

ADAPTACIÓN DE GENOTIPOS A AMBIENTES ADVERSOS: RESISTENCIA GENÉTICA DE LOS OVINOS A PARÁSITOS GASTROINTESTINALES

Castells, D.¹

RESUMEN

En los sistemas pastoriles de las áreas templadas, los ovinos están continuamente afectados por la presencia de nematodos gastrointestinales. El progresivo desarrollo de resistencia antihelmíntica por parte de éstos, ha demostrado que la dependencia exclusiva de métodos químicos no es sustentable. Existe suficiente información en el sentido de que hay variación genética en la respuesta a parásitos. Las referencias internacionales muestran una heredabilidad del recuento de huevos por gramo (HPG) entre 0.2 y 0.3 y correlación nula o levemente desfavorable con características productivas. Por otro lado existen informes de respuesta a la selección no solo en la creación de líneas divergentes experimentales sino también en predios comerciales. En Uruguay desde 1994 se viene evaluando la resistencia genética en las Centrales de Prueba de Progenie Corriedale. Hasta el año 2001 se llevan evaluados 122 carneros a través de 5823 progenies provenientes de 38 planteles. Los valores de la diferencia esperada en la progenie (DEP), para el HPG, calculados a través de la metodología de la mejor predicción lineal insesgada (BLUP), oscilan entre -0.39 para el reproductor más resistente y $+0.49$ para el más susceptible. La heredabilidad (h^2), fue 0.18 ± 0.03 y la correlación genética del HPG con características productivas fue de -0.12 ± 0.13 con peso del vellón sucio (PVS), -0.01 ± 0.13 con peso del vellón limpio (PVL), -0.14 ± 0.11 con diámetro (D), -0.09 ± 0.13 con peso del cuerpo (PC) y -0.11 ± 0.11 con largo de mecha (LM). Los primeros estudios nacionales de comparación de líneas resistente y susceptible (bajo y alto HPG) han mostrado diferencias significativas entre éstas.

PALABRAS CLAVE: correlaciones genéticas, heredabilidad, nematodos gastrointestinales, parásitos internos, resistencia genética.

SUMMARY

GENOTYPE ADAPTATION TO HARSH ENVIRONMENTS: GENETIC RESISTANCE OF SHEEP TO GASTROINTESTINAL PARASITES

Sheep production in temperate climate is continuously affected by gastrointestinal nematodes. Total dependence on a single method of control (chemical) has proven not to be sustainable. There are a lot of reports about genetic variation to parasites response. The heritability of faecal worm egg count (FEC) is about 0.2-0.3 with a neutral or slightly unfavorable correlation with growth and wool traits. The genetic progress in resistance of FEC together with production traits has been demonstrated in experimental and commercial flocks elsewhere. Since 1994 genetic studies on resistance in the Corriedale central progeny test have been conducted. 122 rams from 38 flocks with 5.823 progenies have been evaluated. The estimated progeny difference (EPD) values ranged from -0.39 (the most resistant) to $+0.49$ (the most susceptible). The heritability (h^2) were 0.18 ± 0.03 and the genetic correlation between EPG and production traits were: -0.12 ± 0.13 with greasy fleece weight (GFW), -0.01 ± 0.13 with clean fleece weight (CFW), -0.14 ± 0.11 with fiber diameter (FD), -0.09 ± 0.13 with live weight (LW) and -0.11 ± 0.11 with staple length (SL). Preliminary studies of comparison of resistance and susceptible lines (low and high EPG), were statistically different.

KEY WORDS: control, gastrointestinal nematodes, genetic correlations, genetic resistance, heritability, internal parasites, progeny test.

¹Secretariado Uruguayo de la Lana. Rbla. B. Brum 3764. Montevideo, Uruguay.

