

COMPARACIÓN ENTRE GRANO DE MAÍZ Y TRIGO BROTADO EN RACIONES DE VACAS LECHERAS PARIDAS EN OTOÑO Y QUE CONSUMEN ENSILAJE DE MAÍZ¹

Comparison of kernel corn and sprouted wheat for diets of dairy cows with autumn calving and consumption of corn silage¹

Sergio Hazard^{2*}, Claudio Rojas² y Cristian Hewstone²

ABSTRACT

In the Carillanca Regional Agricultural Research Institute, kernel corn (*Zea mays* L.) was compared with sprouted wheat (*Triticum aestivum* L.) incorporated in the concentrate of cows that consumed corn silage plus 4 kg of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Eight Chilean Frison Negro cows were assigned to each treatment. The treatments evaluated were 7 kg of the concentrate 64% kernel corn (T1), 70% highly sprouted wheat (T2); 74% moderately sprouted wheat (T3), 69% slightly sprouted wheat (T4). The rations were isoproteic and isoenergetic. The experimental design was a randomized complete block. There were no significant differences in the average daily milk production with values of 24.88; 23.30; 23.77 and 24.88 L d⁻¹ for treatments T1, T2, T3, and T4, respectively (P > 0.05). There were no differences in contents of fatty matter, protein and total solids of the milk (P > 0.05). Dry matter intake was 17.81; 18.86; 16.46 and 16.32 kg cow⁻¹ for T1, T2, T3 and T4, respectively; a difference was observed between T2 and the other treatments. It was concluded that highly, moderately and slightly sprouted wheat can be used in dairy cow diets without affecting milk production or the composition of the milk, having the same productive response as including kernel corn in the diet.

Key words: sprouted wheat grain; dairy cows feeding, *Triticum aestivum* L., *Zea mays* L.

RESUMEN

En el Centro Regional de Investigación del Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Carillanca se comparó el grano de maíz (*Zea mays* L.), con grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) brotado, incorporado en el concentrado de vacas que consumían ensilaje de maíz más 4 kg de heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Se utilizaron 8 vacas raza Frisón Negro Chileno por tratamiento. Se suministraron 7 kg de concentrado con 64% de grano de maíz (T1), 70% de grano de trigo con alto grado de brotación (T2), 74% de grano de trigo con brotación intermedia (T3) y 69% de grano de trigo ligeramente brotado (T4). Las raciones fueron isoproteicas e isoenergéticas. El diseño experimental fue de bloques completos al azar. No existieron diferencias significativas en producción diaria de leche, con producciones de 24,88; 23,30; 23,77 y 24,88 L d⁻¹ para T1, T2, T3, y T4, respectivamente (P > 0,05). No hubo diferencias en los contenidos de materia grasa, proteína y sólidos totales de la leche (P > 0,05). Los consumos de MS fueron de 17,81; 18,86; 16,46 y 16,32 kg d⁻¹ para T1, T2, T3, y T4, respectivamente; se observó diferencias entre T2 y el resto de los tratamientos. Se concluyó que el grano de trigo con alta brotación, con brotación intermedia y ligeramente brotado se puede utilizar en raciones de vacas lecheras sin afectar la producción de leche ni los componentes de la misma, siendo su respuesta productiva equivalente a la de incorporar grano de maíz a la ración.

Palabras clave: grano de trigo brotado, alimentación de vacas lecheras, *Triticum aestivum* L., *Zea mays* L.

¹ Recepción originales: 26 de junio de 2002.

Trabajo presentado a la XXVI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Casilla 58-D, Temuco, Chile.

E-mail: shazard@carillanca.inia.cl *Autor para correspondencia.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente el grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) se ha utilizado para la alimentación humana, sin embargo, existen algunas situaciones en que no puede utilizarse para tales efectos. En los últimos años en la zona sur, por efectos climáticos el trigo se ha brotado al momento de la cosecha. Esta situación se ha venido repitiendo durante el último tiempo cada cuatro años (Cristian Hewstone. 2002. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Comunicación personal). El problema más grave es que este trigo brotado no tiene mercado, no se puede utilizar en la industria panificadora, y muchos productores no saben qué destino asignarle. Por otra parte, dadas las características nutritivas del grano de trigo, cuando su precio es bajo puede reemplazar al de maíz (*Zea mays* L.) en la alimentación animal (Cañas, 1998).

