrshire Colombia).

Dentro de los parámetros más importantes se consideran los índices de heredabilidad ( $h^2$ ) como el factor determinante para la selección, puesto que determina la cantidad de la variación total encontrada en una característica que es atribuida al efecto directo de los genes (variación aditiva), es decir, a la herencia (Ruales et al, 2007). Puede ser necesario desarrollar estrategias para la selección del ganado lechero para condiciones climáticas específicas, lo que permite mejorar el potencial genético, incluso en climas cálidos (Ravagnolo y Misztal, 2000). Mejorar la productividad y rentabilidad en negocios de producción lechera, mediante los programas de mejoramiento genético animal que tengan en cuenta el cambio climático, y pueda predecir la producción de leche en animales que están sometidos a tiempos de verano e invierno prolongados.

La adaptación es un cambio que reduce el esfuerzo fisiológico producido por un estresante componente del medio ambiente total. La adaptación genética en donde la condición genética de la especie favorece la supervivencia en un entorno particular. Y la adaptación fenotípica que ocurre dentro de la vida del organismo, un cambio fisiológico a corto plazo, que se produce durante el transcurso de la vida de un organismo debido a cambios estresantes inducidos experimentalmente, en particular, factores climáticos (Yousef, 1985). Esto conlleva a la adaptación de animales en proceso de cría, el impacto ambiental se va a reducir con la posibilidad de adaptación.

La carga de calor en la vaca se produce por la absorción de la luz y el calor asociado en la superficie de los animales expuestos a la luz solar (Becerril et al., 1993). La fisiología de regulación térmica de un bovino puede cambiar en respuesta a la selección genética para aumentar producción de leche. Animales más grandes producen más debido al mayor potencial de consumo que les permite consumir y digerir más alimento sino también producir más calor metabólico. la producción de calor en las vacas perjudica su capacidad de mantener la temperatura normal a mayor temperatura ambiente y los hace más sensibles al estrés calórico.

Por otro lado, se han hecho estudios en donde la genética juega un papel importante a la hora de determinar la predisposición a una óptima y mala termorregulación; de manera más amplia se habla del gen de pelo “slick” en el genoma bovino; este gen es dominante, el ganado con este gen tiene el pelo liso y es capaz de mantener la temperatura corporal a condiciones de temperatura y humedad. El gen pelo “slick” tiene un efecto positivo sobre el crecimiento y la producción de leche en condiciones secas y tropicales (Olson et al, 2003). Diferentes análisis genéticos cuantitativos revelaron una correlación negativa ( $r = -0,35$ ) en donde se evidencia una alta variabilidad en la producción de leche en vacas de raza Holstein, en temperaturas y humedades extremas, lo que indica la posibilidad de mejorar parámetros y seleccionar animales más tolerantes al calor.

Por otro lado, se deben contar con estrategias que permitan mitigar los efectos del estrés calórico, mediante la implementación de modificaciones físicas a través de sombras y medios de enfriamiento, así mismo desde el punto nutricional, la alimentación durante las horas más frescas del día o la noche, ha sido recomendado por varios investigadores y nutricionistas, ya que los animales tienen menor posibilidad de sufrir de estrés calórico. Otra estrategia de manejo nutricional podría ser aumentar el número de comidas por día (Beede y Collier, 1986).

## Materiales y Métodos

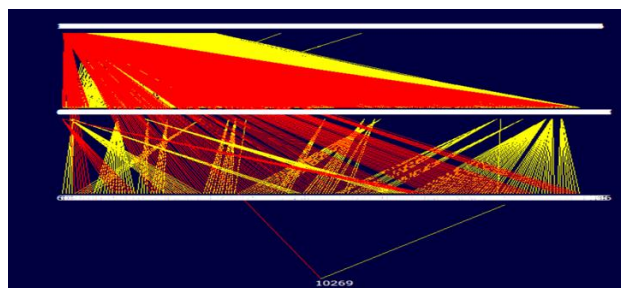
Se emplearon un total de 10.492 registros de producción de leche de 2.247 vacas de la raza Ayrshire, mediante controles lecheros, realizados en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Risaralda y Valle del Cauca. La temperatura media para las zonas de influencia lechera oscila entre los 10 °C y 18 °C, con precipitaciones de 2.300 mm/año y altitudes de 1.800 a 2.800 msnm. Obteniendo diferentes porcentajes de humedad relativa (60% a 90%).