ANTECEDENTES

Si bien la domesticación del ovino se origina en el medio este asiático, en un clima árido y sistemas nómades, la mayor concentración de ovinos en el hemisferio sur se da en las áreas templadas, donde la base forrajera determina un potencial productivo mucho mayor, pero también aumentan los problemas parasitarios. Los primeros indicios de variación genética en la respuesta de ovinos a los parásitos se remontan a Clunies Ross en 1932 y Withlock en 1958, pero el tema quedó soslayado frente a la aparición en la década del 60 de los antihelmínticos modernos. Luego el continuo desarrollo de resistencia antihelmíntica por parte de las principales especies de nematodos patógenos de ovinos ha obligado a establecer un cambio en las estrategias de control. Este cambio implica, una racionalización en el uso de antihelmínticos y la integración de otros métodos de control (Control integrado de parásitos CIP). En este marco, el uso de genotipos más resistentes y por tanto mejor adaptados a ambientes adversos, resulta una alternativa a tener en cuenta.

VARIACIÓN ENTRE Y DENTRO DE RAZAS

Son consistentes los resultados obtenidos por Preston y Allonby (1978), Baker *et al.* (2003) y Mugambi *et al.* (1997), sobre la mayor resistencia al *Haemonchus contortus* de la raza Red Massai comparada con la Dorper, tanto en infec-

ciones naturales como artificiales. A pesar de ello, trabajos realizados en Kenya por Baker *et al.* (1999), mostraron que las F1 provenientes de cruzamientos de Red Massai con Dorper no mantenían esos niveles de resistencia. Por otro lado en EUA fue estudiada la raza Florida Native (Gulf Coast Native) por Bahiratha y Miller (1999), quienes encuentran una mayor resistencia frente a la raza Suffolk. Más tarde, Amarante *et al.* (1999), estudian cruzamientos de Florida Native con Rambouillet, reportando que la F1 mantiene ciertos niveles de resistencia. De todas maneras, a pesar de estos y otros estudios, es claro que dentro de razas existe la suficiente variación como para pensar en selección dentro de razas.

Desde hace mucho tiempo se conoce en parasitología, que más del 90% de los nematodos gastrointestinales están en menos del 10% de los ovinos de una población. Esta situación se ilustra en las Figuras 1 y 2 donde se ve de distinta manera la distribución de frecuencias de animales según su carga parasitaria medida a través del recuento de huevos por gramo (HPG). En la Figura 1, los datos pertenecen al primer muestreo de la CPP "Dr. Alberto Gallinal" en 1998. En ella se aprecia un conjunto de animales con una media aritmética de 1737 HPG, pero con una distribución muy desigual, con 80 animales entre "0" y "400" HPG y con 13 animales con más de 5000 HPG. En la Figura 2, el ejemplo corresponde al segundo muestreo del año 2001, donde para una media aritmética de 2624 HPG, hay una distribución que determina que los 22 animales más parasitados aportan más del doble de contaminación que los 326 menos parasitados.

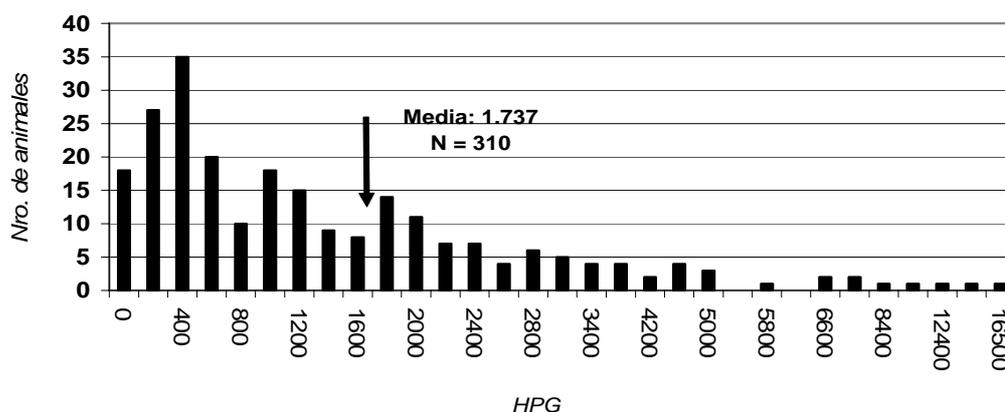


Figura 1. Distribución de frecuencias de recuentos de huevos por gramo (HPG1), de 310 corderos de la generación 1997 de la Central de Prueba de Progenie "Dr. A. Gallinal".