En el país no se dispone de información sobre el uso de granos de trigo brotados en la producción de leche. En ganado de carne existe sólo un estudio realizado por Rojas *et al.* (2003), que utilizó granos de trigo brotado en la engorda de novillos, sin obtener respuesta productiva respecto al trigo ligeramente brotado. En el extranjero la información también es escasa, y hasta el momento solamente se reporta un trabajo realizado por Rule *et al.* (1986) con novillos de carne, y otro realizado en la India por Patil-Chavan *et al.* (1999) con vacas lecheras.

La hipótesis planteada en este trabajo fue que el trigo brotado puede usarse en raciones de vacas lecheras sin afectar la producción de leche ni los componentes de la misma.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue comparar el grano de maíz con el trigo brotado, suministrado en el concentrado de vacas lecheras paridas en otoño, y que consumen ensilaje de maíz como alimentación base durante el período invernal, de modo de evaluar su respuesta en términos de producción y composición de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente ensayo se llevó a cabo durante el período comprendido entre junio y septiembre de 2000, en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Carillanca, ubicado a 20 km de la ciudad de Temuco (38°41' lat. Sur, 72°25' long. Oeste, 200 m.s.n.m.).

Se utilizaron 24 vacas de la raza Frisón Negro Chileno que habían pasado el pico o punto máximo de producción de leche (60-85 días post parto) provenientes del rebaño de INIA - Carillanca, que tiene una producción promedio controlada de 6.500 L lactancia⁻¹, paridas en el otoño, con un peso promedio al inicio del ensayo de 527 kg y seleccionadas para configurar los diferentes tratamientos según fecha de parto, producción anterior y número ordinal de parto. Cada tratamiento estuvo constituido por 8 animales, de los cuales dos eran vaquillas de primer parto y el resto eran animales de dos o más partos. Cabe señalar que en el tratamiento 2 fue necesario eliminar una vaca por un problema de cojera, quedando este grupo constituido sólo por 7 vacas.

Los animales se estabularon en corrales colectivos separados por tratamiento, los cuales estaban provistos de techo y con piso de cemento. Los animales tenían a su disposición cubículos individuales provistos de colchonetas rellenas con paja, agua a discreción y comederos colectivos.

Los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro 1. Como se observa la dieta base estuvo constituida por ensilaje de maíz suministrado *ad libitum* más 4 kg de heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y 7 kg de concentrado, el cual contenía el grano a evaluar en diferentes proporciones, y afrecho de soya (*Glycine max*) como única fuente proteica del concentrado. Los concentrados fueron suministrados molidos.

El trigo utilizado corresponde a lo que se llama trigo "común cosecha", cosechados en el INIA - Carillanca durante el período estival del año 2000. Estos trigos se caracterizaron desde el punto de vista de calidad, considerando sus características físicas y químicas, obteniendo los resultados que

se presentan en el Cuadro 2. El peso del hectolitro tiene relación con el porcentaje de extracción de harina. El “Falling Number” indica hasta qué punto se reduce la viscosidad de una pasta de harina-agua, por hidrólisis amilolítica del almidón (Mac Arthur *et al.*, 1981). Un mayor Falling Number implica una menor actividad diastásica del grano y por lo tanto una menor calidad panadera.

Para configurar los tratamientos se utilizaron dos tipos de granos: trigo brotado con 16,88% de granos germinados y trigo ligeramente brotado con 4,32% de granos brotados (Cuadro 2). Este último, no corresponde en rigor a un trigo no brotado, ya que de acuerdo al INN (2000) para que ello ocurra el trigo no debe tener más de 1,5% de granos brotados. No fue posible comparar con un trigo no brotado, ya que todos los trigos cosechados en el año 2000 en la IX Región tenían algún grado de brotación.

