

INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE ENSILAJES DE AVENA Y CEBADA EN LA GANANCIA DE PESO DE VAQUILLAS EN CRECIMIENTO¹

Evaluation of oat and barley silages on weight gain of growing heifers¹

Hernán Felipe Elizalde V.^{2*} y Marcelo Gallardo C.³

ABSTRACT

The experiment had the objective of evaluating the effect of applying urea on a 4% DM basis, to oat and barley silages, on the productive performance of growing heifers. The treatments were: (A) oat whole-crop silage, harvested at the dough stage; (C) barley whole-crop silage, harvested at the dough stage; (AU) oat silage harvested at the hard-dough stage, with urea; (CU) barley silage harvested at the hard-dough stage, with urea. In each treatment, six dual-purpose Meuse-Rhine-Issel (M.R.I.) heifers (327 kg initial live weight) were used over a period of 64 days. The animals were supplemented with concentrate (1.3 kg animal day⁻¹). There were differences in the chemical composition of the silages, barley silage having higher energy concentration and lower fiber content. Urea treatments resulted in silages with a higher N content. Ammonia N and pH were higher in treated silages. Soluble carbohydrate content was higher in those silages treated with urea. Treatment C registered the highest ($P \leq 0.05$) voluntary consumption (8.5 kg MS day⁻¹). The lowest consumption was for CU, while the oat silages had similar intermediate values. No differences were observed ($P \geq 0.05$) in weight gain among the two oat treatments and the CU treatment. Treatment C had the highest live-weight gains (1.35 kg day⁻¹) and highest ($P \leq 0.05$) feed conversion efficiency (7.2 kg food kg⁻¹ GPV⁻¹). No productive benefit was observed in using urea on a 4% DM basis as a preserving agent. The best animal performance was observed in treatment C.

Key words: *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, oat silage, barley silage, urea treated silages, heifers, liveweight.

RESUMEN

El ensayo tuvo por objeto evaluar el efecto de la aplicación de urea al 4% base MS, a ensilajes de avena, y cebada, sobre el comportamiento productivo de vaquillas. Los tratamientos fueron: (A) ensilaje de avena en grano pastoso; (C) ensilaje de cebada en grano pastoso; (AU) ensilaje de avena en grano pastoso-harinoso, con urea; (CU) ensilaje de cebada en grano pastoso-harinoso, con urea. En cada tratamiento se usaron seis vaquillas Overo Colorado de 327 kg de peso vivo inicial, durante 64 días. Los animales fueron suplementados con concentrado (1,3 kg animal día⁻¹). Existieron diferencias en la composición química de los ensilajes, destacándose la cebada por su mayor concentración energética y menor contenido de fibra. La aplicación de urea resultó en ensilajes con un mayor componente nitrogenado. El N amoniacal y pH en los ensilajes tratados fueron elevados. Los carbohidratos solubles residuales fueron mayores en aquellos tratamientos con urea. El tratamiento C registró el mayor ($P \leq 0,05$) consumo voluntario (8,5 kg MS día⁻¹). El menor consumo fue para CU, mientras que en los ensilajes de avena se registraron valores intermedios y similares entre sí. No se observaron diferencias ($P \geq 0,05$) en incremento de peso entre los dos tratamientos a la avena, siendo similares a CU. El tratamiento C registró los mayores incrementos de peso (1,35 kg día⁻¹) y mayor ($P \leq 0,05$) eficiencia de conversión (7,2 kg alimento kg⁻¹ GPV⁻¹). No se observó un beneficio productivo al utilizar un 4% de urea base MS, como agente preservante. La mejor respuesta animal fue para el tratamiento C.

Palabras clave: *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, ensilaje de avena, ensilaje de cebada, ensilajes tratados con urea, vaquillas, peso vivo.

¹ Recepción de originales: 10 de marzo de 2003.

Trabajo presentado a la XXIII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Tamei Aike, Casilla 296, Coyhaique, Chile. E-mail: helizald@tamelaike.inia.cl *Autor para correspondencia.

³ Actividad privada.

INTRODUCCIÓN

Los cereales de grano pequeño constituyen una alternativa de forraje conservado debido a su gran rendimiento de materia seca (MS) y de energía por unidad de superficie (Leaver y Hill, 1992). En la Región de Aysén, al cosechar plantas completas de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*), al estado de emergencia de la espiga o panoja, se han medido rendimientos promedio de 16,2 y 15,8 t MS ha⁻¹, respectivamente (F. Ortega y H. Thiermann, INIA Coyhaique, comunicación personal). Estudios realizados en la Región de los Lagos, indican que para maximizar la producción de forraje de cebada, debe ser cosechada en estados fenológicos avanzados, con grano pastoso–harinoso, momento en que se logra la mayor cosecha de nutrientes por hectárea (Dumont *et al.*, 1989).