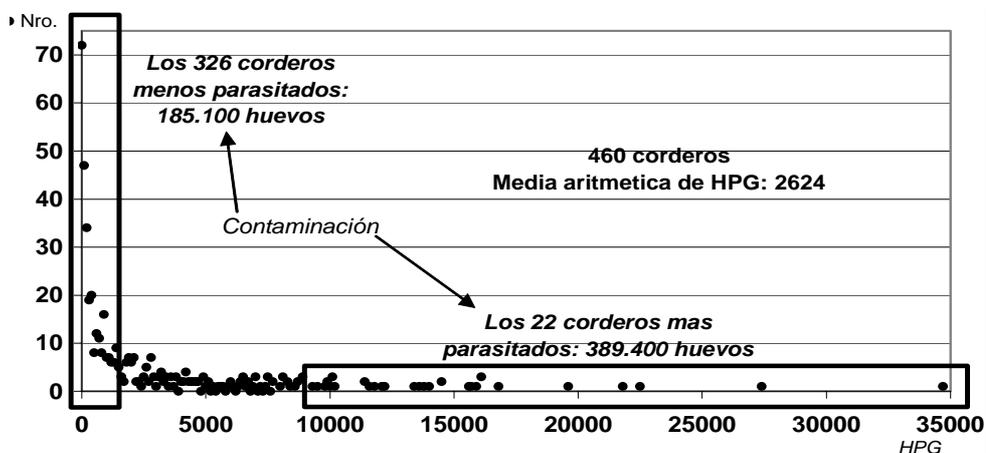


Figura 2. Distribución de frecuencias de recuentos de huevos por gramo (HPG₂), de 460 corderos de la generación 2000 de la Central de Prueba de Progenie “Dr. A. Gallinal”.

HEREDABILIDAD

De todas las características mediante las cuales podemos evaluar la resistencia genética es el recuento de huevos de nematodos eliminados en la materia fecal (HPG), la característica más estudiada. Los reportes en la literatura sobre la heredabilidad de esta característica son numerosos, y en general todos los estudios han encontrado valores medios de dicho parámetro. En 1991 Windon (1991) reporta 0.34 para Merino Australiano y para la misma raza Woolaston *et al.* (1996) 0.23 para una majada del CSIRO y 0.21 para otra majada de la UNE. Más tarde en 1996, otros estudios de Woolaston y Piper (1996), obtuvieron un valor de heredabilidad de 0.23. En Nueva Zelanda para Romney Marsh, se reportan valores de 0.34 (Baker *et al.* 1991) y 0.28 (Morris *et al.*, 2000). Finalmente estudios realizados en el Reino Unido por Stear *et al.* (1990) reportan una heredabilidad de 0.33. Obviamente los resultados pueden variar según la raza, la edad de los animales al momento de realizar los cálculos, la interferencia de factores ambientales y la metodología estadística utilizada a la hora de analizar los datos, pero valores de heredabilidad del HPG entre 0.2 y 0.3 son muy consistentes en la literatura internacional. Independientemente de la heredabilidad otro de los aspectos importantes a tener en cuenta es el elevado coeficiente de variación, que en algunos casos supera al 100% (Eady *et al.*, 1996).

También se encuentran reportes en cuanto a la heredabilidad de otras características involucradas en la

resiliencia. En Nueva Zelanda han establecido un índice de requerimientos de dosificaciones (Total Drench Requirement ó TDR), para lo cual Bisset y Morris (1996) y Morris *et al.* (2000), encontraron una heredabilidad de 0.19. Un escore del grado diarrea (Dag Score), fue desarrollado también en Nueva Zelanda y Bisset y Morris (1996) encontraron una heredabilidad de 0.23 y más tarde Morris *et al.* (2000) estimaron un valor de 0.32. Para el caso de parásitos relacionados con pérdida de sangre como *Haemonchus contortus*, Piper *et al.* (1978) en 1978 y Woolaston *et al.* (1991) obtuvieron una heredabilidad de 0.25 sobre el hematocrito (Ht ó PCV).