Los datos meteorológicos fueron aportados por el instituto de hidrología y meteorología (IDEAM), el reporte de datos incluye temperatura media, temperatura mínima, temperatura máxima, humedad relativa datos diarios obtenidos del año 2.005 a 2.008 en donde se utilizaron los indicadores de Temperatura y humedad para la obtención del índice de temperatura-humedad (ITH). Para la estimación de parámetros genéticos se utilizó información del índice temperatura humedad.

**Tabla No. 2. Porcentaje de datos vs registro por animal.**

<b>Porcentaje de datos</b>	8.8%	10.3%	10.3%	12.7%	13.3%	16.7%	21.5%	6.4%
<b>Registros por animal</b>	1	2	3	4	5	6	7-10	11-20

**Grafica No 1. genealogía de los animales estudiados.**



Se estimaron los parámetros genéticos utilizando el índice de temperatura – humedad. Se estimó la trayectoria de la variación del ITH, mediante los datos de cada animal, para determinar la proporción de los datos utilizados, y que estos sean confiables para el análisis del estudio.

**Tabla No.3. 2247 animales incluidos padres y madres analizados.**

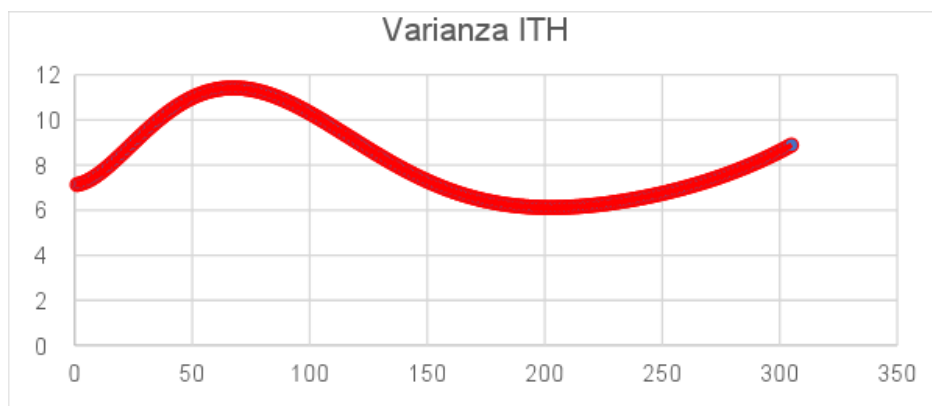
<b>Item</b>	<b>Total</b>
Animales sin hijos	1955
Animales con hijos	592
Animales con padre desconocido	1086
Animales con madre desconocida	1821
Animales con ambos padres desconocidos	994

Los análisis se realizaron mediante el software Wombat por el procedimiento de regresión aleatoria. Utilizando un modelo con los efectos fijos de grupo contemporáneo (hato – mes de control), manejo, las covariables de edad al parto y días en leche y los efectos aleatorios de animal (polinomio de Legendre de orden 3), ambiental permanente (polinomio de Legendre de orden 5) e ITH (regresión cuadrática).

### **Resultados y discusión.**

La varianza del índice de temperatura-humedad se puede observar en la gráfica 1. Los valores representan una mayor incidencia del ITH para el primer tercio de lactancia, lo que indica que la temperatura y humedad relacionados con el incremento de estrés calórico afecta la expresión de la producción de leche en mayor medida en el primer tercio de lactancia (primeros 100 días), donde los requerimientos nutricionales de las vacas son mayores.



