



PARÁMETROS GENÉTICOS Y AMBIENTALES PARA CARACTERES DE CRECIMIENTO EN BOVINOS DE RAZA HEREFORD EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES, ARGENTINA

López, María V.¹, Arias Mañotti, Adolfo A.², Slobodzian, Ana³

¹Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura.
9 de Julio 1449. CP: 3400. Corrientes. Argentina. TE: (03783) 423126.

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria
Corrientes (INTA). C.C. 57. CP: 3400. Corrientes. Argentina. TE: (08783) 421786.

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Las
Breñas (INTA). C.C. 38. C.P.: 3722. Las Breñas. Chaco. Argentina. TE: (03731) 460033.

Dirección de envío de correspondencia: Dr. Adolfo A. Arias Mañotti. San Juan N° 1443. CP: 3400. Corrientes. Argentina.
mvlopez@exa.unne.edu.ar; ariasm@corrientes.inta.gov.ar

SUMMARY

The objective of this research was to estimate genetic and environmental dispersion parameters of Hereford cattle raised in Corrientes, a subtropical province in Northeastern Argentina. Data were taken in INTA EEA Corrientes between 1974 to 2002. Records were 4990 weaning weights adjusted to 210 days (WW210) and 3440 weights adjusted to 570 days of age (W570). Data were analyzed using single trait animals models with maternal effects for WW210. For WW210 the model included fixed effects of contemporary group (herd by year of birth by sex subclasses), month of birth, age of dam, prior lactation status of the cow. Whereas for W570 the fixed effects were contemporary group, month of birth, and age in days of the individual at final weight as a covariable. The method of estimation was REML by means of the derivative free algorithm implemented in the MTDFREML package. The random effects were direct and maternal breeding values and permanent environment of the dam for WW210, and direct breeding values for W570. The estimates of (co)variance components, and genetic and environmental parameters obtained were: a) For W210: $\sigma^2 = 68,45$, $\sigma_m^2 = 113,29$, $\sigma_{am} = -14,51$, $\sigma_{pc}^2 = 54,73$, $\sigma_c^2 = 214,93$, $\sigma_p^2 = 436,90$, $h_a^2 = 0,16$, $h_m^2 = 0,26$, $r_{am} = -0,16$, $c^2 = 0,12$, $e^2 = 0,49$; b) For weight adjusted to 570 days: $\sigma_a^2 = 480,03$, $\sigma_c^2 = 320,47$, $\sigma_p^2 = 800,50$, $h_a^2 = 0,60$, $e^2 = 0,40$. The estimated values of the (co)variance components suggest that selection for growth traits is feasible in this subpopulation.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estimar los parámetros genéticos y ambientales de bovinos de raza Hereford en Corrientes, una provincia subtropical del Nordeste de Argentina. Los datos fueron tomados en el INTA EEA Corrientes entre los años 1974 y 2002. Se emplearon 4992 registros para el carácter peso ajustado a 210 días (I_PESOAJ_210) y 3440 registros para el carácter peso ajustado a 570 días (I_PESOAJ_570). Los datos fueron analizados mediante el Modelo Animal para un único carácter, con efectos maternos para I_PESOAJ_210. Para este carácter, el modelo incluye los efectos fijos grupo contemporáneo (año de nacimiento + sexo), mes de nacimiento, edad de la madre, lactancia previa de la madre y edad en días del animal al destete como covariable. Para I_PESOAJ_570 los efectos fijos fueron grupo contemporáneo, mes de nacimiento y edad en días del individuo al peso final como covariable. El método de estimación fue REML, usando el algoritmo libre de derivadas implementado por el paquete MTDFREML. Los efectos aleatorios fueron los valores genéticos aditivos directos y maternos y el ambiente permanente de las madres para I_PESOAJ_210 y los valores genéticos aditivos directos para I_PESOAJ_570. Las estimaciones de los componentes de (co)variancia, y parámetros genéticos y ambientales obtenidos son: a) Para I_PESOAJ_210: $\sigma^2 = 68,45$, $\sigma_m^2 = 113,29$, $\sigma_{am} = -14,51$, $\sigma_{pc}^2 = 54,73$, $\sigma_c^2 = 214,93$, $\sigma_p^2 = 436,90$, $h_a^2 = 0,16$, $h_m^2 = 0,26$, $r_{am} = -0,16$, $c^2 = 0,12$, $e^2 = 0,49$; b) Para I_PESOAJ_570: $\sigma_a^2 = 480,03$, $\sigma_c^2 = 320,47$, $\sigma_p^2 = 800,50$, $h_a^2 = 0,60$, $e^2 = 0,40$. Los valores estimados de los componentes de (co)variancia indican que la selección por caracteres de crecimiento resultaría factible de aplicar a esta subpoblación.

Palabras clave: modelo animal, parámetros genéticos y ambientales, bovinos para carne, Hereford, peso ajustado a 210 días, peso ajustado a 570 días.

INTRODUCCIÓN

Los bovinos de la raza Hereford tuvieron su origen a comienzos del siglo XVIII en el condado de Hereford. Al período (1858-1924) corresponden las primeras importaciones a nuestro país y la fundación de importantes cabañas y establecimientos, muchos de los cuales aún perduran, que fueron los que introdujeron los primeros reproductores de Pedigree que se utilizaron en mestización primero y para la cría después. Los Hereford son reconocidos por su capacidad de adaptación a distintos ambientes. La docilidad es otra característica muy apreciada por razones de seguridad y facilidad de manejo, todo lo cual se traduce en mayor ahorro de dinero. Estas características son las que determinan que la raza Hereford se encuentre en permanente expansión en los rodeos de carne de nuestro país. Por otra parte, esta raza posee una gran habilidad combinatoria general, que la hace útil en esquemas de cruzamientos y como componente de nuevas razas. Es cada vez más amplia la utilización de esta raza en el subtrópico y trópico como raza cruzante, por lo cual la demanda de reproductores y de información objetiva acerca de los mismos se ha incrementado. Su aporte se manifiesta especialmente en características de precocidad, fertilidad de los vientres y calidad de las carnes producidas. Sin embargo, la oferta de reproductores evaluados objetivamente todavía es reducida en el subtrópico.

