

## INVESTIGACIÓN

# COMPARACIÓN DE GRANO DE MAÍZ Y TRIGO BROTADO COMO COMPONENTES DE RACIONES DE ENGORDA INVERNAL DE NOVILLOS<sup>1</sup>

## Comparison of corn kernels and sprouted wheat grain as components of the winter finishing rations of steers

Claudio Rojas G.<sup>2\*</sup>, Sergio Hazard T.<sup>2</sup> y Cristian Hewstone M.<sup>2</sup>

### ABSTRACT

For 77 days of the 2000 winter season, twenty-eight Overo Colorado steers, 19-months old and 320 kg liveweight (LW), were used to measure animal response to sprouted and slightly sprouted wheat (*Triticum aestivum* L.) grain. Treatments were T1: maize (*Zea mays* L.) kernels; T2: slightly sprouted wheat; T3: 50% slightly sprouted wheat and 50% sprouted wheat; and T4: sprouted wheat grain. The rations were formulated to be approximately isoproteic (12.7%) and isocaloric (2.8 Mcal kg<sup>-1</sup>), with a mixture of oat silage (*Avena sativa* L.) harvested at the milky watery stage, white lupin (*Lupinus albus* L.) and mineral salts. The silage to concentrate ratio was 60:40 DM basis. The experimental design was a randomized complete block with seven replicates. The individual feed consumption was 10.7, 10.5, 10.3, and 10.3 kg DM animal<sup>-1</sup>; daily LW gain 0.948, 0.987, 0.961, and 0.961 kg animal<sup>-1</sup>; and feed conversion 11.3, 10.6, 10.7, and 10.7 kg feed kg<sup>-1</sup> LW gain, for the treatments 1, 2, 3 and 4, respectively; there were no differences due to the treatments ( $P \geq 0.05$ ). It was concluded that slightly sprouted and sprouted wheat can replace maize when used in rations for winter fattening of steers.

**Key words:** sprouted wheat, weight gain, steers, *Zea mays* L., *Triticum aestivum* L.

### RESUMEN

Durante 77 días de la temporada invernal de 2000 se utilizaron 28 novillos Overo Colorado de aproximadamente 19 meses de edad y 320 kg de PV promedio, con el objetivo de evaluar la respuesta animal al consumo de raciones de engorda formuladas con grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) brotado y ligeramente brotado. Los tratamientos fueron T1: grano de maíz (*Zea mays* L.); T2: grano de trigo ligeramente brotado; T3: 50% de grano de trigo ligeramente brotado y 50% de trigo brotado; y T4: grano de trigo brotado. Las raciones se formularon aproximadamente isoproteicas (12,7%) e isoenergéticas (2,8 Mcal kg<sup>-1</sup>), con ensilaje de avena (*Avena sativa* L.) cosechada al estado de grano acuoso lechoso, grano de lupino blanco (*Lupinus albus* L.) y sales minerales. La proporción de ensilaje a concentrado fue de 60:40 base MS. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con siete repeticiones. Los consumos individuales de alimentos fueron de 10,7; 10,5; 10,3 y 10,3 kg MS animal<sup>-1</sup>; los incrementos diarios de peso fueron 0,948; 0,987; 0,961 y 0,961 kg animal<sup>-1</sup>; y la conversión de alimento de 11,3; 10,6; 10,7 y 10,7 kg alimento kg<sup>-1</sup> incremento en PV, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente; no se presentaron diferencias debidas a los tratamientos ( $P \geq 0,05$ ). Se concluyó que el grano de trigo brotado y ligeramente brotado permite respuestas productivas similares al grano de maíz cuando se usa en raciones de engorda invernal de novillos estabulados.