Estos forrajes tienen limitaciones como alimento único para vacas lecheras (Sutton *et al.*, 1994), sin embargo, los resultados en ganancia de peso de novillos en crecimiento han sido satisfactorios (Oltjen y Bolsen, 1980). La información chilena en cereales de grano pequeño conservados como ensilaje es relativamente escasa, no obstante existen algunos resultados promisorios. Al respecto, Elizalde *et al.* (1995), con toretes Frisón, señalaron una respuesta animal satisfactoria con ensilajes de trigo (*Triticum* sp.) y cebada en relación con ensilajes de avena, señalando además que la mejor respuesta animal se observó cosechando los cereales en estado de desarrollo avanzado (grano pastoso), coincidiendo con lo señalado por Dumont *et al.* (1989). Otros trabajos señalan al ensilaje de cebada como una buena alternativa respecto al ensilaje de maíz (*Zea mays*), en sistemas de engorda de novillos (Rojas y Catrileo, 1996).

Por otro lado, la técnica de preservación alcalina del forraje (Tetlow y Wilkinson, 1992; Tetlow, 1992) tiene una aplicación específica para los cereales de grano pequeño conservados como ensilaje, por cuanto restringe la fermentación de los ensilajes y disminuye las pérdidas de MS durante el almacenamiento (Hill y Leaver, 1991). Ello confiere un aumento significativo de la estabilidad aeróbica al abrir los ensilajes (Bastiman y

Pullar, 1993; Adesogan *et al.*, 1998), además de elevar el contenido de N no proteico del forraje conservado tratado. Esta técnica ha sido ampliamente difundida en países como Gran Bretaña, siendo prácticamente nula su aplicación en Chile.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de urea al 4% de la MS, en ensilajes de avena y cebada cosechados en estado de grano pastoso–harinoso, y su efecto en el comportamiento productivo de vaquillas en crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Centro Regional de Investigación Tamel Aike del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Coyhaique (45°45' lat. Sur, 72°02' long. Oeste, 480 m.s.n.m.), durante la temporada de invierno de 1996.

Cultivos de avena y cebada fueron cosechados en los estados fenológicos de grano pastoso y grano pastoso–harinoso, este último para evaluar los tratamientos alcalinizantes en un estado fenológico más avanzado con un mayor contenido de MS, de acuerdo a lo sugerido por Tetlow (1992). Los materiales fueron cosechados directamente utilizando una cosechadora con tres cuchillos repicadores (John Deere modelo A-16), y fueron ensilados en silos tipo parva, a los cuales se incorporó la urea en los tratamientos correspondientes, esparciendo a mano la cantidad del aditivo luego de cada carga, la que había sido previamente medida. Los silos fueron sellados con polietileno y sobre éstos se aplicó una capa de 10 cm de tierra.

Los tratamientos fueron los siguientes: (A) Ensilaje de avena al estado de grano pastoso sin tratar; (C) ensilaje de cebada en grano pastoso sin tratar; (AU) ensilaje de avena en grano pastoso–harinoso, tratado con urea dosis de 4% base MS; (CU) ensilaje de cebada en grano pastoso–harinoso, tratado con urea en dosis 4% base MS.

Se emplearon 24 vaquillas de raza Overo colorado, con un peso vivo (PV) inicial de 327 kg en promedio. Las vaquillas permanecieron durante 15 días en un período pre-experimental

en sus respectivos tratamientos, con el objeto de acostumbrarlas a la dieta. El período experimental tuvo una duración de 64 días.

Los animales fueron distribuidos en cuatro grupos homogéneos sobre la base del PV, y a cada grupo se asignó uno de los cuatro ensilajes. Todo el alimento se entregaba una vez al día, en la mañana, en comederos de madera al aire libre. El suministro se hizo a discreción, de modo que hubiese un sobrante de aproximadamente un 10% sobre el consumo del día previo.

Durante todo el período del ensayo las vaquillas permanecieron estabuladas colectivamente, en corrales al aire libre, con piso de tierra y dormideros techados. Todos los animales fueron suplementados con concentrado comercial en base a coseta de remolacha (Cosetán®, 1,33 kg de MS animal⁻¹ d⁻¹), sales minerales comerciales a libre disposición y agua a discreción.