Debido a que **el ambiente en el cual van a producir es limitante, la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Corrientes del INTA ha planteado objetivos de selección que enfatizan la evaluación de los reproductores por su habilidad para crecer y producir a edad temprana en este ambiente.** Dado que la capacidad de crecimiento es uno de los factores que influyen la productividad y que este crecimiento incluye las etapas pre y post destete, es importante evaluar dichos caracteres en esta raza cruzante en los ambientes subtropicales. El objetivo de pesar al destete es evaluar el crecimiento de las crías hasta el destete junto a la aptitud materna (producción de leche de los vientres). El peso al destete posee efectos directos (peso al destete

propriadamente dicho) y efectos indirectos (aptitud materna). Esto significa que el peso se ve afectado por los genes del ternero en cuanto a crecimiento, más el potencial genético de la madre en aptitud lechera, además de los factores ambientales que lo influyen. Para obtener las mejores estimaciones de los valores genéticos para peso al destete, es necesario ajustar los registros individuales de los terneros a una base patrón de 210 días (A.A.C.H., 1996).

El peso final permite evaluar el crecimiento post-destete. Posibilita identificar los reproductores que tengan potencial para mejorar la ganancia diaria post-destete, obteniéndose a través de ellos animales más precoces y pesados, capaces de producir más carne a edades tempranas. Esta variable indica la aptitud que tiene un reproductor determinado en transmitir a su progenie capacidad de crecimiento post-destete hasta la edad que correspondería la faena (A.A.C.H., 1996). Para obtener las mejores estimaciones del valor genético para peso final, es necesario ajustar los registros individuales de los animales a una base de edad patrón, en este caso de 570 días. Este carácter es importante porque determina en gran parte la posibilidad para el entore a los dos años en las hembras, y en los machos, la viabilidad de su uso como reproductores (Arias Mañotti y Slobodzian, 1994).

El objetivo de este trabajo fue procesar, mediante la utilización del software MTDFREML que implementa el Modelo Animal, una base de datos con información de producción y genealogía de bovinos de raza Hereford, correspondiente al período 1974-2002 y disponible en el INTA EEA Corrientes, a los efectos de estimar los efectos ambientales y genéticos para peso ajustado a 210 días (I_PESOAJ_210) y peso ajustado a 570 días (I_PESOAJ_570), y de predecir los valores genéticos de los reproductores (Diferencias Esperadas de la Progenie - DEPs).

Pueden citarse como antecedentes de aplicación del modelo animal a la raza Hereford en Argentina, los trabajos de Pérez et al. (2004), Melucci y Mezzadra (2002a), Melucci y Mezzadra (2002b), en los que se analizan caracteres de cre-

cimiento en zonas templadas, y por otra parte, los trabajos de López et al. (2005a), López et al. (2005b), Arias Mañotti et al. (2007), que comprenden la estimación de parámetros genéticos y ambientales e zonas subtropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación del archivo de datos para analizar los caracteres peso ajustado a los 210 días y peso ajustado a 570 días

Se procesó una base de datos de 4264 registros de producción y genealogía de machos y hembras de la raza Hereford, obtenidos entre los años 1974 y 2002, para analizar las variables I_PESOAJ_210 y I_PESOAJ_570.

Los rodeos fueron manejados de acuerdo a las normas recomendadas por el INTA EEA Corrientes en Arias Mañotti et al. (2003) y Arias Mañotti y Slobodzian (2004). Los antecedentes de los rodeos, así como los fundamentos del trabajo y los esquemas de selección implementados se encuentran descritos en detalle por Arias Mañotti et al. (1991). En los tres rodeos los animales fueron seleccionados por ganancia de peso a los 570 días en ambos sexos, y por habilidad reproductiva en las hembras, manejados a campo natural (pastizal), sin otra suplementación que la mineral. En todos los casos se tuvo interconectividad entre años mediante el uso escalonado y por más de un año de los toros en servicio individual. Algunos de los reproductores utilizados tienen relación de parentesco entre estos rodeos y con otros rodeos de la raza. El apareamiento fue al azar con la única excepción del control del grado de relación entre toros y las hembras asignadas. Si la relación aditiva era superior a 0.0625, se asignaba las hembras a otro rodeo de servicio.

El número de toros se ajustaba a mantener rodeos de servicio individual de aproximadamente 35 vacas. Se utilizaron entre 2 y 4 toros por año en cada rodeo.

Esta base de datos fue sistematizada por el Área de Producción Animal del INTA EEA Corrientes.

En relación al **archivo para analizar el peso ajustado a 210 días**, se eliminaron los registros

que no poseían información en el campo I_PESOAJ_210, quedando el archivo final con 4092 registros, y la siguiente estructura:

- I_NOM: Código del individuo.
- T_NOM: Código del padre del individuo.
- V_NOM: Código de la madre del individuo.
- I_MESNAC: Mes de nacimiento del individuo. Se consideran los meses de mayo a noviembre.

- GC: Código de grupo contemporáneo. Estos grupos fueron definidos como animales nacidos en una misma cabaña, en el mismo año (carimbo) y del mismo sexo ($GC = I_COD_CABA + I_CAR + I_SEXO$), obteniéndose un total de 110 grupos.

I_COD_CABA: Número de la cabaña. Tiene 3 niveles.

I_CAR: Año de nacimiento (carimbo) del individuo. Tiene 33 niveles.

I_SEXO: Código de sexo del individuo. Tiene dos niveles (1=macho, 2=hembra).

- V_EDAD: Edad de la madre. Está expresada en años y está tomada al momento del parto. Tiene 11 niveles, se inicia con la edad de 2 años y finaliza con la edad de 12 años.