**Palabras clave:** grano de trigo brotado, incremento de peso, novillos, *Zea mays* L., *Triticum aestivum* L.

<sup>1</sup> Recepción de originales: 9 de agosto de 2002.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Correo 58-D, Temuco, Chile.  
E-mail: crojas@carillanca.inia.cl \*Autor para correspondencia

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el país ocupa una superficie de 369.425 ha, de acuerdo al último Censo Agropecuario (INE, 1997), de las cuales un 43,3% correspondieron a la IX Región. El destino de la cosecha ha estado orientado principalmente al consumo humano y en bajo grado al consumo animal, debido al mayor precio que alcanza este grano en el mercado, en comparación a otros granos de calidad similar como son la cebada (*Hordeum vulgare* L.) y el maíz (*Zea mays* L.).

Sin embargo, en la IX Región, cada cierto tiempo, por efecto de lluvias estivales el grano de trigo se brota en la espiga, antes de su cosecha, perdiendo calidad para ser transformado en harina de panificación y como semilla. De acuerdo a estimaciones realizadas en el Proyecto de Mejoramiento de Trigo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Carillanca, la brotación del trigo en la espiga ocurriría prácticamente cada cuatro años en promedio. Así desde 1964 a 1999 se han registrado 10 temporadas con cosechas de trigo brotado, lo que representa un 27,8% de los años (Hewstone, C. 2002. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Carillanca. Comunicación personal).

Los molinos no compran el grano brotado, produciéndose una gran oferta del cereal a precios inferiores al de los otros granos de calidad similar, el que podría usarse en forma masiva en la alimentación de los bovinos de carne, al disponer de la información técnica necesaria. Los antecedentes extranjeros en esta materia son escasos. Entre éstos se señala que el trigo brotado puede utilizarse en la alimentación de gallinas, cerdos y vacas lecheras (Batterham *et al.*, 1976; Karunajeewa, 1985; Patil-Chavan *et al.*, 1999), sin efectos negativos en la producción. En novillos de engorda se reportó un estudio con grano de trigo brotado en hasta 50% de la ración, sin alterar el consumo ni los incrementos de peso de los animales (Rule *et al.*, 1986). En el país el grano de trigo brotado se ha utilizado en vacas lecheras, en forma comparativa a grano de maíz y grano de trigo ligeramente brotado, sin afectar la producción

láctea (Hazard *et al.*, 2004). Sin embargo, en Chile no existen antecedentes de su uso en bovinos de carne.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta animal al consumo de raciones de engorda formuladas con trigo brotado, ligeramente brotado y grano de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en el Centro Regional de Investigación Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Temuco (38°41' lat. Sur, 72°25' long Oeste, 200 m.s.n.m.) durante la temporada otoño-invierno de 2000.

Se utilizaron 28 novillos Overo Colorado de aproximadamente 19 meses, de 320 kg de PV inicial, nacidos en primavera. Los tratamientos fueron los siguientes: T1: grano de maíz; T2: grano de trigo ligeramente brotado; T3: 50% grano de trigo ligeramente brotado y 50% de grano de trigo brotado; y T4: grano de trigo brotado.

Ambas partidas de trigo provinieron de la cosecha común realizada en INIA-Carillanca durante el período estival del año 2000. El trigo ligeramente brotado presentó 4,3% de granos germinados en comparación a 16,9% del trigo brotado (**Cuadro 1**), que se determinó mediante visual macroscópica, de todos los granos que presentaron expansión del pericarpio, o ruptura del germen o presencia de raicillas. Adicionalmente se midió en ambos trigos el peso hectolitro (INN, 1979), la viscosidad del almidón mediante el test de Falling Number descrito por MacArthur *et al.* (1981), y el porcentaje de humedad según los métodos de la AOAC (1970).