CORRELACIONES GENÉTICAS

En estudios iniciados en 1994, Eady (1996) concluye que la correlación entre HPG y peso vivo al destete, peso vivo a los 18 meses y producción de lana no es diferente a cero. Sin embargo, Mac Ewan *et al.* (1995) encuentran una correlación genética desfavorable entre el HPG y la tasa de crecimiento y Howse *et al.* (1992) encontraron una correlación genética desfavorable entre HPG y producción de lana. También Morris *et al.* (2000) encuentran que las líneas seleccionadas por bajo HPG presentaban menor peso al destete, más acumulación de materia fecal en los cuartos traseros (escore de diarrea), menor peso de vellón y mayor tasa reproductiva, con respecto a líneas seleccionadas por alto HPG. Coincidente con esto pero estudiado desde otro ángulo, Williamson *et al.* (1995) estudiaron el HPG de lí-

neas seleccionadas durante muchos años por producción de lana, encontrando mayor HPG en la línea de alta producción con respecto a la línea control.

Parte de esto parece aclararse, desde el momento que se realizaron estudios, con animales resistentes y susceptibles pastoreando juntos o separados. En este último caso, Bisset y Morris (1996) no encontraron efectos significativos en la producción de las diferentes líneas y se pudo detectar un claro impacto epidemiológico, que se tradujo en un menor acumulación de materia fecal en los cuartos traseros (Dag Score). Algunos autores explican esta menor producción de los animales resistentes cuando pastorean junto a animales susceptibles a un continuado gasto energético producido para controlar la parasitosis.

RESPUESTA A LA SELECCIÓN

Luego del descubrimiento de el HPG como una característica heredable, varios trabajos de selección se llevaron

a cabo en distintas partes del mundo. En Australia (Figura 3), se seleccionaron líneas control y resistentes frente al *Haemonchus contortus*. Es de destacar que entre otras características, dicha línea fue evaluada frente a *Trichostrongylus colubriformis*, donde también fue resistente. A su vez las corderas resistentes, mantenían dicha característica cuando ovejas adultas, disminuyendo la parasitosis posparto (Spring rise o alza de lactación).

En Nueva Zelanda, también tenemos ejemplos de respuesta a la selección de distintas líneas (Figura 4). En este caso, los parásitos involucrados son diferentes (*Trichostrongylus* spp., *Ostertagia* spp.), al caso anterior, e inclusive el método de infección ya que en este último caso son infecciones naturales.

No solo aparece información de majadas experimentales, sino que los proyectos de transferencia como el Némesis en Australia han involucrado productores comerciales, que han incorporado con éxito a la resistencia en sus planes de selección.

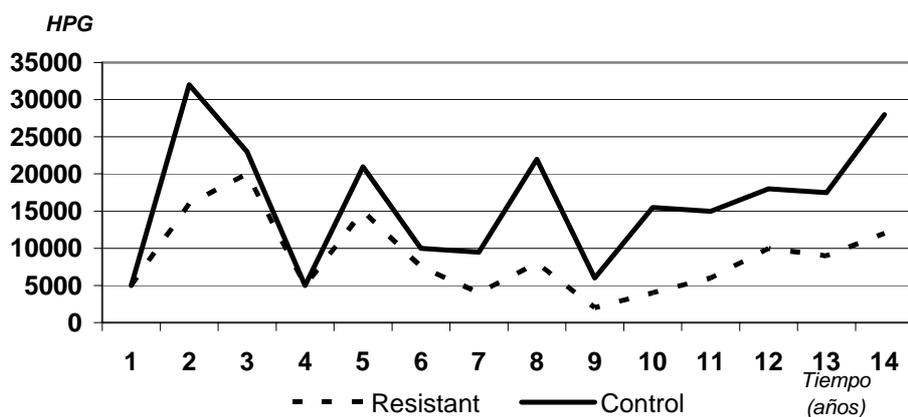


Figura 3. Ganancia anual acumulada en líneas seleccionadas por HPG (EPG)
Fuente: adaptado de Nemesis 2001.