- V_LAC_PREV: Código de lactancia previa o anterior. Indica si la madre viene de amamantar su cría el año anterior y tiene 2 niveles (1=sí, 2=no).

- I_EDAD_210: Edad del animal en días al momento del destete normal cercano a los seis - ocho meses. En una de las cabañas, durante dos años se han aplicado dos tipos de destete: normal en marzo y precoz en noviembre-diciembre. Por tanto, en esta cabaña, en algunos animales el peso a los 210 días no coincide con el del destete. En algunos casos los terneros nacían antes o después de la época normal de nacimientos, por lo cual hay algunos animales cuyas edades son menores o mayores a los del rodeo en su conjunto. Se usa como covariable para analizar el peso ajustado a los 210 días.

- I_PESOAJ_210: Peso del individuo en kg ajustado a 210 días. Es el peso vivo del animal tomado lo más cercano a los 6-8 meses. En un rodeo se realizaba el destete por grupos a los efectos de aproximarse a esa edad, mientras que en los otros dos rodeos el destete se realizaba en marzo. Luego se ajustaban dichos pesos a los 210 días de edad. La fórmula de cálculo es:

$$I_PESOAJ_210 = \left(\frac{P210 - PN}{I_EDAD_210} * 210 \right) + PN$$

donde: P210 = peso vivo del animal tomado a los 6-8 meses aproximadamente; PN = Peso al nacer; I_EDAD_210 = ya descripto.

En relación al **archivo para analizar el peso ajustado a 570 días**, se eliminaron los registros que no poseían información en el campo I_PESOAJ_570, quedando el archivo final con 3440 registros, y la siguiente estructura:

- I_NOM: Código del individuo.
- T_NOM: Código del padre del individuo.
- V_NOM: Código de la madre del individuo.
- I_MESNAC: Mes de nacimiento del individuo. Se consideran los meses de mayo a diciembre.
- GC: Código de grupo contemporáneo. Estos grupos fueron definidos como animales nacidos en una misma cabaña, en el mismo año (carimbo) y del mismo sexo (GC = I_COD_CABA + I_CAR + I_SEXO), con un total de 103 grupos.
I_COD_CABA: Número de la cabaña. Tiene 3 niveles.
I_CAR: Año de nacimiento (carimbo) del individuo. Tiene 33 niveles.
I_SEXO: Código de sexo del individuo. Tiene dos niveles (1=macho, 2=hembra).
- V_EDAD: Edad de la madre. Está expresada en años y está tomada al momento del parto. Tiene 11 niveles, se inicia con la edad de 2 años y finaliza con la edad de 12 años.
- I_EDAD_570: Edad del animal en días al momento del pesaje final cercano a los dieciocho - diecinueve meses. Se usa como covariable para analizar el peso ajustado a los 570 días.
- I_PESOAJ_570: Peso del individuo ajustado a 570 días (kg). A partir de los registros de campo, se tomó el peso final del animal lo más cercano posible a los diecinueve meses y se ajustó luego a los 570 días de edad, tal que:

$$I_PESOAJ_570 = \left(\frac{P570}{I_EDAD_570} \right) * 570$$

donde: P570 = peso final del animal tomado a los diecinueve meses aproximadamente; I_EDAD_570 = Ya descripto.

Modelos para el análisis de los caracteres peso ajustado a los 210 días y peso ajustado a los 570 días

En este estudio, las estimaciones de los componentes de varianza, parámetros genéticos y ambientales y las Diferencias Esperadas de la Progenie (DEPs), fueron obtenidas por medio del Modelo Animal para un carácter, utilizando el software MTDFREML (Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood) (Boldman y Van Vleck, 1991; Boldman et al., 1993), con ecuaciones del Modelo Mixto (MME- Mixed Model Equations). El análisis estadístico de los efectos fijos (ambientales) fue realizado mediante el software SPSS.

El carácter peso ajustado a los 210 días fue analizado mediante un modelo estadístico univariado, considerando:

- **Efectos fijos:** grupo contemporáneo (cabaña + año de nacimiento + sexo), mes de nacimiento, edad de la madre, lactancia previa de la madre, covariable edad del animal en días al destete.
- **Efectos aleatorios de los valores genéticos aditivos directos y maternos.**
- **Efectos aleatorios del ambiente permanente** de las madres.

El modelo matemático propuesto fue:

$$y_{ijklm} = \mu + GC_i + ME_j + EM_k + L_l + a_m + m_m + pe_m + b_1 (E_{ijklm}) + b_2 (E_{ijklm})^2 + b_3 (E_{ijklm})^3 + e_{ijklm}$$

donde: y_{ijklm} = peso ajustado a 210 días, m = media general, GC_i = efecto fijo del i -ésimo grupo contemporáneo (niveles 1-110), ME_j = efecto fijo del j -ésimo mes de nacimiento (niveles 1-7), EM_k = efecto fijo de la k -ésima categoría de edad de madre (niveles 1-12), L_l = efecto fijo de la l -ésima categoría de lactancia anterior (niveles 1-3), a_m = efecto aleatorio del valor genético aditivo directo del m -ésimo animal, m_m = efecto aleatorio del valor genético aditivo materno del m -ésimo animal, pe_m = efecto aleatorio del ambiente permanente del m -ésimo animal, $b_1 \dots b_3$ = coeficientes de re-

gresión del peso ajustado a los 210 días sobre la edad del animal al destete, para los términos lineal, cuadrático y cúbico, respectivamente; E_{ijklm} = edad en días al destete del m-ésimo animal (covariable), e_{ijklm} = efecto residual del m-ésimo animal (aleatorio).

Fueron estimados los **componentes de varianza y parámetros genéticos y ambientales para el I_PESOAJ_210**. Luego se calcularon los siguientes **DEPs para peso ajustado a los 210 días**:

- **Diferencia esperada de la progenie para el efecto directo en el peso ajustado a los 210 días:** Indica la diferencia en kg esperados con relación a la media de la progenie, debida a los genes para crecimiento transmitidos por sus progenitores.