En los ensilajes se evaluó tres veces por semana el contenido de MS, en estufa a 60°C hasta peso constante. Una vez por semana se realizaron los siguientes análisis: pH, proteína cruda y N amoniacal de acuerdo a A.O.A.C. (1975). Una muestra seca compuesta de las tres muestras semanales se utilizó para determinar fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest, 1963), carbohidratos solubles (Sabag, 1988) y energía metabolizable (EM), estimada a partir de la siguiente ecuación: $EM \text{ (Mcal kg}^{-1}\text{)} = 1,279 + 0,0325 \times \text{“D”}$ (Garrido y Mann, 1981), donde el

valor “D” corresponde a la digestibilidad de la materia orgánica en la MS, determinada *in vitro* (Tilley y Terry, 1963).

Los animales fueron pesados individualmente cada 7 días, en la mañana, antes de suministrar los alimentos y sin destare. El consumo diario de alimentos se determinó en forma grupal, por diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y rechazado. La eficiencia de conversión de cada tratamiento se estimó al dividir el consumo total de alimento diario por la ganancia de peso diaria observada.

La información de ganancia de PV y de eficiencia de conversión se sometió a un ANDEVA, considerando un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y seis repeticiones. A su vez, la información de consumo voluntario grupal se sometió a un ANDEVA considerando un diseño completamente al azar, con los cuatro tratamientos y cada una de las observaciones diarias constituyendo una repetición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensilajes

Se observaron importantes diferencias en la composición química de los ensilajes (**Cuadro 1**), destacándose la cebada en grano pastoso por su mayor concentración energética (2,33 Mcal kg⁻¹ de MS) y menor contenido de FDA (29,6%), en relación a la avena en grano pastoso (2,17 Mcal kg⁻¹ de MS y 38,3% FDA).

Cuadro 1. Composición química base materia seca (BMS) de los ensilajes usados.

Table 1. Chemical composition of silages used on a dry matter basis (DMB).

Tipo de ensilaje	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	Energía metabolizable (Mcal kg ⁻¹ de MS)	FDA (%)	pH	N-NH3 (% N total)	Carbohidratos solubles residuales (%)
Avena sin urea	26,4	10,0	2,17	38,3	4,63	4,6	0,78
Cebada sin urea	35,5	9,2	2,33	29,6	4,78	7,7	0,95
Avena con urea	32,8	17,6	2,12	38,6	7,96	33,7	1,73
Cebada con urea	41,8	27,2	2,31	31,0	8,85	26,9	1,68

FDA: fibra detergente ácido.

En cuanto al contenido de MS de los ensilajes, se registró una diferencia no significativa entre los dos estados fenológicos cosechados, de 6,3 y 6,4

unidades porcentuales para cebada y avena, respectivamente. Cabe destacar la diferencia en el contenido de MS entre ambas especies a un

mismo estado fenológico; al respecto Harvey (1992) indicó que la avena presenta menores contenidos de MS a un mismo estado fenológico que otros cereales. Asimismo, es necesario señalar que el contenido de MS de los tratamientos con urea, fue inferior al recomendado por Tetlow (1992) para lograr una restricción completa de la fermentación (45-55% de MS), existiendo la posibilidad de que se haya producido algún grado de fermentación clostridial en estos tratamientos (Sutton *et al.*, 2002).

No fue posible observar mayores diferencias en cuanto al contenido energético y de FDA entre los dos estados de desarrollo de ambos cultivos. Una escasa variación de la digestibilidad entre estados fenológicos avanzados, después de emergencia de espiga, ha sido reportado por Baron *et al.* (1992) en cultivos de cebada, y también por Tetlow (1992) en cebada y trigo, donde la mayor parte de los carbohidratos solubles acumulados van siendo transformados a almidón con la maduración del grano. De la misma forma, en este caso se tiende a mantener la digestibilidad de la materia orgánica del cultivo sin mayores alteraciones durante el último mes antes de cosecharlo para ensilaje.

El efecto de la aplicación de urea es evidente en cuanto a un mayor componente nitrogenado de los ensilajes y su efecto sobre una restricción de

la fermentación. Los valores de N amoniacal y pH en los ensilajes tratados aparecen elevados, sin embargo, son cifras normales para este tipo de tratamiento al forraje (Adamson y Reeve, 1992). Confirmando lo señalado por Hill y Leaver (1991), destacaron los mayores valores de carbohidratos solubles residuales registrados en aquellos tratamientos con urea, con un 121 y 77% de aumento para avena y cebada respectivamente, en relación a los ensilajes sin el preservante, indicando un grado de restricción de la fermentación al aplicar dicho aditivo.