El trigo con brotación intermedia utilizado en el presente ensayo se obtuvo mezclando por partes iguales el trigo brotado y ligeramente brotado, de modo de obtener un producto con un Falling Number de aproximadamente 120 s. Cabe señalar que desde el punto de vista de la calidad panade-

ra, los trigos con una alta actividad enzimática, y con su calidad panadera dañada, tienen un Falling Number de entre 60 y 200 s, siendo la magnitud del daño inversamente proporcional al tiempo. El óptimo se encuentra entre 201-300 s. Trigos con valores sobre 301 s tienen baja actividad enzimática (C. Hewstone. 2002. INIA-Carillanca. Comunicación personal). En el caso del trigo brotado utilizado en este ensayo, tenía un Falling Number de 69 s, y el ligeramente brotado de 171 s. (Cuadro 2), lo que implica que su calidad panadera ya se ha afectado.

Con el objeto de caracterizar químicamente los diferentes componentes de la dieta se tomaron muestras de ensilaje de maíz, del heno de alfalfa, de las diferentes fuentes proteicas, y de los concentrados elaborados para cada caso al inicio del ensayo. Posteriormente se tomaron tres muestras semanales, las que se analizaron cada 15 días como muestra compuesta. El heno fue sometido a análisis de laboratorio para determinar: MS (AOAC, 1970), proteína cruda (PC) (AOAC, 1970) y energía metabolizable, mediante el método fibra detergente ácido modificado (Van Soest y Wine, 1967). Los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 1. Componentes de las raciones de las vacas lecheras en los diferentes tratamientos¹.

Table 1. Rations component of the dairy cows used in the different treatments. Temuco 2000¹.

	T1	T2	T3	T4
Ensilaje de maíz	Ad lib.	Ad lib.	Ad lib.	Ad lib.
Heno de alfalfa, kg	4	4	4	4
Concentrado con grano de maíz, kg	7	-	-	-
Concentrado con trigo con alto grado de brotación, kg	-	7	-	-
Concentrado con trigo con grado intermedio de brotación, kg	-	-	7	-
Concentrado con trigo ligeramente brotado, kg	-	-	-	7

¹ Los distintos componentes medidos en kg tal como ofrecido.

Cuadro 2. Características físicas de los granos de trigo utilizados en el experimento. Temuco 2000.

Table 2. Physical characteristics of the wheat grain used in the experiment. Temuco 2000.

	Trigo brotado	Trigo ligeramente brotado
Peso hectolitro, kg hL ⁻¹	72,30	75,90
Granos germinados, %	16,88	4,32
Falling Number ¹ , s	69	171

¹ Falling number: Un mayor Falling number implica menor actividad diastásica, y por lo tanto menor calidad panadera.

Cuadro 3. Composición química del ensilaje de maíz, heno de alfalfa, grano de maíz, afrecho de soya y trigo con y sin brotación. Temuco 2000.

Table 3. Chemical composition of corn silage, alfalfa hay, maize grain, soybean meal, and sprouted and non sprouted wheat grain used in the experiment. Temuco 2000.

Alimento	MS	PC	EM	FDN	N-NH ₃	pH
	(%)	(%)	Mcal kg ⁻¹ MS	(%)	(%)	
Ensilaje de maíz	24,78	9,7	2,78	57,5	5,5	3,5
Heno de alfalfa	88	14	2,3	-	-	-
Grano de maíz	84,56	9,31	3,34	-	-	-
Afrecho de soya	84,15	48,61	3,01	-	-	-
Trigo brotado	85,2	12,3	3,29	-	-	-
Trigo no brotado	84,9	13,5	3,27	-	-	-

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EM: energía metabolizable; FDN: fibra detergente neutro.

En el ensilaje de maíz se determinó: MS y PC (AOAC, 1970), fibra detergente neutro (FDN) (Goering y Van Soest, 1972), nitrógeno amoniacal (N-NH₃) (Bateman, 1970), pH (Bateman, 1970). La energía metabolizable de los forrajes se estimó mediante el método fibra detergente ácido modificado (Van Soest y Wine, 1967) (Cuadro 3). Todos estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del INIA-CRI Carillanca.