- **Diferencia esperada de la progenie para el efecto materno en el peso ajustado a 210 días:** Predice la diferencia esperada en el peso de los productos de las hijas del animal evaluado, debida a las diferencias en la habilidad materna (producción de leche) presentadas por ellas. Es un predictor del mérito genético de un toro para producir leche a través de sus hijas, expresado a través de los pesos al destete de sus nietas o nietos. Representa la parte del peso al destete atribuido a la leche.

El **carácter peso ajustado a los 570 días** fue analizado mediante un **modelo estadístico univariado**, considerando:

- **Efectos fijos:** grupo contemporáneo (cabaña + año de nacimiento + sexo), mes de nacimiento, edad de la madre, covariable edad del animal en días al momento del pesaje final.

- **Efectos aleatorios de los valores genéticos aditivos directos.**

El **modelo matemático propuesto** fue:

$$y_{ijkl} = \mu + GC_i + ME_j + EM_k + a_1 + b_1 (E_{ijkl}) + b_2 (E_{ijkl})^2 + b_3 (E_{ijkl})^3 + e_{ijkl}$$

donde: y_{ijkl} = peso ajustado a 570 días, m = media general, GC_i = efecto fijo del i-ésimo grupo contemporáneo (niveles 1-103), ME_j = efecto fijo del j-ésimo mes de nacimiento (niveles 1-9), EM_k = efecto fijo de la k-ésima categoría de edad de madre (niveles 1-12), a_1 = efecto aleatorio del valor genético aditivo directo del l-ésimo animal, $b_1 \dots b_3$ = coeficientes de regresión del peso ajustado a

los 570 días sobre la edad del animal al peso final, para los términos lineal, cuadrático y cúbico, respectivamente; E_{ijkl} = edad en días al peso final (dos años) del l-ésimo animal (covariable), e_{ijkl} = efecto residual del l-ésimo animal (aleatorio).

Fueron estimados los **componentes de varianza y parámetros genéticos y ambientales para el PESO_AJ_570**. Luego se calcularon los **DEPs para el efecto directo en el peso ajustado a los 570 días**. Un valor de DEP igual a +10 kg en un padre, por ejemplo, indica que su progenie pesará a los 570 días de edad, en promedio 10 kg más que el promedio de las progenes de todos los toros Hereford incluidos en esta prueba. Para este carácter, el componente más importante es el efecto genético directo. Los valores iniciales de las varianzas proporcionados para iniciar el procesamiento con MTDFREML fueron extraídos de Meyer (1993).

RESULTADOS

Principales estadísticas descriptivas y efectos fijos

Las estadísticas descriptivas generales son:

- Para el carácter peso ajustado a 210 días: El número de observaciones fue 4092, el valor medio 160,99, el desvío standard 26,90, el coeficiente de variación 16,71, el valor mínimo 64 y el valor máximo 307.
- Para el carácter peso ajustado a 570 días: El número de observaciones fue 3440, el valor medio 250,52, el desvío standard 37,32, el coeficiente de variación 14,99, el valor mínimo 96 y el valor máximo 376.

- **Efecto grupo contemporáneo:** Los grupos contemporáneos fueron constituidos por animales nacidos en una misma cabaña, en el mismo año y del mismo sexo, obteniéndose un total de 110 grupos para el carácter peso ajustado a 210 días y 103 grupos para el carácter peso ajustado a 570 días. En las Figuras 1 y 2 se puede observar la influencia promedio que tuvo el efecto fijo grupo contemporáneo sobre los caracteres peso ajustado a 210 días y peso ajustado a 570 días respectivamente.

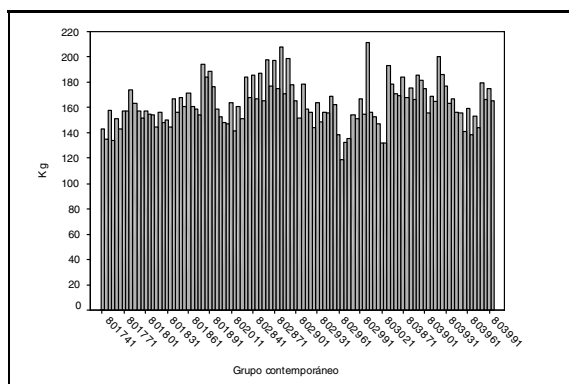


Figura 1: Peso ajustado a los 210 días. Efecto grupo contemporáneo
Figure 1: Weight adjusted to 210 days. Contemporary group effect

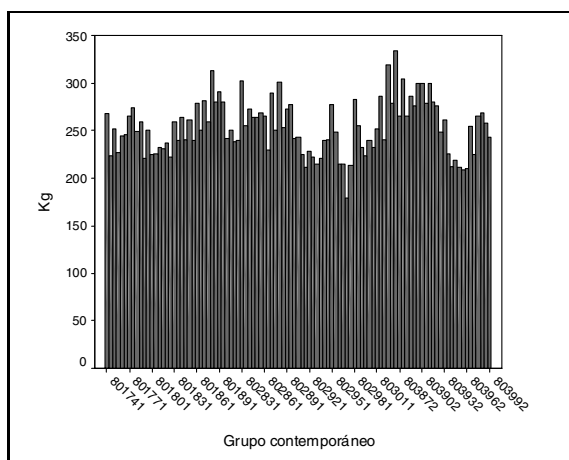


Figura 2: Peso ajustado a los 570 días. Efecto grupo contemporáneo
Figure 2: Weight adjusted to 570 days. Contemporary group effect

• **Efecto mes de nacimiento:** La influencia del mes de nacimiento en general es debida a las variaciones en cantidad y calidad de la disponibilidad forrajera o curva de producción del pastizal o pastura, la cual afecta al ternero por sí misma y, en el caso del peso al destete, a través de la producción láctea de la madre. En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis para este factor, correspondientes a los caracteres peso a 210 días y peso ajustado a 570 días. En el caso del peso ajustado a 210 días, se observa que los meses de Mayo a Octubre fueron los mejores para el nacimiento desde el punto de vista ambiental. Con respecto al peso ajustado a 570 días, se observa que los meses de nacimiento de Junio a Diciembre son los que favorecen un mayor peso. Los nacimientos de Noviembre y Diciembre son fuera de época normal y representan a pocos individuos.