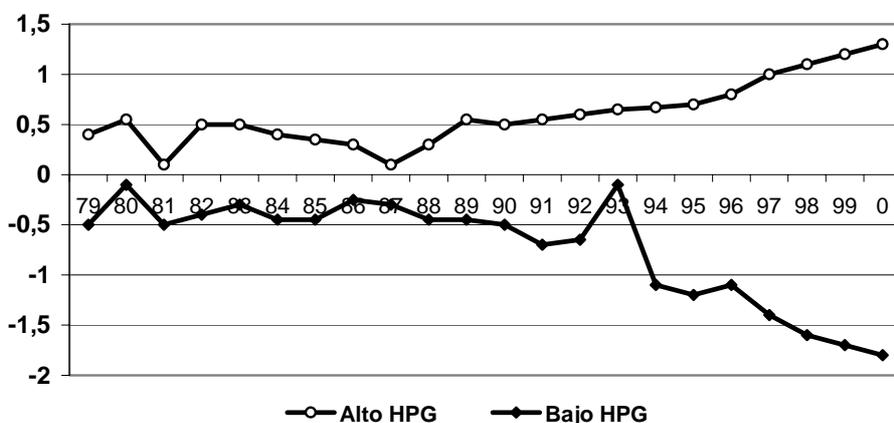


Figura 4. Respuesta a la selección por HPG, en términos de valores de cría.
Fuente: adaptado de Morris *et al.*, 2001.

AVANCES EN EL URUGUAY

En Uruguay, en el año 1994, con el comienzo de la primer Central de Pruebas de Progenie "Dr. Alberto Gallinal" en Tornero-Florida, se iniciaron las primeras evaluaciones. Las progenies muestreadas en dos oportunidades, frente a una infección natural y mediante el recuento de huevos por gramo (HPG), se utilizaron para calcular los DEP/HPG de sus padres. Entre 1994 y 1999 se evaluaron 112 reproductores mediante el modelo padre.

A partir del 2000, las evaluaciones se hacen mediante el modelo animal, y a las Centrales de Prueba de Progenie (CPP) se le agregan evaluaciones en los propios establecimientos de productores que están conectados entre sí y con las CPP.

En el año 1999, aprovechando la información existente, se decide formar en el SUL un núcleo de ovinos resistentes. Para ello se seleccionó 1 carnero y 38 ovejas que luego se amplió y estabilizó en 140 vientres y 6 carneros. El núcleo si bien ya provee sus propios reemplazos, es abierto y todos los años, 1 ó 2 carneros evaluados en las CPP o en establecimientos particulares son utilizados.

Los objetivos del núcleo resistente son:

- Seleccionar reproductores de la raza Corriedale con alta resistencia a nematodos gastrointestinales y aceptable productividad.

- Evaluar los cambios genéticos operados tanto en resistencia como en características productivas.
- Transferir a los productores los resultados y poner a disposición el material genético producido.

En el año 2003, se decide formar una línea susceptible a los parásitos, es decir, divergente a la anterior. Para ello son seleccionados los carneros con DEP/HPG mas susceptibles y ovejas que en la evaluación tuvieron los valores de HPG mas altos. Dicha línea está en la etapa de ampliación y consta de 84 vientres y 2 carneros. El objetivo más importante de esta línea, es de largo plazo y está vinculado a estudios de ADN que puedan conducir a la identificación de marcadores moleculares que ayuden en la selección. Sin embargo, paralelamente, esta línea permite hacer comparaciones con la resistente y en este sentido la primer generación (2003), fueron evaluadas en conjunto en el 2004. El promedio de HPG de los corderos de la línea resistente fue siempre inferior al de la susceptible. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas y se dieron en diferentes momentos del año, e independientemente de la edad de los animales y de la especie parasitaria prevalente en el momento del muestreo (cuadro 1 y Figura 5).