**Cuadro 1. Características físicas de los granos de trigo brotado utilizados en el ensayo. 2000.**

**Table 1. Physical characteristic of sprouted wheat grains used in the trial. 2000.**

	Trigo brotado	Trigo ligeramente brotado
Peso hectolitro, kg hL <sup>-1</sup>	72,3	75,9
Granos germinados, %	16,9	4,3
Falling number, s	69	171

Los tratamientos se formularon aproximadamente isoproteicos, para lo cual se complementaron con ensilaje de avena (*Avena sativa* L.) variedad Nehuén INIA cosechada al estado de grano acuoso-lechoso (73 de la escala Zadoks *et al.*, 1974), grano de lupino blanco (*Lupinus albus* L.) variedad Rumbo Baer, y sales minerales crecimiento-engorda (Rhodia Merieux) (**Cuadro 2**). Todos los

granos fueron molidos. La proporción de ensilaje a concentrado fue de 60:40 base MS (BMS). Los concentrados y el ensilaje se ofrecieron a discreción a los animales bajo la forma de raciones completas, con niveles de proteína cruda (PC) de aproximadamente 11,6% y niveles de energía metabolizable (EM) de alrededor de 2,6 Mcal kg<sup>-1</sup> BMS (**Cuadro 3**).

**Cuadro 2. Composición química de los alimentos usados en las raciones de engorda.**

**Table 2. Chemical composition of the feeds used in the fattening rations.**

Alimentos	Materia seca %	Proteína cruda %	E. metabolizable Mcal kg <sup>-1</sup>	Fibra cruda %
Ensilaje de avena	36,1	9,4	2,28	36,3
Grano ligeramente brotado	84,9	13,5	3,27	3,7
Grano trigo brotado	85,2	12,3	3,29	3,8
Grano de maíz	84,6	9,3	3,34	2,2
Grano lupino blanco	86,0	36	3,2	13,1

Laboratorio de Bromatología. INIA-Carillanca.

**Cuadro 3. Formulación y composición química de las raciones empleadas (Base MS).**

**Table 3. Formulation and chemical composition of the employed rations (DM basis).**

	Maíz	Trigo ligeramente brotado	Trigo ligeramente brotado y brotado	Trigo brotado
Ensilaje avena	60	60	60	60
Maíz	30	-	-	-
Trigo ligeramente brotado	-	36	17	-
Trigo brotado	-	-	18	34
Lupino blanco	9	3	4	5
Sales minerales*	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Aportes				
Materia seca, %	55,7	55,7	55,8	55,8
Proteína cruda, %	11,7	11,6	11,6	11,6
Energía metabolizable, Mcal kg <sup>-1</sup>	2,66	2,64	2,64	2,64

\*Crecimiento-engorda (Rhodia Merieux).

En forma previa al estudio se analizó la composición química de todos los granos y ensilajes en términos de MS, PC, fibra cruda (FC), según los métodos de la AOAC (1970) y la EM de acuerdo a Givens (1986). Durante el transcurso del experimento se tomaron muestras de ensilaje cada 20 días para su análisis químico y para realizar las correcciones en las raciones.

El período pre-experimental se inició el 6 de junio de 2000 y tuvo una duración de 9 días. El período experimental se inició el 15 de junio y tuvo una duración de 77 días. En ambos períodos se utilizó un galpón de albañilería de 240 m<sup>2</sup> de superficie,

con radier de cemento y techo de zinc. Cada animal permaneció en un cubículo de 2 x 1,1 m, amarrado por el cuello, disponiendo de comedero y bebedero. La cama estuvo constituida por paja de trigo, la que se cambiaba diariamente.

Se realizó pesaje individual de los animales cada 14 días en promedio, sin destare. El consumo de alimento se determinó en forma individual, diariamente, por diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y rechazado. Los animales fueron desparasitados contra parásitos hepáticos, gastrointestinales y pulmonares y no recibieron anabólicos.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con siete repeticiones. Para conformar los bloques se utilizó el factor peso inicial. Los resultados se analizaron estadísticamente a través del ANDEVA y las diferencias entre las medias fueron estudiadas mediante la prueba de Duncan (5%) (Cochran y Cox, 1974).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición química de los alimentos

Las características físicas de los granos utilizados se presentan en el Cuadro 1; se aprecian las diferencias inherentes al grado de brotación de ambos trigos. Así, el trigo brotado con un mayor porcentaje de granos germinados tiene un menor peso del hectolitro, que representa un menor porcentaje de extracción de harina. También tiene un menor "falling number" que indica la reducción de la viscosidad del almidón por efecto de la hidrólisis amilolítica que ocurrió con la brotación (MacArthur *et al.*, 1981). La disminución del falling number implica una mayor actividad diastásica del grano, y por lo tanto, una mayor dificultad en la panificación. En general, los trigos con una alta actividad enzimática, y por tanto mala calidad panadera, tienen falling number

menores a 200 s. (Hewstone, C. 2002. INIA-Carillanca. Comunicación personal).

