

CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN EL BORREGO PELIBUEY ^a

RAUL F. BORES QUINTERO ^b

AMALIA M. M. MARTINEZ AVALOS ^b

ARTURO F. CASTELLANOS RUELAS ^c

RESUMEN

Este trabajo tuvo el objeto de estudiar el crecimiento compensatorio del borrego Pelibuey alimentado con una dieta de producción después de someterse a dietas con diversos aportes restringidos de energía. Durante la fase de restricción alimenticia (84 días) los animales recibieron a) 100, b) 115 o c) 130 kcal de energía metabolizable (EM) por kg P.^{0.75} y 3.24 g de proteína digestible por kg P.^{0.75}. Hubo nueve borregos machos por tratamiento. Se utilizó un diseño estadístico en bloques al azar, como bloque se usó el peso inicial de los animales. Durante la fase de producción (84 días) los animales recibieron un alimento que les garantizara una ganancia diaria promedio de 147 g. La pérdida de peso registrada durante la fase de restricción alimenticia fue de -612, -38 y -39 g/anim/día para los tratamientos a, b y c en forma respectiva. Esto permite suponer que el requerimiento energético de mantenimiento del borrego Pelibuey es de 143 kcal EM/kg P.^{0.75}. La ganancia de peso durante el período de producción fue similar para los tres grupos y mayor a la esperada. Con base en lo anterior se concluyó que el crecimiento compensatorio se manifestó en los tres grupos en el período de producción durante un tiempo comprendido entre 42 y 56 días. Este crecimiento compensatorio no fue proporcional a la restricción alimenticia.

^a Recibido para su publicación el 15 de Enero de 1987.

^b Campo Experimental Mocochoá, INIFAP-SARH. Apdo. Postal 100-D Mérida, Yuc.

^c Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de Yucatán. INIFAP-SARH. Calle 62 No. 462 Depto. 202, C.P. 97000 Mérida, Yuc.

INTRODUCCION

La falta de disponibilidad forrajera durante la época de sequía en las zonas tropicales provoca una disminución del peso vivo en los rumiantes en pastoreo. Esta pérdida en ocasiones puede ser dramática, pues llegan a perder el peso ganado en la época de lluvias previa. Después de la sequía se produce una abundancia de forrajes que trae como consecuencia que en las primeras semanas del período de lluvias se registre un aumento en el peso de los animales por arriba de lo normal. Este fenómeno se conoce como crecimiento compensatorio.

Por tradición se ha considerado al crecimiento compensatorio como un fenómeno producido por el incremento extraordinario en la eficiencia de utilización de un alimento, cuando éste se consume arriba del requerimiento de mantenimiento de peso.

Aún cuando a la fecha las razones fisiológicas de la ganancia compensatoria no se conocen con claridad, se sabe que es afectada por los siguientes factores: raza, edad, estado fisiológico, naturaleza, severidad y duración de la desnutrición y requerimientos fisiológicos de los diversos tejidos durante la desnutrición¹⁹. Debido a la diversidad de factores que afectan a este

fenómeno, la literatura internacional en muchas ocasiones es contradictoria.

En cuanto a la velocidad de crecimiento durante el período de realimentación, la mayor parte de los autores notifican ganancias de peso superiores en animales sometidos a una restricción alimenticia, comparados con animales alimentados con niveles nutricionales constantes^{10,24}. Sin embargo, otros no han encontrado efecto de la restricción alimenticia sobre este parámetro¹.

Durante el proceso de realimentación algunos autores han informado que el consumo de alimento se incrementa¹⁴, mientras que otros no encontraron ese incremento¹¹.

Al analizar la duración del período de manifestación del crecimiento compensatorio, no se puede sacar una conclusión definitiva ya que se ha observado que sólo dura una semana⁹, o bien, alrededor de ocho semanas^{1,10}.

Los resultados en cuanto a la conversión alimenticia tampoco son homogéneos ya que Asplud, Hendrick y Haugebak¹, y Greeff, Moissner y Roux⁹, encontraron mejores conversiones en ovinos realimentados, en cambio, Ledin¹¹ no encontró efecto atribuible a la realimentación.

