

INDICES DE PREDICCION DE LA APTITUD PARA LA LIDIA CON VARIAS FUENTES DE INFORMACION VS. INDICE M.A.B. EN UNA GANADERIA DE RESES BRAVAS¹

Carlos Vicente Durán C.², Ernesto González C.³, & Jaime Domínguez C.⁴

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar y comparar la eficiencia de seis índices de predicción de la aptitud para lidia y el índice M.A.B. en una ganadería de reses bravas, se realizó un estudio en la ganadería de Ernesto González Caicedo, ubicada en el Departamento del Cauca, Colombia. La población de bovinos constó de 100 madres, 28 toros y 458 hijos (machos y hembras), fundamentalmente de origen Santa Coloma, puros o por crusa absorbente de ganado mexicano. Los sistemas de evaluación propuestos fueron: 1) El índice M.A.B., el cual estima la contribución de la línea materna de un individuo (Madre-Abuela-Bisabuela), y 2) Seis índices de predicción de la aptitud para lidia, los cuales tienen en cuenta los parámetros genéticos de heredabilidad y repetibilidad para la nota de tienta y nota de lidia y las importancias relativas de varias fuentes de información de la descendencia de los antepasados como son los padres, y la abuela y bisabuela materna. Las predicciones de los índices 1, 2, 3 y 4 que incluyen el valor del parente, fueron un 43.4 % mas altas que el índice M.A.B., el cual mostró ser moderado en su estimación. Se incluyen ejemplos acerca del uso de los índices propuestos.

SUMMARY

In order to evaluate and compare the efficiency of six indexes for prediction of the aptitude of the "lidia"⁵ and M.A.B.⁶ index of bull-fighting cattle, a study was carried on at the Ernesto González Caicedo Ranch, located in the Department of Cauca, Colombia. The herd consisted of 100 dams, 28 sires and 458 offspring (both male and female), mostly of "Santa Coloma"⁷ origin, either pure or by grading up cross system with Mexican bullfight cattle. The Systems of evaluation proposed were: 1) The M.A.B. index in order to estimate the contribution of the maternal line to an individual: dam, grandmother, and great-grandmother, and 2) The six prediction indexes are based on the genetic parameters for heritability and repeatability of the "nota de tienta"⁸ and "nota de lidia"⁹ and the relatives importance of various sources of information from the sire's contribution to all progeny records and maternal's contribution: dam, grandmother, and great-grandmother. The prediction values of the indexes 1, 2, 3 and 4 that include the sire's value of the offspring were 43.4 per cent higher than M.A.B. index that was moderate. I also include examples of the use of the proposed indexes.

¹ II Congreso Mundial de Criadores de Toros de Lidia. Sevilla, 17 al 21 de Abril de 1995. Ponencia.

² Ing. Agrónomo, M. Sc., Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, Colombia.

³ M.D., Criador de reses bravas de la ganadería que se lidia bajo su nombre.

⁴ Zootecnista Universidad Nacional de Colombia. Asociado de investigación del equipo técnico.

⁵ "Lidia" is the performance in the bull-fight.

⁶ M.A.B. is the estimated contribution of the maternal line to an individual: dam ("madre"), grandmother ("abuela"), and great-grandmother ("bisabuela").

⁷ "Santa Coloma" is a strain of bull-fighting cattle.

⁸ "Nota de Tienta" is a quantitative test given to females to evaluate their potential for the bullfight. The test is used to select breeding dams. Also used in males to select the future sires.

⁹ "Nota de lidia" is a quantitative test given to bulls to evaluate their overall performance in the bull-fight.