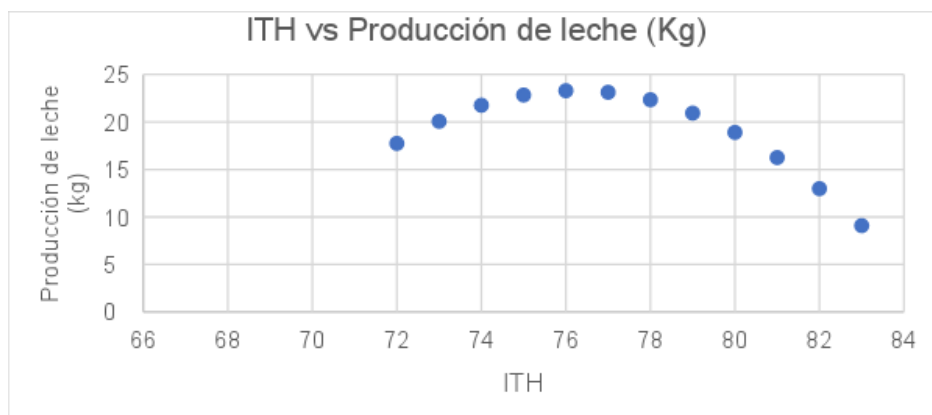


***Grafica 2. Varianza ITH***

El calor metabólico incluye la energía para mantenimiento, crecimiento, lactancia, gestación y alimentación (Fuquay, 1981), estos factores dan como resultado el descenso en el consumo de alimento, que afecta significativamente la producción y composición de leche, por ejemplo McDowell (1985) hace referencia a que cuando la temperatura ambiental esta encima del nivel crítico superior, comienza una reducción en el consumo de MS (materia seca) se reduce marcadamente cuando la temperatura excede los 26°C (McDowell, 1985); De esta forma el animal va a buscar emplear estrategias fisiológicas que van a derivar en la reducción del consumo voluntario ya que está es una alternativa fisiológica que ayuda a disipar calor ya que no se están realizando con la misma constancia los procesos metabólicos como la fermentación ruminal normales que generarán calor.

La humedad será un factor que también afectará la producción ya que el descenso de la temperatura corporal se logra en parte mediante la evaporación a través de la piel y los pulmones, pero entre más humedad se halle en el ambiente más difícil será llevar a cabo este proceso, es decir no se podrá reducir la temperatura corporal, de este modo los animales van a tender a adaptarse y generar cambios en sus hábitos alimenticios en donde van a recurrir a ingerir los alimentos en fin de buscar las horas más convenientes, es decir las horas del día más frescas.

La producción lechera, en este caso se verá afectada ya que el consumo voluntario resultará modificado por estos cambios en el clima que generan fluctuaciones inesperadas que como podemos observar obligan a pensar desde un punto de vista nutricional, genético y de manejo, mitigar este efecto y obtener beneficios en cuanto a conversión productiva.