En los informes recientes existe mayor uniformidad en lo concerniente a la eficiencia de utilización de los nutrientes, se señala que los animales realimentados tienen una mayor eficiencia de transformación de la proteína^{6,11} y de la energía⁹.

Todas estas variaciones son debidas a que las condiciones experimentales han sido muy heterogéneas en cuanto a los factores antes mencionados y que afectan a la ganancia compensatoria.

El crecimiento compensatorio también se observa en forma estacional en las explotaciones de ovinos Pelibuey. Sin embargo, este fenómeno ha sido muy poco estudiado.

El presente trabajo fue diseñado con el objeto de estudiar el comportamiento del borrego Pelibuey alimentado con una dieta de producción, después de estar sometido a dietas con diversos aportes restringidos de energía.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de Mocochoá, Yucatán, dependiente del INIFAP-SARH, bajo condiciones climáticas Aw (o)⁴. Se utilizaron 27 ovinos Pelibuey machos enteros que se distribuyeron bajo un diseño estadístico de bloques al azar (se tomó como bloque el peso inicial de los animales), a tres tratamientos. Cada tratamiento contó con tres repeticiones y cada repetición con tres animales.

El trabajo se dividió en dos períodos: período de restricción alimenticia y período de crecimiento. En el período de restricción alimenticia los animales se asignaron a tres tratamientos experimentales que consistieron en: a) Alimentarlos con pasto Taiwán ensilado, con la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos energéticos de mantenimiento de 100 Kcal de energía metabolizable por kg de peso metabólico (EM/kg p.⁷⁵) sugerido por el National Research Council¹⁵ y por Tissier y col.²², entre otros. b) Suplementar melaza hasta proporcionar un 15% adicional de dicho requerimiento energético y c) Suplementar melaza y sorgo para aumentar en 30% la energía requerida para el mantenimiento.

El consumo protéico promedio para los tres tratamientos fue de 4.05 y de proteína cruda (PC) por kg p.⁷⁵ se calculó para proporcionar 3.24 g de PC digestible por kg p.⁷⁵ se consideró una digestibilidad hipotética de la PC del 80%. Lo anterior se logró al ofrecer a los animales diversas cantidades de materia seca.

Para la formulación de las raciones se utilizaron los valores tabulados por el National Research Council¹⁵ de energía y los valores de PC obtenidos por el método de Kjeldahl para el pasto Taiwán, la melaza y el sorgo. Los animales fueron adaptados al manejo y a los alimentos durante 17 días. El periodo de mantenimiento tuvo una duración de 84 días, se registró diario el consumo de alimento y cada 14 días se pesaron los animales previa dieta de 12 h.

Al terminar el periodo de mantenimiento, de inmediato se inició el de crecimiento, para lo cual todos los animales se sometieron a una dieta de producción con base en pasto Taiwán ensilado proporcionado a libertad y un suplemento con sorgo (38%), soya (60%), minerales (2%), 30% de PC y 3.1 Mcal de energía metabolizable (EM) por kg. Cada 14 días se pesaron los animales y se calculó la cantidad de concentrado que se proporcionaría diario de acuerdo al peso obtenido, para así lograr una ganancia promedio de 147 g por día⁷. Esta fase tuvo una duración de 84 días. Los pesajes se

hicieron bajo el mismo criterio que en la primera fase.

El criterio de respuesta estudiado en la fase de restricción alimenticia fue la evolución del peso vivo de los animales. Durante el periodo de crecimiento se evaluó la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo diario de materia seca, de PC, de EM, además de la conversión alimenticia. La GDP se interpretó como el valor de la pendiente obtenida de la regresión lineal establecida entre el tiempo (x) y el peso vivo (y).

Los resultados de cada periodo se sometieron a un análisis estadístico para un diseño de bloques al azar, se utilizó como criterio de bloque el peso inicial de los animales¹².

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la evolución del peso vivo durante el periodo de restricción alimenticia se encuentran en el Cuadro 1. Los pesos iniciales de los tres grupos experimentales no fueron similares debido a que durante el periodo de adaptación perdieron peso en diferente intensidad. Como puede ob-

CUADRO 1
EVOLUCION DEL PESO VIVO (Kg) DEL BORREGO PELIBUEY DURANTE
EL PERIODO DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA ($\bar{X} \pm$ D.E.)