INTRODUCCION

La selección es el proceso de decidir cuáles de los animales de una generación podrían ser padres de la siguiente generación y cuántos descendientes se permitirá que tengan. El mejoramiento selectivo de las características de importancia económica en una ganadería de reses bravas depende de la heredabilidad de las mismas y de la magnitud de la selección practicada, la selección diferencial. Los conceptos de heredabilidad y repetibilidad están asociados con la importancia relativa de la herencia y el medio ambiente en sus efectos sobre la manifestación de la bravura u otras características. El conocimiento de lo que significan estos conceptos es muy necesario para determinar el método de selección a usar, el sistema de reproducción y crianza a usar y, más tarde, para estimar las ganancias genéticas obtenidas del proceso selectivo en un rebaño de reses bravas (González, et. al., 1993; Domínguez, et. al., 1994). La selección en las ganaderías de reses bravas en términos generales dispone de buena información sobre los ancestros, colaterales y de la progenie para el carácter nota de tienta y de lidia. Por lo tanto, se puede lograr una mejor predicción de la aptitud para lidia de un nuevo descendiente mediante un índice que permita evaluar de modo óptimo la progenie de los ancestros y colaterales.

El presente estudio tiene por objeto estimar las correlaciones entre las notas de tienta y de lidia de los hijos con la progenie del padre, madre, abuela y bisabuela mediante la formulación de seis índices de predicción que estiman la aptitud para lidia, y de estas notas con el índice utilizado en esta ganadería en particular: denominado M.A.B. (Madre-Abuela-Bisabuela), el cual es la calificación estimada de la contribución familiar de una vaca, y se determina teniendo en cuenta los valores de la nota de tienta y de lidia de los hijos de la madre, abuela y bisabuela de un individuo cualesquiera.

MATERIALES Y METODOS

La información se obtuvo de los registros que durante 33 años (1963-1995), se han llevado en la ganadería de Ernesto González Caicedo, incluyendo los registros de los últimos 16 años de la hacienda Santa Teresa de los Andes, igualmente de Ernesto González Caicedo. Esta ganadería tiene actualmente predominio de sangre Santa Coloma. La ganadería está ubicada en el municipio de Popayán, Departamento del Cauca, Colombia (Latitud 02°38', Longitud 76°40'); entre 2600 y 2900 m.s.n.m., dentro de la zona ecológica de Bosque Muy Húmedo Premontano (Holdridge, 1967). Los suelos son de origen volcánico, y su relieve es ondulado a fuertemente ondulado (Cortés, et al., 1985). Las pasturas son, en su mayoría de: pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hosch.), Pasto Azul (*Dactylis glomerata* L.), Falsa Poa (*Holcus Lanatus* L.) y últimamente se ha propagado Trébol (*Trifolium repens* L.) en una proporción del 6 % de la pastura. La ganadería se compone de 400 reses, de las cuales 190 son vacas de vientre aproximadamente. Esta ganadería lidia unas 5 corridas anuales.

El concepto de bravura y su medición

La medición de la "Bravura" ha sido elemento básico para la selección de las ganaderías de lidia hace más de dos siglos. Para ello se utiliza fundamentalmente la prueba denominada "Tienta" o "Tentadero", tanto de machos como de hembras.

Esta prueba es la que se ha utilizado conjuntamente con las notas de lidia en plazas de toros, para obtener las calificaciones y las diferentes evaluaciones que son la base de este estudio. Tanto en el tentadero como en la plaza de toros, el ganadero de reses de lidia aprecia dos aspectos fundamentales en los animales: el comportamiento de la res frente al caballo, y su comportamiento frente a la muleta y el capote.

Metodología de análisis

Para agilizar la inclusión y manipulación de la información disponible, se creó una base de datos en DBASE III PLUS. La escogencia de este paquete se determinó dada la posibilidad de utilizar la base creada como fuente de información en el análisis a través de la aplicación estadística S.A.S (Statistical Analysis System)

La base generada inicialmente consta de 17 campos por cada registro, entre los que se destacan: Nombre del animal, Fecha de nacimiento, Sexo, Nombre de la madre, Nombre del padre, Fecha de la tienta o lidia, Nota de la evaluación y Nota de tienta de la madre.