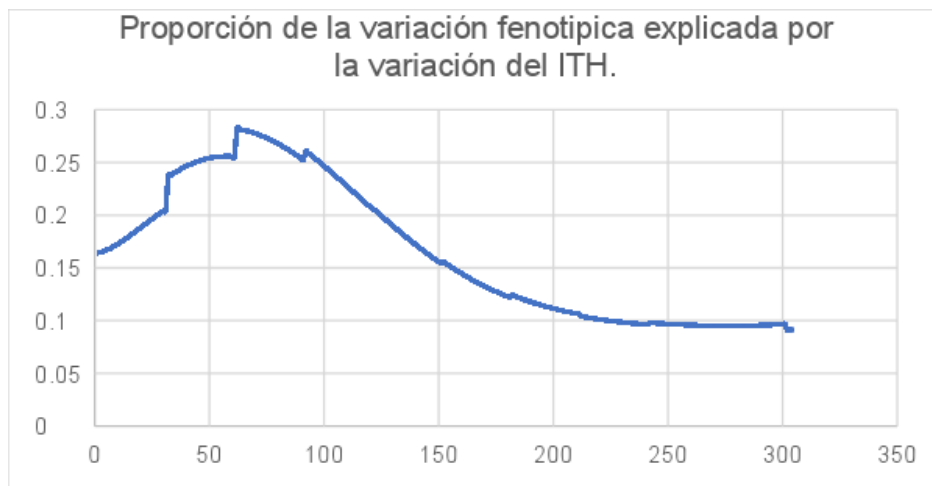


**Gráfica 3. Índice de temperatura – humedad y su relación con la producción de leche (kg).**

El rendimiento de producción puede disminuir hasta en un 50% a un 75% a temperaturas que superan los 26,5°C con vacas Holstein y superiores a 29,5°C con vacas Jersey y Pardo Suizo (West, 2003). En un índice de temperatura humedad de 76 a 77 aproximadamente el descenso en la producción de leche es significativo. Según la gráfica 3, ITH vs la producción de leche, se encuentra una disminución en la producción de leche con valores de ITH superiores a 76.

En el contexto mundial, se reconoce que más del 50% de la población bovina se ubica en los trópicos, por lo que el estrés calórico causa severas pérdidas económicas en más del 60% de la ganadería de leche (Wolfenson, et al., 2000, citados por Góngora, A. y Hernández, A., 2010). La vaca, durante su etapa de producción, mantiene su metabolismo muy activo, lo cual hace que su temperatura corporal se incremente fuertemente. A esto se suma el efecto de la radiación solar directa e indirecta, la temperatura, el viento y la humedad ambiental; Estas condiciones climáticas a las que son expuestas las vacas, van a entrar en un descenso en la producción ya antes mencionada debido esto se ha optado por seleccionar animales y realizar cruzamientos en donde el clima es drástico, los investigadores y ganaderos han hecho esfuerzos para obtener una nueva raza o tipos que combinan eficientemente producción y adaptabilidad (Alexander y Byford, 1974, citados por Leño, C., 2008). Esto con el fin de aumentar la capacidad de termorregulación y de esta manera tener resultados favorables en cuanto a la producción láctea.

En la gráfica 4 sobre la proporción de la variación fenotípica explicada por la variación del índice de Temperatura Humedad (ITH), explica de manera concreta como esta característica influye en la expresión fenotípica. Donde se puede observar el efecto marcado del estrés calórico en la primera parte de la lactancia.