	A P O R T E E N E R G E T I C O					
	100Kcal/kgP ^{.75} (A)		+ 15 % (B)		+ 30 % (C)	
Peso inicial	25.9	\pm 2.7	26.5	\pm 3.4	27.6	\pm 2.1
Peso final	20.7	\pm 3.7	23.3	\pm 3.2	25.7	\pm 2.2
Cambio de peso/d	-.061 ^a	\pm .02	-.038 ^b	\pm .005	-.019 ^c	\pm .004

Promedios con distinta literal son estadísticamente diferentes (P < .05).

servarse, todos los animales perdieron peso. Se encontró un efecto ($P < .05$) en el cambio de peso durante este período, atribuible al nivel de energía empleado en la dieta; fue mayor la pérdida de peso en los animales que recibieron el tratamiento a (-.061 kg). La pérdida de peso se atenuó cuando los animales recibieron un aporte suplementario de energía, esta pérdida fue de -.038 y -.019 kg/día para los tratamientos b y c en forma respectiva. El porcentaje de pérdida de peso en la relación entre el peso inicial y el peso final fue de 20.7; 12.1 y 5.8% para

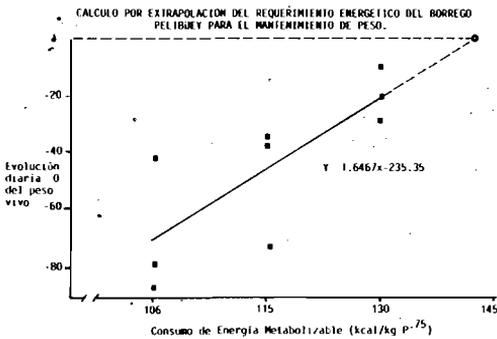
los tratamientos a, b y c en forma respectiva. Cabe señalar que dos animales del primer tratamiento murieron y se estableció en forma clínica que la hipoglucemia fue la causa de la muerte. Por otra parte no se encontró efecto ($P > .05$) atribuible al peso vivo o inicial (bloqueo) de los animales en estudio sobre el cambio de peso.

El estudio de la asociación entre el consumo de energía metabolizable (x) y la evolución del peso vivo (y) indicó que la regresión establecida entre ellos fue de tipo lineal ($r = .79$; $P < .05$) (Figura 1).

CUADRO 2
COMPORTAMIENTO DEL BORREGO PELIBUEY DURANTE EL PERIODO DE CRECIMIENTO. ($\bar{X} \pm D. E.$)

	APORTE ENERGETICO DURANTE EL PERIODO DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA		
	100 Kcal/kgP ^{.75} (A)	+ 15 % (B)	+ 30 % (C)
Peso inicial(kg)	20.8 \pm 3.6	23.3 \pm 3.2	25.7 \pm 2.2
Peso final (kg)	34.8 \pm 1.0	35.1 \pm 3.0	38.7 \pm 2.2
Ganancia diaria (kg)	.164 \pm .106	.142 \pm .080	.154 \pm .088
Consumo materia seca/kgP ^{.75} (kg)	.112 \pm .012	.108 \pm .012	.109 \pm .013
Consumo de energía metabolizable/kg P ^{.75} (kcal)	238 \pm 24	233.2 \pm 25	236.2 \pm 27
Consumo de proteína cruda/kgP ^{.75} (g)	16.36 \pm 1.4	16.16 \pm 1.4	16.46 \pm 1.3
Conversión alimenticia (kg)	11.95 \pm 9.5	12.33 \pm 7.4	15.11 \pm 15.7