La idea de seleccionar por medio del uso de un índice o registro total surgió del trabajo de Hazel (1943) y Cunningham (1969). Este procedimiento utiliza los valores de registro de los ancestros, los parientes colaterales, y los de la progenie, de tal manera que se pueda predecir el comportamiento de bravura de la cría de una vaca cuando se cruza con un toro determinado.

El procedimiento o metodología para desarrollar un índice de predicción de la aptitud para lidia apropiado para el mejoramiento genético de una ganadería de reses bravas, se debe basar en mediciones precisas de la característica notas de tienta y de lidia, las cuales deben ser comparables mediante el uso de una evaluación objetiva de las actitudes del animal, frente al caballo, y al capote y la muleta con el fin de eliminar al máximo los sesgos de quien evalúa. También, hay que identificar las fuentes de información y determinar la forma general de estimar las ecuaciones de los índices de predicción (Cunningham, 1969; Cunningham, et al., 1970; Van Vleck, et al., 1987; Warwick y Legates, 1992)

González, et al., (1993) estudiaron las correlaciones fenotípicas entre la nota de tienta y de lidia de los hijos, la nota de tienta de la vaca (madre), y el índice M.A.B. Los valores obtenidos se presentan en la **Tabla 1**. Las correlaciones estimadas fueron bajas, ya que dichas estimaciones se hicieron con la línea materna, o sea la mitad del material genético. Sin embargo, la correlación entre la nota de tienta de la madre y el índice M.A.B. fue de 0.289, lo cual señala la importancia que puede tener un índice como este cuando no se tiene mayor información de los hijos de una vaca determinada. No obstante, lo anterior, hay que señalar que existe una ligera correlación entre las variables, pero que difícilmente puede usarse con fines de predicción.

Tabla 1. Coeficientes de correlación entre nota de tienta y de lidia de los hijos, nota de tienta de la madre y el índice M.A.B. (n = 504). Ganadería Ernesto González Caicedo, Colombia.

	Nota de Tienta Hijos	Nota de Tienta Madre	M.A.B.
Nota de Tienta	1.00	0.10398	0.08762
Hijos	-	(0.0195)*	(0.0493)*
Nota de Tienta	-	1.00	0.28879
Madre	-	-	(0.0001)*
M.A.B.	-	-	1.00

Coeficientes de correlación de Pearson

(*) Entre paréntesis Probabilidad > |R|, sobre la $H_0: R = 0$

Fuente: González, et al., 1993.

Construcción del índice M.A.B

El índice M.A.B se determina como el promedio aritmético de las notas de tienta y lidia obtenidas por los hijos de la madre, abuela y bisabuela de un individuo cualesquiera, dividida por la correspondiente contribución consanguínea con la vaca (2_n , donde n es igual a la distancia entre dos individuos en el árbol genealógico), así:

$$MAB = \frac{\mu_{NhM}}{2} + \frac{\mu_{NhA}}{4} + \frac{\mu_{NhB}}{8}$$

Donde:

μ_{NhM} = Promedio de las notas de los hijos de la madre

μ_{NhA} = Promedio de las notas de los hijos de la abuela

μ_{NhB} = Promedio de las notas de los hijos de la bisabuela

De acuerdo con esta fórmula planteada, el máximo valor que puede tomar el índice M.A.B. es 4.38, que equivaldría a un cuadro familiar en el que los promedios de notas de los hijos de Madre, Abuela y Bisabuela, fueran iguales a 5.00, así:

Ascendiente	Valor Máximo	Contribución Máxima	Por ciento Máximo
Madre	5.00 / 2	2.50	100
Abuela	5.00 / 4	1.25	100
Bisabuela	5.00 / 8	0.63	100
M.A.B total <u>(Máximo posible)</u>	-	4.38	100

Ejemplo

Se asume la siguiente información:

Ascendiente	Notas machos	Notas hembras	Media	Contribución
Madre	4.00, 2.50, 3.00	3.00, 3.50, 4.00, 3.50	3.21	1.61 (64%)
Abuela	2.00, 3.50, 4.00, 3.00	4.00, 3.00	3.33	0.83 (66%)
Bisabuela	3.00	3.50, 3.50	3.33	0.42 (67%)

El M.A.B. se estimaría:

$$M.A.B. = (3.21 / 2) + (3.33 / 4) + (3.33 / 8) = 1.61 + 0.83 + 0.42$$

$$M.A.B. = 2.86 \text{ (65% del máximo posible)}$$

Construcción de índices de predicción

Los índices de predicción de la aptitud para lidia se calculan a través de procedimientos que estiman el valor de un futuro desempeño con más eficiencia y precisión. Un índice de predicción establece un valor numérico para cada animal de acuerdo con el número de descendientes, y la heredabilidad de la característica. El índice tiende a balancear la información existente a través de la ponderación que tiene la contribución genética del padre y la línea materna.

Los índices de predicción se determinan siguiendo el esquema (Figura 1) y la tabla 2. Se tiene en cuenta el promedio de la nota de tienta y de lidia del rebaño y su desviación con respecto a la información del padre, la madre, la abuela y bisabuela.

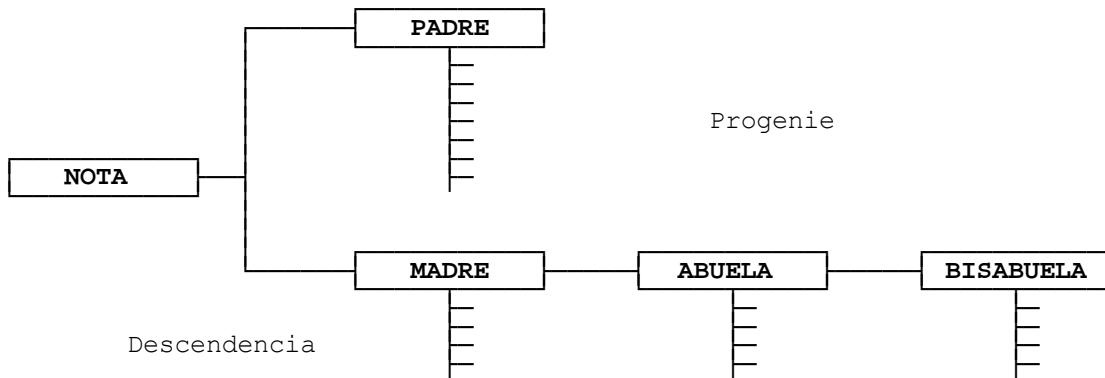


Figura 1. Esquema para determinar los índices de predicción de la aptitud para la lidia.

Tabla 2. Pesos y precisión de los índices para predecir la aptitud para lidia de registros de varias fuentes de información (h^2 = heredabilidad, r = repetibilidad)

Fuente de Información	Nro de registros	Peso de los índices de predicción (b)	Precisión
Individuo	n	$nh^2 / (1 + (n - 1) r)$	$\sqrt{nh^2 / [1 + (n - 1) r]}$
Progenie padre o madre (medios hermanos)	p	$2 ph^2 / [4 + (p - 1) h^2]$	$\sqrt{ph^2 / [4 + (p - 1) h^2]}$
Progenie abuela	-	$4 h^2 (h^2 - 1) / (h^4 - 16)$	$\sqrt{h^2 (2 h^2 - 17) / (h^4 - 16)}$
Progenie bisabuela	-	$16 h^2 (h^4 - 1) / (h^8 - 64)$	$\sqrt{h^2 (8 h^4 - 63) / (h^8 - 64)}$

En el presente estudio se consideraron los siguientes índices de predicción:

IND_1 = PROMEDIO REBAÑO + V.C. PADRE + V.C. MADRE + V.C. ABUELA + V.C. BISABUELA

IND_2 = PROMEDIO REBAÑO + V.C. PADRE + V.C. MADRE + V.C. ABUELA

IND_3 = PROMEDIO REBAÑO + V.C. PADRE + V.C. MADRE

IND_4 = (PROMEDIO REBAÑO + V.C. PADRE)/2 + (1.14¹⁰ x M.A.B)/2

IND_5 = PROMEDIO REBAÑO + V.C. MADRE + V.C. ABUELA + V.C. BISABUELA

IND_6 = PROMEDIO REBAÑO + V.C. PADRE

Donde los valores de cría (V.C.) de la aptitud para lidia son:

$$V.C. PADRE = [nh^2 / (1 + (n - 1) r) 1 \times (PROMEDIO PADRE - PROMEDIO REBAÑO)] / 2$$

$$V.C. MADRE = [nh^2 / (1 + (n - 1) r) 2 \times (PROMEDIO MADRE - PROMEDIO REBAÑO)] / 2$$

$$V.C. ABUELA = [4 h^2 (h^2 - 1) / (h^4 - 16) 3 \times (PROMEDIO ABUELA - PROMEDIO REBAÑO)] / 4$$

$$V.C. BISABUELA = [16 h^2 (h^4 - 1) / (h^8 - 64) 4 \times (PROMED. BISABUELA - PROMEDIO REBAÑO)] / 8$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque el desarrollo de un índice de predicción de la aptitud para lidia es algo complejo, los promedios de los predicción y el MAB (ajustado) fueron similares entre ellos y con el promedio de las notas de tienta y de lidia de los hijos (Tabla 3). Los conjuntos de valores para los seis índices de predicción de la aptitud para lidia y el M.A.B., mostraron menor desviación con respecto a la media y menor amplitud de rango que aquellos para la nota de tienta y de lidia de los hijos.

Los índices de predicción que mostraron mayor grado de asociación entre la nota de tienta y de lidia de los hijos con el valor predicho de aptitud para la lidia fueron los índices 1, 2, 3 y 4, los cuales incluyen el valor de cría del padre a través de las notas de tienta y de lidia de su progenie. Es importante destacar que el índice 4 incluye el M.A.B. (ajustado) como valor de aptitud para la lidia de la línea materna (Tabla 4). Los coeficientes de correlación de los índices 1, 2, 3, y 4 fueron un 43.4% mas altos que el índice M.A.B. (ajustado), el cual mostró ser moderado en su estimación, $r = 0.33$.

¹⁰ Factor de ajuste del M.A.B, para poderlo comparar con la escala de calificación de la aptitud para la lidia.
[5.00 / 4.38]

Tabla 3. Estadísticas descriptivas para nota de tienta y de lidia de los hijos, el índice M.A.B. y los otros índices de predicción propuestos (N=458). Ganadería Ernesto González Caicedo, Colombia.

Variable	Media	Desv. Std.	Valor	
			Mínimo	Máximo
NOTA	3.042576	0.732446	1.000000	5.000000
MAB (ajust.)	3.065952	0.247967	2.348400	3.613800
IND_1	3.026454	0.384334	1.588000	3.995000
IND_2	3.023227	0.305519	1.694000	3.885000
IND_3	3.023483	0.303552	1.679000	3.910000
IND_4	3.048463	0.180142	2.550000	3.458600
IND_5	3.065480	0.187034	1.830000	3.650000
IND_6	3.030974	0.260147	2.376000	3.752000

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre nota de tienta y de lidia de los hijos, el índice M.A.B. (ajustado) y los otros índices de predicción propuestos (n = 458). Ganadería Ernesto González Caicedo, Colombia.