Cuadro I: Efecto mes de nacimiento.
Table I: Month of birth effect.

Mes	Peso ajustado a 210 días				Peso ajustado a 570 días			
	Nro. de Obs.	%	Media (Kg)	Desvío standard	Nro. de Obs.	%	Media (Kg)	Desvío standard
Mayo	2	0,05	174,88	14,94	11	0,32	233,60	9,53
Junio	954	23,31	172,33	5,87	804	23,37	248,65	3,38
Julio	1651	40,35	170,49	5,81	1389	40,38	249,83	2,72
Agosto	690	16,86	166,52	5,84	578	16,80	249,04	2,77
Septiembre	576	14,08	164,10	5,92	473	13,75	251,14	3,73
Octubre	216	5,28	162,49	6,03	175	5,09	249,33	5,10
Noviembre	3	0,07	129,34	17,22	7	0,20	250,50	12,24
Diciembre	-	-	-	-	2	0,06	283,65	23,15
Sin datos	-	-	-	-	1	0,03	263,59	27,13

• **Efecto edad de la madre al parto:** Para este análisis se consideraron crías de vacas que parieron entre los 2 y 12 años de edad. El Cuadro 2 resume la información para este efecto ambiental, pudiéndose observar los promedios y tendencias. Se puede ver que los pesos de las crías de vacas de 5 a 8 años fueron similares en el peso ajustado a 210 días. En el caso del peso ajustado a 570 días, se observa similitud entre los pesos de las crías de vacas de 5 a 10 años de edad.

Cuadro II: Efecto edad de la madre.
Table II: Mother's age effect.

Edad (años)	Peso ajustado a 210 días				Peso ajustado a 570 días			
	Nro. de Obs.	%	Media (Kg)	Desvío standard	Nro. de Obs.	%	Media (Kg)	Desvío standard
2	16	0,39	140,27	6,28	17	0,49	243,84	7,79
3	851	20,80	150,84	3,53	705	20,49	247,10	4,54
4	655	16,01	160,14	3,56	561	16,31	251,85	4,62
5	629	15,37	167,89	3,57	536	15,58	256,46	4,58
6	576	14,08	168,86	3,58	484	14,07	256,18	4,61
7	494	12,07	168,25	3,60	422	12,27	255,69	4,67
8	365	8,92	168,59	3,66	302	8,78	255,06	4,75
9	221	5,40	162,56	3,76	175	5,09	252,84	4,92
10	126	3,08	161,50	3,95	96	2,79	256,68	5,30
11	29	0,71	153,88	5,22	19	0,55	250,95	7,79
12	2	0,05	181,01	14,81	1	0,03	248,98	27,05
Sin datos	128	3,13	170,77	4,34	122	3,55	263,50	5,42

• **Efecto lactancia previa de la madre:** Si una madre ha parido en años consecutivos, el peso a los 210 días del ternero podría disminuir. En el Cuadro 3 se presentan las estimaciones obtenidas con los registros de datos disponibles, en las cuales se observa el efecto mencionado.

Cuadro III: Peso ajustado a los 210 días. Efecto lactancia previa.
Table III: Weight adjusted to 210 days. Previous lactation effect.

Código	Nro. de Obs.	%	Media (Kg)	Desvío standard
1 = Si	2361	57,70	153,62	4,72
2 = No	1726	42,18	157,54	4,77
Sin datos	5	0,12	177,48	13,57

• **Efecto edad del animal en días al destete:** La edad real del animal en días al ser tomado el peso al destete (6-8 meses), fue considerada como covariable en el análisis del carácter peso ajustado a 210 días. En la Figura 3 se presentan en un gráfico de dispersión los pesos ajustados a los 210 días (kg) en función de la edad del animal al destete (días).

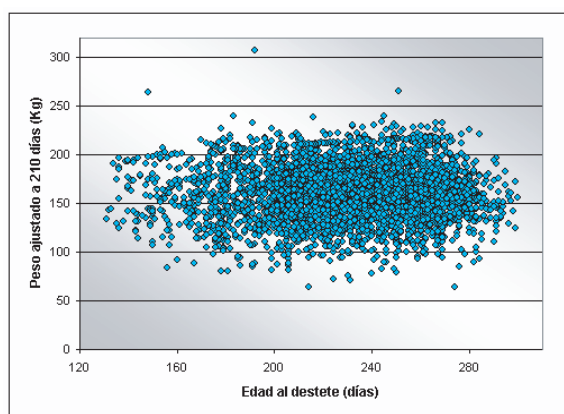


Figura 3: Peso ajustado a los 210 días. Efecto edad del individuo en días al destete (covariable)

Figure 3: Weight adjusted to 210 days. Age in days to weaning (covariable)

• **Efecto edad del animal en días al peso final (dos años):** La edad real del animal en días al ser tomado el peso final (18-19 meses), fue considerada en este análisis como covariable. En la Figura 4 se presentan en un gráfico de dispersión los pesos ajustados a los 570 días (kg) en función de la edad del animal al peso final.