Cabe hacer notar que en el presente experimento, al igual como se ha informado en otros experimentos similares (Hameleers, 1998; Sutton *et al.*, 1998; Sutton *et al.*, 2003), no se consideró una suplementación proteica a los ensilajes sin tratar, que tome en cuenta el incremento observado en el contenido de nitrógeno de los ensilajes tratados con urea. De la misma forma, en el presente ensayo se optó por no hacer las dietas isoproteicas, de modo de no enmascarar el efecto del tratamiento con urea por el alto nivel de proteína cruda con que habría que suplementar.

Variación de peso vivo y consumo de materia seca

En general, resulta de interés observar la buena respuesta de los animales a todos los tratamientos, con incrementos diarios ($P \leq 0,05$) de 0,86 a 1,35 kg de PV entre los tratamientos extremos (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Incremento de peso vivo (PV), consumo de alimentos y eficiencia de conversión estimada de vaquillas alimentadas con los distintos tratamientos.

Table 2. Daily live weight gains, feed intakes and estimated feed conversion efficiencies of heifers fed with the different treatments.

Evaluaciones	Avena sin urea	Cebada sin urea	Avena con urea	Cebada con urea
Incremento de PV, kg día ⁻¹	0,99b	1,35a	1,00b	0,86b
Consumo de ensilaje, kg MS d ⁻¹	7,30b	8,50a	6,90bc	6,50c
Consumo de concentrado, kg MS d ⁻¹	1,33	1,33	1,33	1,33
Consumo total de MS, kg MS d ⁻¹	8,63b	9,83a	8,23bc	7,83c
Eficiencia de conversión ¹	8,7a	7,2c	8,2b	9,1a

¹ kg alimento kg⁻¹ incremento PV⁻¹.

El cambio de PV no fue diferente ($P > 0,05$) entre ensilaje de avena tratado y sin tratar, y fue similar al tratamiento de cebada tratada con urea. Sin embargo, es posible observar un mayor ($P \leq 0,05$) incremento de peso con el ensilaje de cebada sin

urea. Esto último confirma lo señalado por Elizalde *et al.* (1995), en lo que respecta a una mejor respuesta animal lograda con ensilajes de cebada respecto a los de avena, cuando no se utiliza este aditivo.

En general, es posible observar que en los tratamientos sin urea, los animales tuvieron un mayor consumo voluntario que aquellos con el aditivo, especialmente en el caso de los ensilajes de cebada, donde destacó el alto consumo de MS ($P \leq 0,05$) observado al suministrar ensilaje de cebada sin urea.

Al respecto, los efectos de la aplicación de urea a ensilajes de grano pequeño sobre la respuesta animal han sido variables. Por ejemplo, O'Kiely y Moloney (1991) no encontraron mayores diferencias ($P > 0,05$) en el incremento de PV de vaquillas alimentadas con ensilaje de cebada cosechada en estado de grano pastoso, con o sin la aplicación de urea al 1,9%. En forma similar, Pullar (1993) señaló no haber encontrado diferencias significativas en consumo voluntario y ganancias de peso, al alimentar vaquillas de reemplazo con una mezcla de ensilaje de pradera y ensilaje de trigo (1:1), este último con o sin la aplicación de urea al 4%.

Por otra parte, para el caso de vacas lecheras alimentadas con ensilaje de trigo con o sin la adición de urea al 4% como aditivo alcalinizante, ni Hameleers (1998), ni posteriormente Sutton *et al.* (2002), observaron diferencias en términos de producción de leche ($P > 0,05$) entre ambos tratamientos, a pesar de que en ambos casos se registró un mayor ($P \leq 0,05$) consumo voluntario para el caso de los ensilajes con urea, registrándose por lo tanto, una menor eficiencia de utilización para el caso de los ensilajes tratados con urea.