	NOTA	MAB	IND_1	IND_2	IND_3	IND_4	IND_5	IND_6
NOTA	1.00000 (0.0)*	0.33328 (0.0001)*	0.48037 (0.0001)*	0.48192 (0.0001)*	0.47911 (0.0001)*	0.470 (0.0001)*	0.37838 (0.0001)*	0.28950 (0.0001)*
MAB	-	1.00000 (0.0)*	0.45224 (0.0001)*	0.44530 (0.0001)*	0.41226 (0.0001)*	0.59457 (0.0001)*	0.64667 (0.0001)*	0.09684 (0.0685)*
IND_1	-	-	1.00000 (0.0)*	0.99940 (0.0001)*	0.99753 (0.0)*	0.91195 (0.0)*	0.59596 (0.0001)*	0.80613 (0.0001)*
IND_2	-	-	-	1.00000 (0.0)*	0.99848 (0.0001)*	0.90438 (0.0001)*	0.59789 (0.0001)*	0.80351 (0.0001)*
IND_3	-	-	-	-	1.00000 (0.0)*	0.88642 (0.0)*	0.58962 (0.0001)*	0.80879 (0.0001)*
IND_4	-	-	-	-	-	1.00000 (0.0)*	0.52635 (0.0001)*	0.75611 (0.0001)*
IND_5	-	-	-	-	-	-	1.00000 (0.0)*	0.12265 (0.0150)*
IND_6	-	-	-	-	-	-	-	1.00000 (0.0)*

Coeficientes de correlación de Pearson

*: entre paréntesis Probabilidad > |R|, sobre la Ho: R = 0

El uso de los índices de predicción de aptitud para la lidia

A continuación se presentan dos ejemplos acerca de la utilidad que tienen los índices de predicción de aptitud para la lidia, para estimar el posible desempeño (nota con la que podría ser calificado) de un individuo cualquiera.

Ejemplo 1

El siguiente ejemplo ilustra la utilidad de los índices de predicción de aptitud para la lidia, con el fin de estimar el comportamiento futuro de un animal, asumiendo las siguientes condiciones:

- Heredabilidad:	0.24
- Repetibilidad:	0.18
- Promedio del rebaño:	3.07
- Promedio progenie del padre:	3.11
- Número hijos padre (n_p):	15
- Promedio descendencia de la madre:	3.25
- Número hijos madre (n_m):	4

Para este caso se aplicará el índice de predicción número 3 (IND_3), definido por:

$$IND_3 = PROMEDIO REBAÑO + V.C. PADRE + V.C. MADRE$$

donde:

$$V.C. PADRE = [nh^2 / (1 + (n - 1)r) \times (PROMEDIO PADRE - PROMEDIO REBAÑO)] / 2$$

$$V.C. MADRE = [nh^2 / (1 + (n - 1)r) \times (PROMEDIO MADRE - PROMEDIO REBAÑO)] / 2$$

La estimación del comportamiento futuro (nota con que posiblemente será calificado) arroja el siguiente resultado:

$$IND_3 = 3.07 + \frac{15 \times 0.24}{1 + (14 \times 0.18)} \times (3.11 - 3.07) + \frac{4 \times 0.24}{1 + (3 \times 0.18)} \times (3.25 - 3.07)$$

$$IND_3 = 3.223$$

Ejemplo 2

En este ejemplo, se estima el comportamiento futuro del individuo a partir del padre y el M.A.B, mediante el índice de predicción 3 (IND_3), asumiendo:

- Heredabilidad:	0.24
- Repetibilidad:	0.18
- Promedio del rebaño:	3.07
- Promedio progenie del padre:	2.95
- Número hijos padre (n_p):	9
- Indice M.A.B (ajustado):	$2.65 \times 1.14 = 3.02$

El índice de predicción se define como:

$$IND_4 = (PROMEDIO REBAÑO + V.C. PADRE)/2 + (M.A.B)/2$$

donde:

$$V.C. PADRE = [nh^2 / (1 + (n - 1)r) \times (\text{PROMEDIO PADRE} - \text{PROMEDIO REBAÑO})] / 2$$