FIGURA 1



Al extrapolar la línea de regresión, hasta lograr su intersección con cero cambio en el peso vivo (mantenimiento de peso), se observó que se requiere de un consumo de 143 KcalEM/kg P^{0.75}. Este resultado es muy similar al obtenido por Bores, Romano y Castellanos³, los cuales estudiaron dietas de mantenimiento para borregos machos Pelibuey de 19 kg de peso, hechas a base de pulpa de henequén y encontraron que con un aporte de 43.6% adicional al requerimiento energético señalado por el National Research Council¹⁵, se logró mantener el peso de los animales incluso con una ligera ganancia de peso de 20 g/día. De acuerdo a estos informes el requerimiento de EM para el mantenimiento de peso del borrego Pelibuey en el trópico en apariencia es mayor, entre un 40% o un 45%, al valor de 100 Kcal/kg P^{0.75}. En los casos anteriores, mantenimiento de peso sólo involucró la conservación del peso vivo. No obstante, bajo estas condiciones, se registran cambios en la composición corporal, se produce una disminución en el contenido de energía independiente a que el contenido protéico se incremente o se reduzca⁵.

En el Cuadro 2 se encuentran los resultados del comportamiento de los animales durante el período de crecimiento. No se encontraron diferencias ($P > .05$) en ninguna de las variables estudiadas atribuibles a los tres aportes energéticos recibidos durante el período de restricción alimenticia ni al

peso vivo (bloque) de los animales registrado al inicio del período de crecimiento.

Es importante mencionar que algunos autores consideran que durante el crecimiento compensatorio se incrementa la capacidad de los compartimentos digestivos, lo que conduce a un aumento en el consumo voluntario^{20, 23}. Este incremento ha sido observado por otros autores¹⁴. Sin embargo, en este trabajo se encontró un consumo de materia seca durante el crecimiento compensatorio similar o inclusive inferior que el obtenido en estudios previos con borrego Pelibuey en crecimiento, alimentado con raciones integrales a base de esquilmos y granos^{13, 18} o bien alimentado con raciones a base de forrajes y melaza².

Debido a que no se encontraron diferencias estadísticas en ninguno de los resultados presentados en el Cuadro 2, todos estos datos se agruparon y fueron vueltos a analizar en estadística para detectar efectos atribuibles a los diferentes períodos de realimentación. Dichos períodos fueron secuencias de 14 días. Se realizó el análisis de rango múltiple de Duncan¹⁶. Estos resultados se muestran en el Cuadro 3).

La GDP obtenida hasta el 4° período fue en general mayor a la esperada (147 g/día) con el tipo de suplementación aportada. Durante el 5° y 6° período, la GDP disminuyó en forma notable. Esto indica que hubo una ganancia compensatoria manifestada hasta el día 56 de realimentación. Las discrepancias con otros autores en cuanto a este resultado pueden ser en parte atribuibles a la severidad y duración de la restricción alimenticia. Es probable que mientras más severa y prolongada sea esta restricción, más manifiesta será la ganancia compensatoria.

El consumo de materia seca se incrementó hasta alcanzar su máximo nivel entre los días 57 y 70 de realimentación (Cuadro 3); aunque como se mencionó antes fue reducido.

CUADRO 3

INFLUENCIA DEL TIEMPO TRANSCURRIDO DE REALIMENTACION SOBRE LA MANIFESTACION DEL CRECIMIENTO COMPENSATORIO, EN EL BORREGO PELIBUEY.

	P	E	R	I	O	D	O	S
	1-14	15-28	29-42	43-56	57-70	71-84		
	I	II	III	IV	V	VI		
Ganancia diaria de peso (g)	207	a 145	ab 187	a 206	a 128	bc 45.3	d	
Consumo de materia seca/kg P.75 (g)	92.6	a 105.3	b 105.4	b 115.3	c 120.3	c 119.8	c	
Consumo de energía metabolizable/kg P.75 (kcal)	201	a 226.7	b 224	b 247.7	c 258	c 257	c	
Consumo de proteína cruda/kg P.75 (g)	14.28	a 15.85	b 15.81	b 16.85	c 17.55	c 17.61	c	
Conversión alimenticia	5.1	a 9.0	a 7.7	a 7.6	a 14.1	b 35.9	c	

Promedios de cada uno de los criterios de respuesta con distinta literal son estadísticamente diferentes a-b = $P < .05$ a-c = $P < .01$.

Por lo tanto, bajo las condiciones de este experimento, no se detectó efecto de la realimentación sobre este parámetro, tal y como lo han señalado otros autores¹⁴.