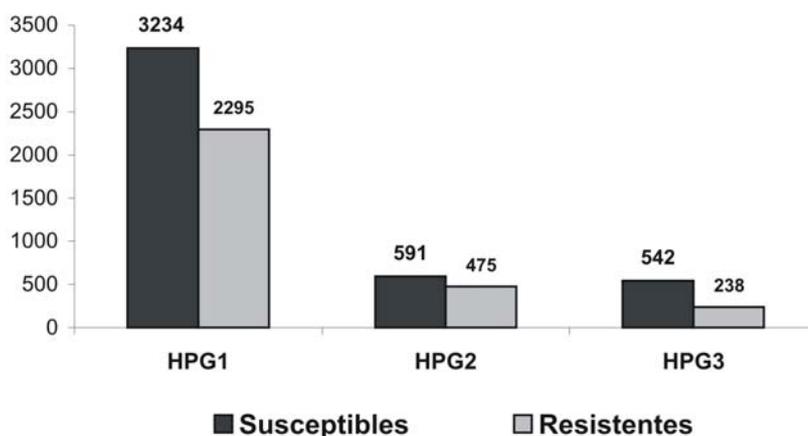
Por último desde el punto de vista productivo las diferencias observadas fueron favorables a los susceptibles, sin embargo estas diferencias solo son estadísticamente

Cuadro 1. Evaluación de las líneas resistente y susceptible en 3 muestreos realizados a la generación 03 y durante el 2004.-

Muestreo		HPG1	HPG2	HPG3
Edad (meses)		5,5	8	11
Epoca de muestreo		Otoño	Invierno	Primavera
Nematodo prevalente		93%Haemonchus	89%Trichostr. ¹	54%H. ² ; 42%T ¹
RESISTENTES	Promedio HPG	2295	475	238
	Media Geom.	1938	169	55
	Log HPG	3.28	2.22	1.74
SUSCEPTIBLES	Promedio HPG	3234	591	542
	Media Geom.	2946	449	299
	Log HPG	3.46	2.65	2.47
Dif. en % entre Resist. y Suscept.		29 %	20 %	66 %
Nivel de significación por ANOVA		p=0.001	p=0.006	p=0.0002

¹Trichostrongylus; ²Haemonchus.

Figura 5. Media aritmética de muestreos de HPG de las 2 líneas.



Cuadro 2. Producción de lana y peso vivo al año de edad de las 2 líneas.

	Peso Vellón Sucio	Peso Vivo
RESISTENTES	3.55	41.4
SUSCEPTIBLES	3.79	42.5
(ANOVA) Nivel de significación	p=0.032	p=0.284

significativas para la producción de lana (Cuadro2). Debemos tener en cuenta en la interpretación de estos datos que estas diferencias pueden ser debidas a diferentes aspectos.

AGRADECIMIENTOS

A Fernando Grignola, por el análisis de los datos y discusión en la interpretación de estos. A Fernando Coronel por el suministro de información de las Centrales de Prueba de Progenie. A Diego Gimeno por su ayuda en el ingreso de datos en la base de datos. A Haroldo Deschenaux y Domingo Crossa por el manejo de los animales del núcleo. A Roberto Cardellino y Armando Nari por el constante apoyo técnico y personal en cada una de las etapas del estudio. Parte de los estudios se realizaron en el marco del proyecto FAO "Resistencia genética del ovino a los nematodos gastrointestinales en el Uruguay" TCP(URU)8921. El laboratorio de la DILAVE "M.C.Rubino" y el del INIA Tacuarembó realizaron parte de los análisis coproparasitarios.

BIBLIOGRAFÍA

- AMARANTE, A.F.T., CRAIG, T.M., RAMSEY, W.S., EL-SAYED, N.M., DESOUKI, A.Y. & BAZER, F.W. 1999. Comparison of naturally acquired parasite burdens among Florida Native, Rambouillet and crossbreed ewes. *Veterinary Parasitology* 85: 61-69
- BAKER, R.; WATSON.; BISSET, S.; VLASSOFF, A. & DOUCH P. 1991 Breeding sheep in New Zealand for resistance to internal parasites: research results and commercial application. . In "Breeding for disease resistance in sheep" Wool research and development Corporation Australia. 19-32.
- BAKER, R.L., MWAMACHI, D.M., AUDHO, J.O., ADUDA, E.O. & THORPE, W. 1999. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Red Massai, Dorper, and Red Massai x Dorper ewes in the sub-humid tropics. *Animal Science* 69: 335-344.
- BAHIRATHAN, M.; MILLER, J.E.; BARRAS, S.R. & KEARNEY, M.T. 1996. Susceptibility of Suffolk and Gulf Coast Native suckling lambs to naturally acquired strongylate nematode infection. *Veterinary Parasitology* 65 259-268