La composición química de los alimentos usados en las raciones de engorda de los novillos se muestra en el Cuadro 2; destacan los valores normales del ensilaje de avena, del grano de lupino blanco y del maíz (UACH, 1985). En cuanto a los granos de trigo se observan niveles similares de EM, niveles mayores de MS y FC, y menor nivel de PC en el trigo brotado, respecto del trigo ligeramente brotado, lo cual concuerda, en términos generales, con la información extranjera (Rule *et al.*, 1986; Patil-Chavan *et al.*, 1999).

### Consumo de alimentos

El consumo de MS no fue estadísticamente diferente entre tratamientos ( $P \geq 0,05$ ), tal como se observa en el Cuadro 4. Estos resultados concuerdan con los de Rule *et al.* (1986), quienes obtuvieron consumos similares en novillos al emplear raciones que contenían 25 y 50% de trigo brotado, respecto a raciones con trigo sano (no brotado). En el presente estudio las raciones contenían hasta 34 a 36% de trigo brotado o ligeramente brotado BMS (Cuadro 3).

### Cuadro 4. Respuesta productiva de novillos estabulados con raciones de engorda.

Table 4. Productive response of penned steers with fattened rations.

	Maíz	Trigo ligeramente brotado	Trigo brotado y ligeramente brotado	Trigo brotado
Período, días	77	77	77	77
Peso inicial, kg animal <sup>-1</sup>	319	319	321	321
Peso final, kg animal <sup>-1</sup>	392	395	395	395
Incremento diario, kg animal <sup>-1</sup>	0,948 a	0,987 a	0,961 a	0,961 a
Consumo diario, kg MS animal <sup>-1</sup>	10,7 a	10,5 a	10,3 a	10,3 a
Eficiencia, kg alimento kg <sup>-1</sup> incremento PV	11,3 a	10,6 a	10,7 a	10,7 a

Letras iguales en cada línea señalan diferencias estadísticas no significativas según prueba de Duncan ( $P \geq 0,05$ ).

El consumo total de MS de cada tratamiento como porcentaje del PV promedio de los animales fue de 3,0; 2,9; 2,9 y 2,9% para maíz, trigo ligeramente brotado, mezclas de trigo con diferente brotación, y trigo brotado, respectivamente. Este valor porcentual está indicando un consumo aproximado al máximo señalado en las tablas de requerimientos de animales (ARC, 1980), y mayores a los obtenidos en estudios de engorda de novillos que utilizaron raciones con ensilajes de cereales y concentrados (Rojas *et al.*, 1997; Rojas y Catrileo, 2000;

Rojas y Manríquez, 2001), lo que es atribuido a la alta concentración de MS de las raciones usadas, que oscilaron alrededor del 56% (Cuadro 3). Según Oltjen y Bolsen (1980) el consumo de alimentos aumenta en la medida que aumenta el contenido de MS de los ensilajes de cereales desde 30 a 41%. En este rango determinaron aumentos en el consumo de MS en novillos de engorda de 0,08 kg d<sup>-1</sup>, por cada aumento porcentual de la MS de estos ensilajes. En este estudio el contenido de MS del ensilaje de avena fue de 36,1%.