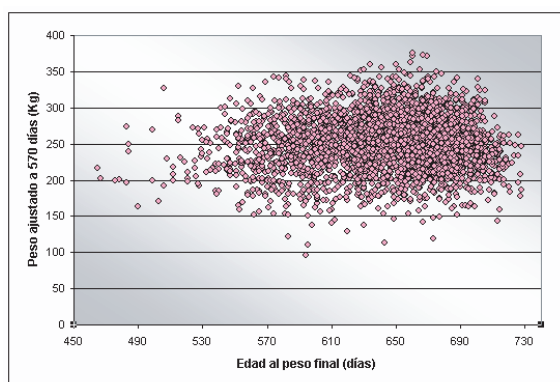


Figura 4: Peso ajustado a los 570 días. Efecto edad del individuo en días al peso final (covariable)

Figure 4: Weight adjusted to 570 days. Age in days at final weight (covariable)

Efectos aleatorios

Las estimaciones de los componentes de varianza y covarianza, parámetros genéticos y ambientales se presentan en el Cuadro 4, donde: s^2_a = varianza genética aditiva directa, s^2_m = varianza genética aditiva materna, s_{am} = covarianza entre efectos genéticos directo y materno, s^2_{pe} = varianza de ambiente permanente, s^2_e = varianza residual, s^2_p = varianza fenotípica, h^2_a = heredabilidad para efectos genéticos directos, h^2_m = heredabilidad

para efectos genéticos maternos, r_{am} = correlación genética entre los efectos directos y maternos, e^2 = proporción de la varianza fenotípica total debida a la varianza residual y c^2 = proporción de la varianza fenotípica total debida a la varianza ambiental permanente.

Cuadro IV: Estimaciones de parámetros genéticos y ambientales para peso ajustado a 210 días (I_PESOAJ_210) y peso ajustado a 570 días (I_PESOAJ_570)

Table IV: Genetic and environmental parameters estimates for weight adjusted to 210 days (I_PESOAJ_210) and weight adjusted to 570 days (I_PESOAJ_570)

Carácter	σ^2_a	σ^2_m	σ_{am}	σ^2_{pe}	σ^2_e	σ^2_p	h^2_a	h^2_m	r_{am}	c^2	e^2
I_PESOAJ_210	68,45	113,29	-14,51	54,73	214,93	436,90	0,16	0,26	-0,16	0,12	0,49
I_PESOAJ_570	480,03	-	-	-	320,47	800,50	0,60	-	-	-	0,40

• **Discusión de los parámetros genéticos y ambientales estimados para el carácter peso ajustado a 210 días:**

Las estimaciones de los componentes de varianza obtenidas son similares o menores, según el caso, que las citadas en la literatura para raza Hereford (Meyer, 1993): $s^2_a = 127,69$, $s^2_m = 113,5$, $s^2_{pe} = 163,16$, $s^2_e = 212,82$ y $s^2_p = 709,4$. El valor estimado de h^2_a es similar al encontrado en la literatura: Meyer (1993) obtuvo $h^2_a = 0,18$ para este carácter. En cuanto al valor estimado de h^2_m , es superior al encontrado por Meyer (1993): $h^2_m = 0,16$. Por otra parte, Bertrand et al. encontraron para este carácter el valor 0,23 para h^2_a , siendo éste superior al obtenido en este trabajo. Finalmente, las medias de los valores citados en la literatura para este carácter en ganado de carne son: $h^2_a = 0,25$, $h^2_m = 0,19$ y $r_{am} = -0,11$. El valor estimado de c^2 es menor al encontrado en la literatura para raza Hereford: (Meyer (1993) obtuvo $c^2 = 0,23$), pero resulta concordante con la media de los valores publicados de c^2 en ganado de carne para este carácter (0,12). El valor estimado de e^2 es más alto que el obtenido por Meyer (1993) para raza Hereford (0,30).

• **Discusión de los parámetros genéticos y ambientales estimados para el carácter peso ajustado a 570 días:**

El valor estimado de h^2 es mayor al obtenido en otros trabajos para este carácter: Meyer (1993) obtuvo $h^2 = 0,29$. Por otra parte, este valor es bastante mayor a la media citada para este carácter en ganado de carne en general (0,27). Esto puede deberse a los siguientes factores:

a) El énfasis de la selección está puesto en el peso a los 570 días de edad a campo en un

ambiente limitante para esta raza, lo cual produce la mayor respuesta diferencial en los individuos evaluados a esa edad.

b) No se ha incluido en este análisis el efecto materno, y se sabe que los modelos que no consideran este efecto llevan a una sobre-estimación del componente aditivo directo y, consecuentemente, a la obtención de un valor de h^2 más alto (Meyer, 1992).

El valor de e^2 estimado en este trabajo es inferior al obtenido por Meyer (1993) para la raza Hereford (0,71).

Las Figuras 5 y 6 ilustran las proporciones de los componentes de varianza estimados para los dos caracteres analizados.

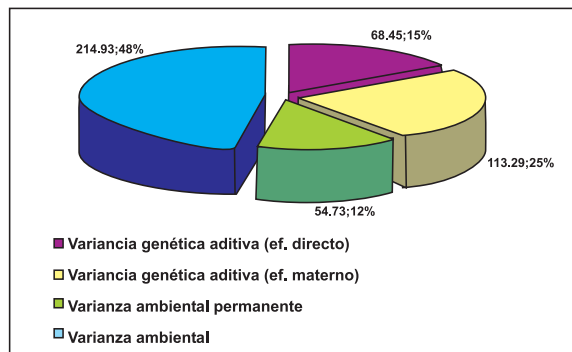


Figura 5: Proporciones de los componentes de varianza estimados para el peso ajustado a los 210 días

Figure 5: Proportions of estimated variance components for weight adjusted to 210 days

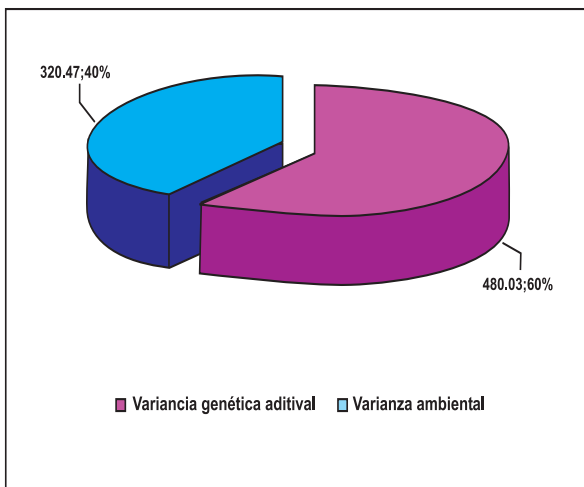


Figura 6: Proporciones de los componentes de varianza estimados para el peso ajustado a los 570 días