- BISSET, S. & MORRIS, C. 1996 Feasibility and implications of breeding sheep for resilience to nematode challenge *International Journal for Parasitology* 26: 857-868.
- BISSET, S. & MORRIS, C. 1996 Feasibility and implications of breeding sheep for resilience to nematode challenge *International Journal for Parasitology* 26: 857-868.
- EADY, S.; WOOLASTON, R. & BURGESS, A. 1997 Genetic trend for fleece traits and worm resistance in Merino studs. *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics* 12:328-332.
- EADYS, J. 1998. Worm resistance in a Merino breeding objective - Influence of genetic correlations between resistance and production traits. *6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* 27: 141-144,
- EADY, S.J.; WOOLASTON, R.R.; MORTIMER, S.I.; LEWER, R.P.; RAADSMA, H.W.; SWAN, A.A. & PONZONI, R.W. 1996. Resistance to nematode parasites in Merino sheep: sources of genetic variation. *Australian Journal of Agricultural Research* 47:895-915.
- HOWSE S,W.; BLAIR, H.T.; GARRICK, D.J. & POMROY, W.E. 1992. A comparison of internal parasitism in fleece weight-selected and control Romney sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 52: 57-60.
- MAC EWAN, J.C.; DODDS, K.G.; GREER, G.J.; BAIN, W.E.; DUNCAN, S.J.; WHEELER, R.; KNOWLER, K.J.; REID, P.J.; GREEN, R.S. & DOUCH. 1995. Genetics estimates for parasite resistance traits in sheep and their correlation with production traits. *New Zealand Journal of Zoology* 22: 177.
- MORRIS, C.; VLASSOFF, A.; BISSET, S.; BAKER, R.; WATSON, T.; WEST, C. & WHEELER, M. 2000. Continued selection of Romney sheep for resistance or susceptibility to nematode infection: estimates of direct and correlated responses. *Animal Science* 70: 17-27.
- MUGAMBI, J.M.; BAIN, R.K.; WANYANGU, S.W.; IHIGA, M.A.; DUNCAN, J.L.; MURRAY, M. & STEAR, M.J. 1997 Resistance of four sheep breeds to natural and subsequent artificial *Haemonchus contortus* infection. *Veterinary Parasitology* 69: 265-273.
- PIPER, L.R.; LE JAMBRE, L.F.; SOUTHCOTT, W.H. & CH'ANG, T.S. 1978. Natural worm burdens in Dorset horn, Merino and Corriedale weaners and their crosses. *Proceedings Australian Society of Animal Production*. 12: 276.
- PRESTON, J.M. & ALLOMBY, E.W. 1978. The influence of breed on the susceptibility of sheep and goats to a single experimental infection with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Record* 103: 509-512.
- STEAR, M.J.; BALDOCK, F.C.; BROWN, S.C.; GERSHWIN, L.J.; HETZEL, D.S.J.; MILLER, J.E.; NICHOLAS, F.W.; RUDDER T.H. AND TIERNEY T.J. 1990. The genetic control of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* 16:449-452
- WILLIAMSON, J.; BLAIR, H.; GARRICK, D.; POMROY, W.; DOUCH, P.; GREEN, R. & SIMPSON. 1995. Parasitism and production in fleece-weight-selected and control sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 38:381-387.
- WINDON, R. 1991. Resistance mechanism in the *trichostrongylus* selection flock . In "Breeding for disease resistance in sheep" Wool research and development Corporation Australia. 77-86.
- WOOLASTON, R. & PIPER, L. 1996 Selection of merino sheep for resistance to *Haemonchus contortus*: genetic variation. *Animal Science* 62 451-460.
- WOOLASTON, R.; WINDON, R. & GRAY, G. 1991 Genetic variation in resistance to internal parasites in Armidale. In "Breeding for disease resistance in sheep" Wool research and development Corporation Australia. 1-10.