Dado que las concentraciones energéticas del trigo, maíz y afrecho de soya son bastante parecidas fue posible calcular concentrados que permitieron elaborar raciones isoenergéticas (2,8 Mcal kg⁻¹ MS). Asimismo las dietas fueron isoproteicas (15,5% PC). En el Cuadro 4 se presenta la compo-

sición porcentual promedio de los diferentes concentrados utilizados en el ensayo. Dado que el contenido de proteína del ensilaje de maíz es bajo y que se necesitaban raciones isoproteicas, los concentrados elaborados contenían niveles de proteína que sobrepasaban el 20% (Cuadro 4).

El ensayo tuvo dos períodos bien definidos en el tiempo. La primera etapa correspondió a un período pre experimental con una duración de 15 días, cuyo objetivo fue acostumbrar a los animales a la ración experimental. En este período se midió el consumo diario de ensilaje, lo que permitió ajustar el racionamiento de este componente de acuerdo al objetivo del ensayo.

Cuadro 4. Composición (%) de los diferentes concentrados utilizados en el ensayo.

Table 4. Composition (%) of the different concentrates used in the experiment.

Ingrediente	Tratamiento			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
Maíz, %	64	0	0	0
Trigo, %	0	70	74	69
Afrecho de soya, %	32	26	24	27
Sales minerales, %	3	3	3	3
Sal común	1	1	1	1
Materia seca, %	84,65	85,68	86,57	87,52
Proteína cruda, %	21,4	21,9	20,5	21,3
Energía metabolizable, (Mcal kg ⁻¹ MS)	3,09	3,07	3,08	3,08
Fibra cruda, %	4,06	8,26	8,28	8,26

¹ Concentrado con grano de maíz.

² Concentrado con trigo alto grado de brotación.

³ Concentrado con trigo con grano intermedio de brotación.

⁴ Concentrado con trigo ligeramente brotado.

A continuación del período pre-experimental se inició el período experimental propiamente tal, que tuvo una duración de 70 días. En este período los animales recibieron su alimentación en dos raciones diarias (08:30 y 14:30 h), suministrando en cada oportunidad 2 kg animal⁻¹ de heno de alfalfa, a fin de que los animales consumieran prácticamente todo el heno que consideraba cada tratamiento. Posteriormente se les ofreció a discreción el ensilaje, cuya cantidad ya había sido ajustada, y se mezcló considerando 3 kg de concentrado por animal, permitiéndose un rechazo de la mezcla de un 5 a 7%. Diariamente se controló el consumo voluntario por corral restando a lo ofrecido el material voluminoso rechazado.

Para estimar el consumo de forraje, se asumió un rechazo uniforme del ensilaje y demás componentes de la ración; es decir, el rechazo conservó las mismas proporciones en las que había sido ofrecido. Así, los kilogramos rechazados se restaron como porcentaje a lo ofrecido y se obtuvo un consumo promedio de MS y materia verde (MV) por animal y por día, obteniéndose de esta manera un consumo promedio por día del grupo de vacas de cada tratamiento.

Las vacas se ordeñaron dos veces al día, determinando la producción de leche individual por vaca, utilizando medidores totales de tipo electrónico. Tres veces por semana se obtuvo una muestra compuesta en un 60% por la leche de la ordeña de la mañana y un 40% por la obtenida en la ordeña de la tarde, la que se preservó con dicromato de potasio a 5°C. Estas muestras se fueron mezclando en proporciones iguales hasta obtener una muestra compuesta quincenal, la que se envió al Laboratorio de Calidad de Leche del INIA - Carillanca para la determinación de PC, materia grasa y sólidos totales.

Los animales se pesaron individualmente antes de recibir la ración de la mañana y después de la ordeña, durante dos días consecutivos al inicio, final y cada quince días. Asimismo, se determinó la condición corporal de los animales de cada tratamiento, en una escala de 1 a 5, al inicio, mitad y final de la experiencia, mediante el método descrito por Ferguson *et al.* (1994). Los animales

fueron individualmente calificados por tres personas para obtener una condición corporal promedio.