De la fórmula anterior se determina que la posible calificación será:

$$IND_4 = \left[\frac{3.07 + \frac{9 \times 0.24}{1 + (8 \times 0.18)} \times (3.07 - 3.07)}{2} \right] + \frac{3.02}{2}$$

$$IND_4 = 3.00$$

De los resultados de este estudio, se puede concluir que las correlaciones entre la nota de tienta y de lidia con el índice M.A.B. (ajustado) de la línea materna, fueron entre moderadas y bajas, lo que significa una desventaja para la toma de decisiones en la selección. Los índices que tienen en cuenta la progenie del padre aumentan el valor de correlación en un 43.4 %. Pero, para mejorar la predicción de estos, se requiere del desarrollo de pruebas de progenie en la línea paterna, y en índices ancestrales de la línea materna, que tengan en cuenta los parámetros genéticos (h^2 y r_{xx}) y los coeficientes de consanguinidad. Por lo tanto, se sugiere para futuros estudios, desarrollar índices de vacas y de toros a partir del modelo animal propuesto por Van Vleck (1988), utilizando modelos lineales apropiados que tengan en cuenta las notas de tienta y las diferencias con el promedio del rebaño, tanto individuales como de sus parientes cercanos: padre, madre, hijos, hermanos medios, abuela y bisabuela, con el fin de predecir el valor de la aptitud para lidia con mayor precisión.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BECKER, W. A.** 1985. Manual of Quantitative Genetics. 4th ed., 1st. reprinting. Academic Enterprises, Pullman, Washington. U.S.A. 194 pp.
- COCHRAN, W.G. & G. M. COX.** 1957. Experimental Designs. John Wiley & Sons, Inc. New York. U.S.A. 595 pp.
- CUNNINGHAM, E.P.** 1969. The relative Efficiencies of Selection Indexes. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 19: 45-48.
- CUNNINGHAM, E.P., R.A. MOEN & T. GJEDREN.** 1970. Restriction of selection indexes. *Biometrics*, March 1970, 67-74.
- CORTES L., A., E. OLmos M., A.M. PALACINO DE WALTEROS, J.G. SUAREZ M. & E. VILLANEDA V.** 1985. Zonificación Agroecológica de Colombia (Memoria explicativa). Instituto Geográfico "AGUSTIN CODAZZI" (IGAC) - Subdirección Agrológica, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) - Subgerencia de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Bogotá D.E. Colombia. 53 pp.

DOMINGUEZ C., J. 1994. Heredabilidad y repetibilidad de nota de tienta o de lidia, edad al primer parto e intervalo entre partos en una ganadería de reses bravas en Colombia. Trabajo de grado en Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Sede-palmira, Colombia. 108 p.

GONZÁLEZ C., E., C.V. DURAN C. & J. DOMINGUEZ. 1993. Estimación de los índices de heredabilidad y repetibilidad para nota de tienta y nota de lidia en una ganadería de reses bravas. Memoria del Primer Congreso Latinoamericano de Criadores de Reses de Lidia, Guadalajara (México). 29 p.

HAZEL, L.N. 1943. The Genetic Basis for Constructing Selection Indexes. *Genetics*, 28:476-490.

HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José. Costa Rica. 205 pp.

SAS. 1988. SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, North Carolina, U.S.A. 1028 pp.

VAN VLECK L.D., E.J. POLLAK & E.A.B. OLTENACU. 1987. Genetics for the Animal Sciences. W.H. Freeman and Company, New York. U.S.A. 391pp.

VAN VLECK L.D. 1988. Notes on the theory and application of selection principles for the genetic improvement of animals. Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 333pp.

WARWICK J.E. & J.E. LEGATES. 1992. Cría y Mejora del Ganado. 8a. edición. McGraw Hill. México. 623 p.