Figure 6: Proportions of estimated variance components for weight adjusted to 570 days

Valores genéticos predichos

Los DEPs fueron graficados en función del número de observaciones, dando una idea general de su distribución en la población analizada. La observación de los gráficos muestra claramente que la distribución de los DEPs se aproxima a la normal. En las Figuras 7 y 8 se muestra la representación gráfica de la distribución de los DEPs para los efectos directo y materno en el carácter peso ajustado a 210 días, y en la Figura 9 se observan los DEPs para el efecto directo en el peso ajustado a 570 días.

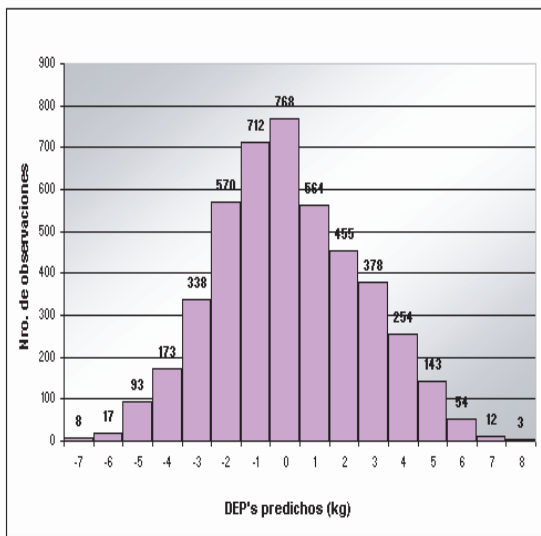


Figura 7: Distribución de los DEPs para el efecto directo en el peso ajustado a los 210 días

Figure 7: Distribution of DEPs for direct effect for weight adjusted to 210 days

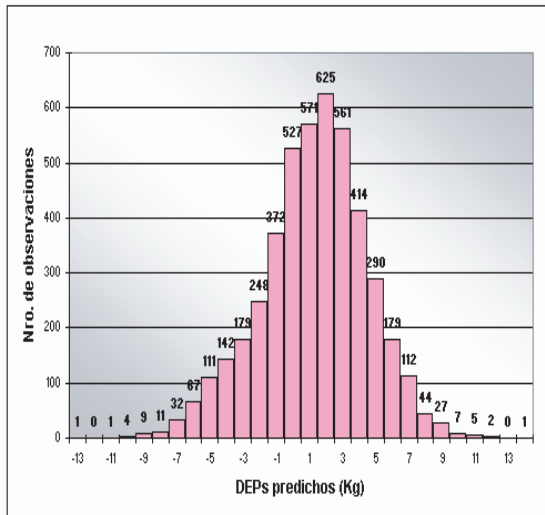


Figura 8: Distribución de los DEPs para el efecto materno en el peso ajustado a los 210 días

Figure 8: Distribution of DEPs for maternal effect for weight adjusted to 210 days

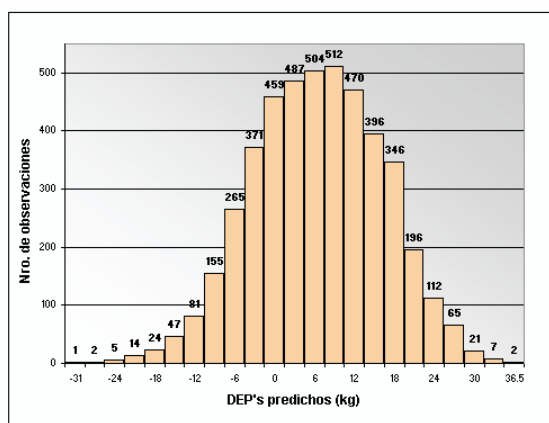


Figura 9: Distribución de los DEPs para el efecto directo en el peso ajustado a 570 días

Figure 9: Distribution of DEPs for direct effect for weight adjusted to 570 days

Finalmente, se ha elaborado un Resumen de Padres, en el cual se han incluido los DEPs calculados para los caracteres analizados, obteniéndose un resumen de 61 padres, que contiene los siguientes campos:

- Código de padre: Es el código que recibe cada animal de pedigree.
- Nro. de hijos: Número de hijos del padre evaluado.
- Nro. de cabañas: Número de cabañas en los que este padre tiene hijos.

Para cada carácter se incluye, tanto para el efecto directo como para el efecto materno:

- DEP: Diferencia esperada en la progenie de cada toro. Se expresa en las unidades del carácter.
- Precisión: Indica la confiabilidad del valor del DEP.

El Resumen de Padres resulta de primordial importancia para mejorar la productividad de la raza, ya que el productor tiene a su disposición una herramienta moderna de selección para el carácter analizado, pudiendo individualizar animales superiores, y comparar los individuos dentro y entre rodeos.

CONCLUSIONES

Se ha procesado una base de datos con información de producción y genealogía de bovinos

de raza Hereford disponible en el INTA EEA Corrientes, mediante el software MTDFREML que implementa el Modelo Animal, obteniéndose estimaciones de los factores ambientales y genéticos que influyen los caracteres peso ajustado a 210 días y peso ajustado a 570 días. Se analizaron los efectos fijos, componentes de varianza, parámetros genéticos y ambientales, y además se obtuvo información de predicción del valor genético de los reproductores (DEPs), la cual resulta útil en la toma de decisiones de selección para el mejoramiento animal.