El diseño experimental correspondió a bloques completamente al azar, y el análisis estadístico de la producción diaria de leche, componentes lácteos, y peso vivo de los animales se realizó como medidas repetidas (Barrales y Flores, 1990), considerando cada animal como una unidad independiente a lo largo del período del estudio. Cuando se encontraron diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples entre los tratamientos. Para ello se utilizaron las pruebas de Duncan y Tukey. El consumo diario de materia seca por animal y por día, así como el consumo de MS por unidad de peso metabólico se determinó en forma grupal, y fueron analizados ajustando los valores obtenidos a diferentes modelos de regresión, determinándose el más apropiado en cada caso.

Para comparar las observaciones de condición corporal de los animales del ensayo, se utilizó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (Siegel, 1972).

La producción diaria de leche se analizó utilizando la producción inicial del período pre-experimental como covariable. Para efectos de análisis, la leche se corrigió a un 3,5% de materia grasa. Por otra parte, el peso de los animales fue covariado de acuerdo al peso registrado al inicio del período pre-experimental. Se sometió luego a un análisis de covarianza y se elaboró una curva de regresión. La totalidad de los análisis mencionados se realizaron en el INIA-CRI Carillanca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción y composición de la leche

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de la producción de leche, materia grasa y sólidos totales por tratamientos y por vaca. En términos de producción de leche no corregida no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) por efecto del tratamiento. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Patil-Chavan *et al.* (1999) en India, quienes compararon un concentrado comercial

Cuadro 5. Producción y composición de la leche de los diferentes tratamientos utilizados en el ensayo.
Table 5. Production and chemical composition of the different treatments used in the experiment.

	Tratamiento			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
Número de animales	8	7	8	8
Producción promedio diaria de leche por vaca (L)	24,88a	23,30a	23,77a	24,88a
Producción promedio diaria por vaca de leche corregida al 3,5% de materia grasa (L)	24,90a	24,82a	24,54a	25,26a
Materia grasa de la leche, %	3,48a	3,65a	3,73a	3,60a
Proteína cruda de la leche, %	3,35a	3,55a	3,38a	3,30a
Sólidos totales de la leche por vaca por día, %	12,87a	13,36a	13,20a	13,02a

¹ Concentrado con grano de maíz.

² Concentrado con trigo alto grado de brotación.

³ Concentrado con trigo con grano intermedio de brotación.

⁴ Concentrado con trigo ligeramente brotado.

con grano brotado y grano no brotado en la alimentación de vacas lecheras, y concluyeron que no existen diferencias significativas en producción de leche no corregida. Sin embargo, los resultados no son estrictamente comparables entre sí, en atención a que los animales utilizados por ellos eran una mezcla de 50% de Sahiwal y 50% de Jersey, con niveles de producción de leche promedio de 3,18 kg d⁻¹.

En el presente ensayo tampoco se observaron diferencias en la producción de leche corregida al 3,5% de materia grasa ($P > 0,05$), a diferencia del trabajo de Patil-Chavan *et al.* (1999). No se observaron diferencias significativas en el contenido de materia grasa de la leche entre los diferentes tratamientos. Estos resultados no concuerdan con los de Patil-Chavan *et al.* (1999), quienes determinaron diferencias significativas en el contenido de este nutriente al suministrar granos brotados en la ración. Sin embargo, los niveles de materia grasa láctea de los animales utilizados por ellos fue en promedio de 5,48%, valores muy superiores a los que presentan los animales Frisones utilizados en este experimento. Esto mismo explicaría por qué encontraron diferencias significativas en la leche corregida.

Los niveles de proteína y sólidos totales de la leche no se vieron afectados por efecto de los tratamientos ($P > 0,05$), a diferencia del experimento de Patil-Chavan *et al.* (1999), que tuvo diferencias significativas entre grano de trigo brotado y no brotado en los sólidos totales de la

leche. Esto, sin embargo, podría explicarse nuevamente por los bajos niveles de producción de leche que presentaron sus animales experimentales, y que indudablemente afectaron los niveles de sólidos totales de la leche (Baechler, 1995; Hazard, 1997).