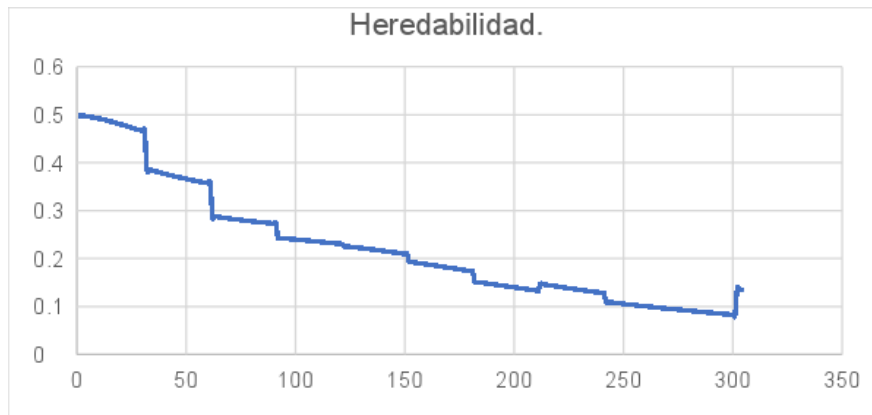


***Grafica 4. Proporción de la variación fenotípica explicada por la variación del índice de temperatura – humedad.***

Según Aguilar, et al. (1997), en su evaluación del consumo de materia seca en vacas cruzadas Holstein X cebú, considerando la relación entre el consumo de materia seca del forraje y del concentrado, se concluye que el consumo de concentrado en mayor cantidad, sin discriminar biotipos, no siempre refleja mayor producción de leche en animales con mayor potencial productivo, debido al efecto del estrés térmico sobre el consumo voluntario de materia seca. De igual manera, la producción de leche en condiciones de clima cálido favorece más a vacas con cruce media sangre cebuinas, llegando a superar a animales con mayor proporción de sangre Holstein, debido a la mayor capacidad de disipación de calor de las razas cebuinas. En relación a lo anterior una vaca lechera en etapa de alta producción necesita consumir grandes cantidades de alimentos para conservar el rendimiento, lo que genera liberación de calor ya que los alimentos son fuente de energía; Luego, entonces la vaca intenta liberar calor sacrificando la producción de leche.

Dentro de los parámetros más importantes se consideran los índices de heredabilidad ( $h^2$ ) como el factor determinante para la selección, puesto que determina la cantidad de la variación total encontrada en una característica que es atribuida al efecto directo de los genes (variación aditiva), es decir, a la herencia (Ruales et al, 2007). Gracias al número de datos y datos tomados por animal, La grafica 5. Heredabilidad, para parámetros de selección, indica que, en el primer tercio de lactancia, la expresión genética de animales para producción de leche y la posibilidad de adaptación de los animales a ambientes donde experimentan estrés por calor o por frío, infiere en la producción lechera, según (Bianca, 1965) la adaptación que ocurre dentro de la vida del organismo, un cambio fisiológico a corto plazo, que se produce durante el transcurso de la vida de un organismo debido a cambios estresantes inducidos experimentalmente, en particular, factores climáticos (Yousef, 1985).

Esto conlleva a la adaptación de animales en proceso de cría, el impacto ambiental se va a reducir con la posibilidad de adaptación. En un ambiente con alta temperatura, un animal pequeño tiene una ventaja sobre la termorregulación, debido a su menor área de superficie por unidad de masa corporal.



**Grafica 5. Heredabilidad de parámetros de selección.**

### Conclusión

En conclusión, los cambios ambientales han obligado a seleccionar animales con mejores parámetros genéticos, esto en relación con la adaptabilidad que debe realizar el animal en cierto ambiente. En consecuencia, se ha optado por realizar mejoramiento y selección genética, buscando así obtener animales con mejores capacidades de adaptación a los diferentes ambientes, seleccionando animales con mayor resistencia, por ejemplo, la raza Ayrshire tiene uno de los rasgos más importantes en donde tiene gran capacidad de adaptación a diferentes sistemas de producción.

### Bibliografía

AC Lácteos, (2015). *Informe de la producción Nacional y departamental de leche 2006 – 2015 y sistema de actualización mensual*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá. Colombia

Becerril, C. M., Wilcox, C., Lawlor, T., Wiggans, G., Webb, D., (1993). *Effects of percentage of white coat color on Holstein production and reproduction in a subtropical environment*. J. Dairy Sci. 76:2286-2291.

Beede, D. K., R. J. Collier. (1986). *Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal-stress*. J. Anim. Sci. 62:543-554.

Berman, A. (2005). *Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows*. J. Animal. Science. 83: 1377-1384.

Bianca, W. (1965). *Reviews of the progress of dairy science*. J. Dairy Res. 32:291-345.

Bouraoui, R., Lahmar M, Majdoub A, Djemali M, Belyea R. (2002). *The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate*. Animal Research. 51:479-491

Bohmanova, J., (2006). *Studies on genetics of heat stress in us Holstein*. Atenas, Georgia. Recuperado en el año 2017.