Los resultados encontrados en el presente ensayo son distintos a lo informado por Tetlow y Wilkinson (1992), en cuanto a un mayor consumo voluntario en los ensilajes de trigo tratados con urea al 4%. Es posible, tal como lo señalara Newman (1992), que el alto contenido de humedad observado en los ensilajes tratados con urea haya impedido una mayor restricción de la fermentación, produciéndose algún grado de fermentación clostridial, por efecto de la aplicación del alcalinizante, que afectó el consumo voluntario, y por lo tanto, el incremento de PV de los ensilajes tratados con urea. Al respecto, Sutton *et al.* (2002) no recomiendan el uso de la urea

como aditivo alcalinizante, debido al alto riesgo percibido de fermentación clostridial y el alto contenido de ácido butírico en el ensilaje resultante. Además, es necesario señalar que para el presente experimento, el componente nitrogenado del ensilaje de cebada tratada con urea fue muy elevado respecto de los requerimientos, lo que pudo haber afectado el consumo voluntario.

Las vaquillas alimentadas con ensilaje de cebada sin la aplicación de urea, tuvieron la mejor eficiencia de conversión de alimentos ($P \leq 0,05$). Sin embargo, destaca el hecho que para el caso de la avena, se obtuvo una mejor eficiencia de conversión ($P \leq 0,05$) con el ensilaje tratado con urea, respecto al sin tratar; en el caso de la cebada la situación fue la opuesta. Al respecto, Pullar (1993), señaló una disminución de la eficiencia de conversión de los alimentos con vaquillas en crecimiento, al utilizar ensilaje de trigo tratado con urea, respecto al ensilaje de trigo sin tratar. Asimismo, Hameleers (1998) al utilizar ensilaje de trigo tratado con urea al 4%, sin suplementar con proteína extra el ensilaje sin tratar, y comparar la respuesta animal en términos de producción de leche, concluye que la más baja eficiencia de utilización, tanto para el caso de la energía (Requerimientos de Energía metabolizable/Consumo de Energía metabolizable), como para el nitrógeno (N en la leche/Consumo de N), fue la registrada con el ensilaje tratado con urea.

Por otra parte, es interesante destacar un aspecto que ha sido estudiado por Sutton *et al.*, (1998) donde al comparar ensilaje de trigo tratado con urea versus ensilajes de trigo sin tratar, registraron altas pérdidas de N, tanto en fecas como orina, para el caso de los animales que consumían ensilaje tratado con urea. Estos autores señalan que de los 145 g de N extra consumidos por día en el caso del ensilaje tratado con urea, respecto a ensilajes sin tratar, el 28% fue excretado por la orina y el 52% excretado en las fecas, sólo un 6% en la leche, y quedando el resto incorporado al cuerpo. De esta forma, dichos autores demuestran el alto riesgo potencial de contaminación ambiental con nitrógeno que implicaría la práctica de incorporar urea como agente preservante de ensilajes de cereales.

CONCLUSIONES

El uso de urea al 4%, como agente alcalinizante de ensilajes de cebada y avena se reflejó en un aumento del componente nitrogenado, además de un aumento de los valores de N amoniacal y pH de

los ensilajes tratados. La mejor respuesta animal, en cuanto a incremento de PV y eficiencia de utilización de los alimentos, se observó con ensilaje de cebada cosechada al estado de grano pastoso sin adición de urea.