Consumo de MS, materia verde y eficiencia de conversión

En el Cuadro 6 se muestran los consumos de MS para los diferentes componentes de la ración, así como el consumo de MS por unidad de peso metabólico. Dado que los consumos obtenidos eran grupales, no fue posible realizar análisis estadísticos para determinar diferencias por efecto de tratamiento. Sin embargo, se realizaron análisis de regresión, determinándose que el consumo de materia total por vaca/día se ajusta a un modelo de regresión cúbico con un $R^2=0,84$. En cambio, el consumo de materia seca expresado por unidad de peso metabólico se ajusta a un modelo de regresión cuadrático, con un $R^2=0,83$. El mayor consumo de MS absoluto lo presentaron las vacas del T2 (trigo con alta brotación). Esto es coincidente con lo reportado por Patil-Chavan *et al.* (1999).

Rule *et al.* (1986), en un ensayo con animales de carne en engorda, determinaron que el consumo de MS no se afectaba por la inclusión de 25 a 50% de trigo con alta brotación en el concentrado. En este ensayo los niveles de inclusión de grano brotado en el concentrado fueron entre 69 y 74% (Cuadro 4), y eso explicaría las diferencias en consumo de MS observadas.

Cuadro 6. Producción diaria promedio de leche por vaca, composición de la leche, consumo de MS de los animales en los diferentes tratamientos.**Table 6. Average milk production per day per cow, milk composition, and DM intake of the dairy cows in the different treatments.**

	Tratamiento			
	T1 ²	T2 ³	T3 ⁴	T4 ⁵
Consumo MS del ensilaje	8,37	9,34	6,91	6,68
Consumo de MS de heno	3,52	3,52	3,52	3,52
Consumo MS del concentrado	5,92	6,0	6,06	6,12
Consumo diario total de MS vaca ¹	17,81	18,86	16,49	16,32
Consumo de MS/W ^{0,75} ¹	0,160	0,160	0,152	0,155
Eficiencia de conversión (kg MS L ⁻¹ leche)	0,716	0,809	0,694	0,656

¹ Consumo por unidad de peso metabólico.² Concentrado con maíz.³ Concentrado con trigo alto grado de brotación.⁴ Concentrado con trigo con grano intermedio de brotación.⁵ Concentrado con trigo ligeramente brotado.

Al expresar el aporte de los granos de trigo con diferente grado de brotación, en relación al total de la MS consumida, se determinó 26; 31,4; y 29,6%, fueron aportados por los granos de trigo brotados para los tratamientos T2, T3 y T4, respectivamente.

Dado que los animales presentaron peso vivo inicial diferentes, con un rango de 492 y 575 kg (Cuadro 7), y ello podría influir en el consumo de MS, se calculó el consumo de MS en relación al peso metabólico promedio que exhibieron los animales durante el experimento. Los consumos de MS expresado por unidad de peso metabólico también fueron grupales, por lo cual no se determinaron diferencias estadísticas. Estos valores de consumo de MS fueron diferentes a los encontrados por Hazard (2001) con el mismo tipo de animales, y que llegaron a 0,177 g de MS por unidad de peso metabólico con raciones que in-

cluyeron ensilaje de maíz *ad libitum*, 4 kg de heno de alfalfa y 6 kg de concentrado.

Al expresar la eficiencia de conversión en términos de kg MS L⁻¹ leche (Kg de MS consumida por litro de leche producido) se determinó que los animales de menor peso fueron más eficientes. Esta situación se clarifica en el Cuadro 7, donde se observa que los animales de T4 fueron los que presentaron el menor peso corporal, y a su vez fueron los que requirieron un menor consumo de MS por litro de leche producido (Cuadro 6). En cambio, los animales de T2 fueron los que presentaron un mayor peso corporal (Cuadro 7) y a su vez fueron los menos eficientes en la transformación de la MS consumida por litro de leche producido (Cuadro 6). Esto se explica porque los animales de mayor peso deben destinar una mayor cantidad de energía para cubrir sus requerimientos de manutención (Cañas, 1998).

Cuadro 7. Consumo de MS (kg) para los diferentes componentes de la ración, eficiencia de conversión y consumo por unidad de peso metabólico (W^{0,75}).**Table 7. Dry matter intake (kg) of the different components of the ration, efficiency of conversion and intake per unit of metabolic weight (W^{0,75}).**

	Tratamiento			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
Peso inicial, kg	524b	575a	517c	492c
Peso final, kg	543b	583a	520c	503c
Condición corporal al inicio del ensayo	3,05a	3,13a	2,89a	2,94a
Condición corporal al final del ensayo	3,22a	3,24a	3,10a	3,05a

Cifras con distinta letra indican diferencias significativas, según Test de Duncan (P > 0,05).