[https://getd.libs.uga.edu/pdfs/bohmanova\\_jarmila\\_200605\\_phd.pdf](https://getd.libs.uga.edu/pdfs/bohmanova_jarmila_200605_phd.pdf)

Curtis, S. E. (1983). *Environmental management in animal agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Dalton DC (1980). *Introducción a la genética animal práctica*. Acribia; Zaragoza, España.  
Finch, V. A. 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. J. Anim. Sci. 62:531-542.

Echeverri, J. J., Restrepo, L. F. (2009). *Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos municipios de Antioquia, Colombia*. Revista Lasallista de Investigación, vol. 6, núm. 1, enero-junio, 2009, pp. 50- 57. Recuperado en marzo 17 de 2016 de <http://www.redalyc.org/pdf/695/69514350008.pdf>

Fuquay, J. W. (1981). *Heat stress as it affects animal production*. J. Animal. Science. 52:164-174.

Hoffmann, A., Sørensen, J., Loeschke V. (2003). *Adaptation of Drosophila to temperature extremes: bringing together quantitative and molecular approaches*. J. Therm. Biol. 28:175-216.

Holter, J. B., West J, W., McGilliard M., Pell, A., (1996). *Predicting ad libitum dry matter intake and yields of Jersey cows*. J. Dairy Sci. 79:912-921.

IPCC (2008). *SYR Appendix Glossary*. Recuperado el 6 de septiembre de 2017.

Kabuga, J. D. (1992). *The influence of thermal conditions on rectal temperature, respiration rate and pulse rate of lactating Holstein-Friesian cows in the humid tropics*. Int. J. Biometeorol. 36:146-150.

Leaño, C. (2008). Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias. *Influencia climática sobre la producción bovina*. Recuperado en marzo 15 de 2016 de <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/431/2/636.21L437.pdf>

Leguizamón, Y. (2016). *Participación social rural en la mitigación de la vulnerabilidad derivada de la variabilidad Climática en Colombia*. Journal de Ciencias Sociales Año 5 No. 8. Revista Académica de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Palermo. Argentina.

MADR. (2017). *Unidad de Seguimiento de Precios de Leche*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. <http://ftpleche.minagricultura.gov.co>.

- McDowell, L.R. (1975). *Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales*. Ed. Acribia, Zaragoza. 692 pp.
- McDowell, L.R. (1985). *Nutrition of grazing ruminants in warm climates*. Academic Press. Orlando, FL. 443 pp.
- Olson, T., Lucena, C., Chase, C., Jr., Hammond, C., (2003). *Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in Bos Taurus cattle*. J. Anim. Sci. 81:80-90.
- Ominski, K. H., Kennedy, A., Wittenberg K., Moshtaghi, S., (2002). *Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress*. J. Dairy Sci. 85:730-737.
- ONU. One UN, training service platform for climate change taking shape. Unitar`s. Geneva, Switzerland
- Ravagnolo, O., Misztal, I., (2000). *Componente genético de estrés por calor en el ganado lechero, el parámetro Estimación*. J. Dairy Science. 83: 2126-2130.
- Ruales FR, Manrique C, Cerón MF. (2007). *Fundamentos en mejoramiento animal*. 1 ed. Medellín: L. Vieco e Hijas Ltda.
- Salvador, A. (2014). *Efecto del estrés calórico en Vacas lechera*. Scielo.
- Shearer, J. K., Beede, D., (1990). *Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather*. Agriculture Practice. 11:5-14.
- Stott, G. H. (1981). *What is animal stress and how is it measured*. J. Anim. Sci. 52:150-153.
- West, J. W. (2003). *Effects of heat stress on production in dairy cattle*. J. Dairy Sci. 86:2131-2144.
- Whates, C., Charles, D., (1994). *Livestock Housing*. CAB International. Chapter 2: Environment and animal health.
- Yousef, M. K. (1985). *Stress physiology in livestock*. CRC Press, Boca Raton, Fla.