**Incrementos diarios y eficiencias de conversión**

Los incrementos de PV de los novillos fueron similares en todos los tratamientos ( $P \geq 0,05$ ) (Cuadro 4). La similitud en los incrementos de PV por efectos del trigo brotado y ligeramente brotado es concordante con los resultados de Rule *et al.* (1986). En general, el incremento de PV no superó 1 kg diario, lo que se considera bajo para el tipo de animal bajo engorda y concentrados usados, lo cual se estima debido a la estabulación individual usada en este estudio, que es más incómoda y estresante para los novillos.

Las eficiencias de conversión del alimento fueron muy similares con 11,3; 10,6; 10,7 y 10,7 kg de alimento consumido BMS por cada kg de incremento de PV, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente ( $P \geq 0,05$ ), aunque se observó tendencia a menor conversión en el tratamiento

con grano de maíz. Estas eficiencias de conversión se encuentran dentro de niveles normales para raciones de engorda con este tipo de animales (Rojas y Catrileo, 2000; Rojas y Manríquez, 2001).

**CONCLUSIONES**

Se concluye que los granos de trigo brotado y ligeramente brotado producen respuestas productivas similares al grano de maíz, cuando se usan en raciones de engorda invernal para novillos estabulados, en niveles de 34 a 36 % BMS de la ración.

**RECONOCIMIENTO**

Los autores agradecen la cooperación del ayudante de investigación señor Moisés Manríquez B. en la realización de este estudio.

**LITERATURA CITADA**

- AOAC. 1970. Official methods. 1015 p. 11<sup>th</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemist, Washington D.C., USA.
- ARC 1980. The nutrient requirements of ruminants livestock. 351 p. Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England.
- Batterham, E.S., C.E. Lewis, and C.J. Mcmillan. 1976. Weather damaged wheats for pigs. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 11:401-404
- Cochran, W., and G. Cox. 1974. Diseños experimentales. 661 p. Editorial Trillas, México.
- Givens, D.I. 1986. New methods for predicting the nutritive value of silage. p. 66-71. In Stark, B.A. and J.M. Wilkinson (eds.). Developments in silage. Chalcombe Publications, Marlow, Great Britain.
- Hazard, S., C. Rojas, C. Hewstone, y P. Mardones. 2004. Comparación de grano de maíz y trigo brotado en raciones de vacas lecheras paridas en otoño y que consumen ensilaje de maíz. Agric. Téc. (Chile) en prensa.
- INN. 1979. Granos alimenticios. Determinación del peso hectolitro. Nch1238. Of 76. CIN 49.269. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- INE. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. 443 p. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Resultados preliminares. Impresos Universitarios S.A., Santiago, Chile.
- Karunajeewa, H. 1985. The effects of feeding weather damaged wheats to laying hens. Nutr. Rep. Int. 31:1265-1269
- MacArthur, L.A., B.L. D'Appolonia, and O.J. Banasik. 1981. The falling number test. What is it and how does it work. North Dakota Farm Research 38:15-18.
- Oltjen, J.W., and K.K. Bolsen. 1980. Wheat, barley, oat and corn silages for growing steers. J. Anim. Sci. 51:954-965.
- Patil - Chavan J.V., A.S. Gampawar, and R.V. Tambat. 1999. Effect of feeding sprouted wheat on yield and quality of milk of crossbred. Indian J. Anim. Nutr. 16:265-268.
- Rojas, C., y A. Catrileo. 2000. Evaluación de ensilaje de cebada en tres estados de corte en la engorda invernal de novillos. Agric. Téc. (Chile) 60:370-378.
- Rojas, C., A. Catrileo, y O. Romero. 1997. Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos Hereford. Agro Sur 25:227-234.
- Rojas, C., y M. Manríquez. 2001. Comparación de ensilaje de trigo y de maíz en la engorda invernal de novillos. Agric. Téc. (Chile) 61:444-451.
- Rule, D.C., R.M. Preston, R.M. Koes, and W.E. McCreynolds. 1986. Feeding value of sprouted wheat (*Triticum aestivum*) for beef cattle finishing diets. Anim. Feed Sci. Technol. 15:113-121.
- UACH. 1985. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. 46 p. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang, and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.