¹ Concentrado con grano de maíz.² Concentrado con trigo alto grado de brotación.³ Concentrado con trigo con grano intermedio de brotación.⁴ Concentrado con trigo ligeramente brotado.

Peso vivo y condición corporal

Por otra parte, durante el desarrollo de este ensayo se midieron los cambios de peso y cambios en la condición corporal que mostraron las vacas durante el experimento. En el Cuadro 7 se presentan los pesos promedios iniciales y finales. Se puede observar que todos los tratamientos incrementaron su peso. Los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencias estadísticas entre sí ($P > 0,05$). Tampoco hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos T3 y T4 ($P > 0,05$). Sin embargo, T1 y T2 fueron estadísticamente diferentes con T3 y T4 ($P < 0,05$).

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de la condición corporal al inicio y al final del ensayo. Se observó que, en general, los animales incrementaron su condición corporal durante el ensayo, sin embargo, no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

El hecho que todos los animales en los diferentes tratamientos incrementaran su peso vivo y mejoraran su condición corporal se debe a que el tipo de energía aportada por el ensilaje de maíz, en forma de almidón, conlleva a la formación de precursores de glucosa y, por lo tanto, a estimulación de la insulina, lo que hace que los animales tiendan a engordar y a aumentar su condición corporal (Hazard, 2001).

CONCLUSIONES

El grano de trigo con alta brotación, con brotación intermedia y ligeramente brotado se puede utilizar en los concentrados de vacas lecheras en un 70; 74 y 69% respectivamente, e incorporarlo en las raciones de vacas lecheras, sin afectar la producción de leche ni los componentes de la misma, siendo su respuesta productiva equivalente a la de incorporar grano de maíz en el concentrado en un 64%.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1970. Official methods of analysis. 11th ed. 1015 p. Association of Official Agricultural Chemists. Washington DC., USA.
- Baechler, E. 1995. Efecto de la nutrición - alimentación sobre la composición láctea. p. 122-150 *In* Lanuza, F.(ed.) Seminario Calidad de Leche Bovina, Osorno, Chile. 23-24 junio 1995. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile.
- Barrales, L., y H. Flores. 1990. Mediciones en la unidad experimental primaria. Boletín de Biometría Nº 9. 21 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile.
- Bateman, J.V. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. 468 p. Centro Regional de Ayuda Técnica, México D.F.
- Cañas C., R. 1998. Alimentación y nutrición animal. 551 p. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Ferguson, J.D., Galligan D.T., and N. Thomsen. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695-2703.
- Goering, H., y P. Van Soest. 1972. Análisis de fibra de forraje. 41 p. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Hazard, S. 1997. Variación de la composición de la leche. Curso-Taller Calidad de Leche e Interpretación de Resultados de Laboratorio. Temuco, Chile. 7 de Noviembre. Serie Carillanca Nº 62. p. 33-44. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile.
- Hazard, S. 2001. Evaluación de la mezcla de ensilaje de maíz y trébol rosado en diferentes proporciones en la alimentación de vacas lecheras en la zona sur. *Agric. Téc. (Chile)* 61:306-318.
- INN. 2000. Trigo harinero: requisitos. 19 p. NCH 1237-2000. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- Mac Arthur 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(5): 15-18; 22.
- 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., S. Hazard, y C. Hewstone. 2003. Comparación de grano de maíz y trigo brotado como componente de raciones de engorda invernal estabulada de novillos. *Agric. Téc. (Chile)* 64:375-379.
- Rule, D.C., R.M. Preston, R.M. Koes, and W.E. Mc Reynolds. 1986. Feeding value of sprouted wheat (*Triticum aestivum*) for beef cattle finishing diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 15:113-121.
- Siegel, S. 1972. *Estadística no paramétrica*. 346 p. Editorial Trilla, México.
- Van Soest, P.J. and R.H. Wine. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV. The determination of plant cell wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 50:55.