Los valores estimados de la heredabilidad para los dos caracteres analizados, indican la factibilidad de obtener progreso genético en caso de seleccionar por los mismos, particularmente en el caso del peso ajustado a 570 días, para el cual se ha obtenido un alto valor para este parámetro.

En relación al peso ajustado a 210 días, se observa que dada las heredabilidades y la alta correlación genética existente entre dicho peso y el peso final, sería posible obtener mejoras en dicho peso como respuesta correlacionada de la selección por peso final. Esto posibilitaría progresos en dicho carácter sin incrementar la producción de leche promedio del rodeo.

Con respecto al peso ajustado a 570 días, la incorporación de prácticas de manejo racionales y la selección por este carácter, producirán mejoras importantes en el mismo, al incrementar el número de hembras factibles de ser entoradas a los dos años y la identificación de machos mejoradores disponibles para ser usados como reproductores.

Este estudio permitió obtener un panorama confiable acerca de la subpoblación Hereford evaluada y de sus posibilidades de mejoramiento, además de simplificar y hacer más manejable la información proporcionada a los productores en lo referente al carácter analizado, posibilitando a los mismos orientar objetivamente sus programas de mejoramiento, y mejorar las líneas de la raza Hereford adaptadas al subtrópico y las cruces en las cuales ella sea incluida.

BIBLIOGRAFÍA

- A.A.C.H. Asociación Argentina de Criadores de Hereford. 1996. Manual del Criador. Buenos Aires, Argentina.
- Arias Mañotti, A. A. y Slobodzian, A. 1994. El Registro de Producción de la raza Nelore del Paraguay. Asociación Paraguaya de Criadores de Nelore. Asunción. Paraguay.
- Arias Mañotti, A.A., Manunta, O. y Slobodzian, A. 1991. El mejoramiento genético del ganado bovino de carne en Corrientes. Corrientes, Argentina. Centro Regional Corrientes. Estación Experimental Agropecuaria Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Casilla de Correo N° 57. CP: 3400. Serie Producción animal. Boletín Técnico N° 5. 62 p.
- Arias Mañotti, A.A., Slobodzian, A., Goldfarb, M. C. e Ibarra, F. R. 2003. Sistema Experimental de cría vacuna. Corrientes, Argentina. Centro Regional Corrientes. Estación Experimental Agropecuaria Corrientes. Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria. Casilla de Correo N° 57. CP: 3400. Serie Producción animal. Boletín Técnico N° 14. 74 p
- Arias Mañotti, A.A. y Slobodzian, A. 2004. Manual de recomendaciones para la ganadería de cría del N.O. de Corrientes. Corrientes, Argentina. Centro Regional Corrientes. Estación Experimental Agropecuaria Corrientes. Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria. Casilla de Correo N° 57. CP: 3400. Serie Producción animal. Boletín Técnico N° 15. 39 p.
- Arias Mañotti, A. A., López, M.V., Slobodzian, A. 2007. Estimación de parámetros genéticos para crecimiento en bovinos de raza Hereford en Corrientes. XXXVI Congreso Argentino de Genética. Sociedad Argentina de Genética. Septiembre de 2007.
- Bertrand, K., Little, D., Nelson, A. y Benyshek, L. North American Hereford Cattle Evaluation. E.U.A, Universidad de Georgia. En: www.missouri.edu/~anscbeef/hereford.
- Boldman, K.G. y Van Vleck, L.D. (1991). Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood Estimation in Animal Model with a Sparse Matrix Solver. *J. Dairy Sci*, v.74.
- Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D. y Kachman, S.D. (1993). A Manual for Use of MTDFREML: A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances. USDA-ARS.
- López, M.V., Arias Mañotti, A. A., Slobodzian, A. 2005a. Parámetros genéticos y ambientales para peso ajustado a 210 días en bovinos de raza Hereford en Corrientes. *Revista Argentina de Producción Animal*. Editada por la Asociación Argentina de Producción Animal (AAPA). Balcarce. Buenos Aires. Argentina. ISSN: 0326-0550. Octubre de 2005. Pág. 243-244. Vol. 25. Supl. I.
- López, M.V., Arias Mañotti, A. A., Slobodzian, A. 2005b. Parámetros genéticos y ambientales para peso ajustado a 570 días en bovinos de raza Hereford en Corrientes. *Revista Argentina de Producción Animal*. Editada por la Asociación Argentina de Producción Animal (AAPA). Balcarce. Buenos Aires. Argentina. ISSN: 0326-0550. Octubre de 2005. Pág. 241-242. Vol. 25. Supl. I.
- Melucci, L. M. y Mezzadra, C. A. 2002a. Parámetros genéticos para crecimiento en ganado Hereford. Unidad Integrada Balcarce (UIB), Facultad de Ciencias Agrarias (UNMDP), EEA (INTA) Balcarce. XXXI Congreso Argentino de Genética. La Plata. Bs. As. Argentina. Septiembre de 2002.
- Melucci, L. M. y Mezzadra, C. A. 2002b. Respuesta a la selección por crecimiento en ganado Hereford. Unidad Integrada Balcarce (UIB), Facultad de Ciencias Agrarias

(UNMDP), EEA (INTA) Balcarce. XXXI Congreso Argentino de Genética. La Plata. Bs. As. Argentina. Septiembre de 2002.

- Meyer, K. 1992. Variance Components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Liv. Prod. Sci.*, v.31, p.179-204.
- Meyer, K. 1993. Covariance matrices for growth traits of Australian Polled Hereford cattle. *Anim. Prod.* 1993. Armidale, Australia, British Society of Animal Production, Animal Genetics and Breeding Unit, University of New England., v. 57, p. 37-45.
- Pérez, J. L., Melucci, L. M. y Scioli, N. 2004. Parámetros genéticos para crecimiento hasta el destete en Hereford. *Fac. Cs. Exactas Químicas y Naturales UNAM. Fac. Cs. Agrarias UNMDP. XXXIII Congreso Argentino de Genética. Mendoza. Argentina. Septiembre de 2004.*