Tanto el consumo de energía como el de proteína se incrementaron conforme avanzó el tiempo, como una consecuencia lógica del incremento en el consumo de materia seca (Cuadro 3). En este cuadro los consumos están expresados en relación al peso metabólico. Al convertir estos valores a consumos diarios totales, tenemos que hasta los 42 días el consumo promedio por animal fue de 2.4 Mcal EM y de 170

g de PC, con este consumo se registró una ganancia de peso promedio de 180 g. Estos consumos de nutrientes son inferiores a los utilizados por Romano, Hernández y Castellanos¹⁷ para lograr ganancias de peso de 191 g/día con borregos alimentados con raciones integrales. Esos autores suministraron 2.96 Mcal EM y 205 g de PC. Esto parece indicar que, la respuesta en el crecimiento compensatorio se debe a una mejor utilización de la energía y de la proteína^{6,9,11}. La mejor utilización de la energía consiste, como algunos autores han publicado^{8,21}, en que durante la fase de restricción alimenti-

cia y los primeros días de realimentación, disminuye el requerimiento energético para el mantenimiento de peso y queda mayor energía disponible para el crecimiento.

Por último en el Cuadro 3 se pueden observar los resultados de la conversión alimenticia, que tendió a incrementarse conforme transcurrió el tiempo de realimentación; no se encontraron diferencias significativas durante los primeros cuatro periodos. A partir de este resultado se puede deducir que la ganancia compensatoria tuvo una duración máxima de 56 días.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados presentados se concluye que las tres restricciones alimenticias estudiadas permitieron la manifestación del fenómeno de crecimiento compensatorio, mismo que no fue proporcional a la severidad de dicha restricción. El fenómeno se manifestó hasta un período de tiempo comprendido entre los 42 y 56 días de realimentación, los animales mostraron una ganancia de peso superior a la observada en otros ovinos Pelibuey alimentados con dietas similares. Esta elevada ganancia de peso quizá se debió a una mayor eficacia en la utilización de energía y proteína de la dieta.

SUMMARY

One experiment was carried out to study the compensatory growth of the Pelibuey sheep fed with a production diet, after they had been offered a restricted amount of energy in the diet. Energy restricted period lasted for 84 days. Animals consumed: a) 100, b) 115 or c) 130 kcal ME/kg P.⁷⁵ and 3.24 g of digestible crude protein/kg P.⁷⁵. Nine animals were assigned to each treatment. A randomized block design was used, where the initial body weight was considered as block. Production period lasted for 84 days and animals were fed with an amount of nutrients that will guarantee them an average daily gain of 147 g. Body weight lost during the energy restricted period was -61, -38 and -19 g/anim/day for a, b and c respectively.

These results suggest that the energy requirement for maintenance of Pelibuey sheep is 143 kcal ME/kg P.⁷⁵. Average daily gain during the production period for all three groups was similar and higher than the one expected. It was concluded that all the animals showed a compensatory growth during the production period. Compensatory growth lasted for 42-56 days and it wasn't proportional to the intensity of the energy restriction.

LITERATURA CITADA

- 1 ASPLUD, J.M., HENDRICK, B.H. and HAUGEBAK, D.C., 1975. Performance digestibility and 40 k levels in lambs during compensation for feed restriction. *J. Anim. Sci.* 40:138.
- 2 BORES, Q.R., CASTILLO, H.J. y CASTELLANOS, R.A., 1986. Utilización del ensilaje de Taiwán (*Pennisetum purpureum* var. 144) en la alimentación de ovinos suplementados con pollinaza melaza *ad libitum*. Memorias del Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Acapulco, Gro. p. 134.
- 3 BORES, Q.R., ROMANO, M.J. y CASTELLANOS, R.A., 1982. Uso de la pulpa de henequén en raciones de mantenimiento para el borrego Pelibuey. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F., p. 469.
- 4 COTEÇOCA, 1977. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Coeficiente de Agostadero de la República Mexicana, Península de Yucatán. *Ed. SARH* México, p. 39.
- 5 FATTET, I., DEB HOVELL, D.F., ORSKOV, R.E., DYLE, J.D., PENNIE K. and SMART, I.R., 1984. Under nutrition in sheep. The effect of supplementation with protein and protein accretion. *British J. Nutr.* 52:561.
- 6 FOX, D.G., JOHNSON, R.R., PRESTON, L.R., DOCKERTY, R.T. and KLOSTERMAN, W.E., 1972. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 34:310.
- 7 GOMEZ, G.A. HERNANDEZ, J. y CASTELLANOS, R.A., 1982. Evaluación del crecimiento del borrego Pelibuey alimentado con niveles crecientes de energía en la dieta. *Téc. Pec. Méx.* 42:65.
- 8 GRAHAM, N. Mc C. and SEARLE, W.T., 1975. Studies of werner sheep during and after a period of weight stasis. I. Energy and