LITERATURA CITADA

- Adamson, A. H., and A. Reeve. 1992. Nutritional evaluation of whole - crop wheat. p. 85 -96. *In* B.A. Stark, and J.M. Wilkinson (eds.) . Whole Crop Cereals. 2nd ed. Chalcombe Publications, Aberystwyth, U.K.
- Adesogan, A.T., Owen, E., and D.I. Givens. 1998. The chemical composition, digestibility and energy value of fermented and urea – treated whole crop wheat harvested at three stages of maturity. *Grass Forage Sci.* 53:66-75.
- A.O.A.C. 1975. Official methods of analysis. 1094 p. 12th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- Baron, V.S., A.C. Dick, and M.S. Wolynetz. 1992. Characterization of barley silage – maturity relationships for central Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 72:1009.
- Bastiman, B., and D. Pullar. 1993. Yields, in-silo losses and feed quality of fermented and urea-treated whole-crop wheat. p. 157-159. *In* A. Hopkins, and D. Younie (eds.). Forward with grass into Europe. Occasional Symposium of the British Grassland Society N° 27, Great Malvern, U.K.
- Dumont, J.C., F. Lanuza, H.F. Elizalde, R. Anrique, y S. Ferrada. 1989. Utilización de ensilaje de avena cosechado en dos estados fenológicos y respuesta a la suplementación proteica, en vaquillas de lechería. *Agric. Téc. (Chile)* 49:31-35.
- Elizalde, H.F., A. Hargreaves, y L. Goic. 1995. Evaluación de ensilaje de cereales de grano pequeño sobre la ganancia de peso de toretes. *Memorias XIV Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal - 19° Congreso Asociación Argentina de Producción Animal, Mar del Plata, Argentina. 26 de noviembre - 1 diciembre de 1995.* 15(2):431-432.
- Garrido, E., y F. Mann. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera de pastoreo a través del año. 59 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Hameleers, A. 1998. The effects of the inclusion of either maize silage, fermented whole crop wheat or urea – treated whole crop wheat in a diet based on a high-quality grass silage on the performance of dairy cows. *Grass and Forage Science* 53:157- 163.
- Harvey, J.J. 1992. Assessing whole crop cereal maturity in the field. p. 39-50. *In* B.A. Stark, and J.M. Wilkinson (eds.). Whole Crop Cereals. 2nd ed. Chalcombe Publications, Aberystwyth, U.K.
- Hill, J., and J.D. Leaver. 1991. Effect of stage of growth and urea addition on the preservation and nutritive value of whole crop wheat. Paper N°150 (Abst.). *In* Proceeding of the British Society of Animal Production Winter Meeting, March 1991, Scarborough, U.K.
- Leaver, J.D., and J. Hill. 1992. Feeding cattle on whole crops cereals. p. 59-72. *In* B.A. Stark, and J.M. Wilkinson (eds.) . Whole Crop Cereals. 2nd ed. Chalcombe Publications. Aberystwyth, U.K.
- Newman, G. 1992. Future prospects for whole-crop cereals in the UK. p. 165-175. *In* B.A. Stark, and J.M. Wilkinson (eds.) . Whole Crop Cereals. 2nd ed. Chalcombe Publications, Aberystwyth, U.K.
- Oltjen, J.W., and K.K. Bolsen, 1980. Wheat, barley, oat and corn silages for growing steers. *J. of Anim. Sci.* 51:958-965.
- O'Kiely, P., and A.P. Moloney. 1991. Live and carcass weight gains of cattle offered whole-crop barley silage harvested at an immature growth stage. Paper N°149 (Abst.). *In* Proceeding of the British Society of Animal Production Winter Meeting, March 1991. Scarborough, U.K.
- Pullar, D. 1993. Growth performance of replacement heifers fed grass silage, or mixtures of grass silage with either fermented or urea – treated whole crop wheat. p. 160-162. *In* A. Hopkins, and D. Younie (eds.). Forward with grass into Europe. Occasional Symposium of the British Grassland Society N° 27, Great Malvern, U.K.

- Rojas, C., y A. Catrileo. 1996. Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos Hereford. p. 137-138. *In* Resúmenes. XXI Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal, Noviembre 1996. Coyhaique, Chile.
- Sabag, J. 1988. Determinación de carbohidratos solubles en diferentes estados fenológicos en *Lolium multiflorum* Lam. y *Lolium perenne* L. con *Trifolium repens* L. 112 p. Tesis de Grado Profesor de Educación Media. Instituto Profesional de Osorno, Osorno, Chile.
- Sutton, J.D., R.H. Phipps, D.J. Humphries, S.B. Cammell, and A.L. Abdalla. 1994. Whole-crop wheat as a partial replacement of grass silage for dairy cows. p. 75-76. Proceeding of the Fourth Research Conference, Sept. 1994. British Grassland Society, University of Reading, Reading, U.K.
- Sutton, J.D., S.B. Cammell, D.E. Beever, D.J. Humphries, and R.H. Phipps. 1998. Energy and nitrogen balance of lactating dairy cows given mixtures of urea-treated whole-crop wheat and grass silage. *Animal Science* 67:203-212.
- Sutton, J.D., R.H. Phipps, E.R. Deaville, A.K. Jones, and D.J. Humphries. 2002. Whole-crop wheat for dairy cows: effects of crop maturity, a silage inoculant and an enzyme added before feeding on food intake and digestibility and milk production. *Animal Science* 74:307-318.
- Tetlow, R.M. 1992. A decade of research into whole crop cereals at Hurley. p. 1-19. *In* B.A. Stark, and J.M. Wilkinson (eds.). *Whole Crop Cereals*. 2nd ed. Chalcombe Publications, Aberystwyth, U.K.
- Tetlow, R.M., and J.M. Wilkinson. 1992. Whole - crop cereals for beef cattle. p. 73-84. *In* B.A. Stark, and J.M. Wilkinson (eds.). *Whole Crop Cereals*. 2nd ed. Chalcombe Publications, Aberystwyth, U.K.
- Tilley, J.M., and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18:104-111.
- Van Soest, P. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemist* 46:829-834.