- nitrogen utilization. **Aust. J. Agric. Res.** 26:343.
- 9 GREEFF, J.C., MEISSNER, H.H. and ROUX, Z.C., 1983. Efficiency of feed conversion during food restriction and realimentation. **South Afr. J. Anim. Sci.** 13:83.
- 10 HORTON, G.M. and HOLMES, W., 1978. Compensatory growth by beef cattle at grass-land or on an alfalfa-based diet. **J. Anim. Sci.** 46:297.
- 11 LEDIN, I., 1983. Effect of restricted feeding and realimentation on compensatory growth; carcass composition and organ growth in lambs. **Swed. J. Agric. Res.** 13:175.
- 12 LISON, L., 1968. Statistique Appliquée a la Biologie Experimentale, Ed. **Gauthiers Villars** Paris, France. p. 132.
- 13 MARTINEZ, A.A., SORIANO, J. y SHIMADA, A.S., 1985. Crecimiento de borregos Pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado con amoniaco anhidro. **Téc. Pec. Méx.** 48:5.
- 14 MEYER, J.H., HULL, L.J., WEITKAMP, H.W. and BONILLA, S., 1965. Compensatory growth responses of fattening steers following various low energy intake regimes on hay or irrigated pasture. **J. Anim. Sci.** 24:29.
- 15 NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1975. Nutrient requirements of sheep. Fifth revised edition. Ed. **National Academy of Sciences.** Washington, D.C., USA.
- 16 REYES, C.P., 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Ed. **Trillas.** México, pp. 104-121.
- 17 ROMANO, M.J., HERNANDEZ, G.J y CASTELLANOS, R.A., 1983. Repercusión del valor nutritivo de la dieta sobre el crecimiento del borrego Pelibuey. **Téc. Pec. Méx.** 45:67.
- 18 ROMANO, M.J.L., PEREZ, L.O., MARTINEZ, R.L. y SHIMADA, A.S., 1985. Efecto del medio ambiente y la densidad energética de la dieta sobre la finalización de ovinos Pelibuey y Corriedale. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F., p. 138.
- 19 SHIMADA, A.S., 1986. Crecimiento compensatorio en: Engorda de ganado bovino en corrales. Ed. **A. Shimada, F. Rodríguez y J. Cuarón,** Consultores en Producción Animal, S.C., México.
- 20 TAYLOR, J.C., 1959. A relationship between weight of internal fat, "Fill" and herbage intake of grazing cattle. **Nature** 184:2021.
- 21 THOMSON, E.F., BICKEL, H. and SCHURCH H., 1982. Growth performance and metabolic changes in lambs and steers after mild nutritional restriction. **J. Agric. Sci. Camb.** 98:183.
- 22 TISSIER, N., THERIEZ, H., GUEGUEN, L. et MOLENANT, E., 1978. Ovins. In alimentation des ruminants, Ed. **INRA Publications** (Route de Saint Cyr) 78000 Versailles, France. pp. 426-427.
- 23 TOPPS, J.H., 1984. Conferencia sobre crecimiento compensatorio en los trópicos. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. México.
- 24 WINTER, W.H., TULLOH, M.N. and MURRAY M.D., 1976. The effect of compensatory growth in sheep on empty body weight, carcass weight and weight of some offals. **J. Agric. Sci. Camb.** 87:433.