

INFLUENCIA DE DOS AMBIENTES RUMINALES EN LA DEGRADACIÓN DE AVENA Y MAÍZ GRANO Y DEGRADACIÓN DE AFRECHILLO DE TRIGO, HARINILLA DE ARROZ Y COSETA HÚMEDA¹

Rumen degradation of oats and corn at two rumen environments and degradation of wheat bran, rice bran and sugar beet pulp

Ernesto Jahn B.², Fernando Bórquez L.³, María Isabel Monsalve S.³, Gustavo Contreras C.³, Gabriel Ormeño R.² y Héctor Manterola B.⁴

S U M M A R Y

In the first trial, the *in situ* rumen degradation of oats and maize grain was evaluated. Both grains were studied under two different rumen conditions produced by high and low concentrate levels. Four Holstein-Friesian cows with rumen fistulae in their last third of pregnancy were used. The second trial, the *in situ* degradation of wheat bran, rice bran and sugar beet pulp was evaluated. Three Holstein cows were used.

Five g of each feedstuff was incubated in nylon bags of 15 x 9 cm with 1600 porous per cm during 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36 and 48 hours. Each sample was analyzed for its contents of dry matter, protein and acid detergent fibre. In the first trial the potential maximum disappearance values in maize grain, were: 92, 83 and 66% for dry matter, protein and acid detergent fiber. In contrast, for similar components, the values for oat grain were: 75, 93 and 26%, respectively. Both grains had different degradation curves ($P < 0.05$), and in both environments the pH differences were small. Level of concentrate did not affect dry matter and crude degradation. In the second trial the dynamics of the digestion was different between the three feedstuffs evaluated and potential disappearance of the wheat bran, rice bran and sugar beet pulp were: 74, 63 and 92% for dry matter; 81, 71 and 76% for protein; 31, 16 and 86% for acid detergent fiber, respectively.

Key words: *in situ*, digestibility, corn, oats, beet pulp, wheat bran.

INTRODUCCIÓN

El método de la bolsa de nylon o *in situ*, resulta bastante apropiado para determinar la degradabilidad ruminal. Entrega resultados dinámicos a través del tiempo, es simple y de bajo costo. Una serie de estudios se han realizado para evaluar los diversos factores que inciden de una u otra forma en el método *in situ*. Factores como posición de la bolsa en el rumen (Rodríguez, 1968), tamaño de muestra y tiempos de incubación (Van Keuren y Heinemann, 1962), cantidad de muestra, porosidad de la tela, tamaño de la bolsa (Figroid *et al.*, 1972), diferencias entre animales, entre series de repeticiones, entre bolsas, (Mehrez y Orskov, 1977; Orskov, 1985), número de bolsas por animal, número de animales por

muestra, tipo de alimento del animal incubante (Weakley *et al.*, 1983; Cerda *et al.*, 1986a; Contreras, 1994) tienen efectos sobre los resultados que se obtienen con este método. Por estas razones se considera apropiado utilizar un mínimo de cuatro bolsas por tratamiento, utilizando diferentes animales e incubando el material en diferentes posiciones en el rumen para obtener resultados satisfactorios. Además existe una buena correlación entre los métodos *in situ* e *in vivo* (Hopson *et al.*, 1963; Cerda *et al.*, 1986b).

Existen resultados contradictorios respecto del efecto que tiene la ración sobre la degradación de los nutrientes en las bolsas suspendidas en el rumen, es así como algunos autores estiman que la ración no afecta la degradabilidad (Murphy y Kennelly, 1987; De Faria y Huber, 1984b) en cambio otros han determinado que la ración afecta los resultados (Barrio *et al.*, 1985; Weakley *et al.*, 1983).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de diferentes ambientes ruminales sobre la

¹Recepción de originales: 20 de diciembre de 1994.

²Centro Regional de Investigación Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

³Universidad de Concepción, Departamento Producción Animal, Casilla 537, Chillán, Chile.

⁴Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

degradabilidad de granos de avena y maíz y comparar la degradabilidad ruminal de algunos subproductos industriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el primer ensayo (A), se utilizaron cuatro vacas Holstein con fístula ruminal, las que se encontraban en su último tercio de preñez. Los alimentos evaluados fueron granos de avena y maíz, en dos ambientes ruminales inducidos por la alimentación que consistió en dos niveles de concentrado, alto y bajo (Cuadros 1 y 2). Los animales se rotaron en su alimentación de tal manera que en el primer periodo, los animales uno y tres recibieron la dieta alta en concentrado, en cambio los animales dos y cuatro recibieron la ración baja en concentrado (Cuadro 3). En el segundo periodo las vacas se cambiaron de ración. Las mediciones se realizaron 21 días después del cambio de ración para permitir un adecuado acostumbamiento a la dieta.

En el segundo ensayo (B), se utilizaron 3 vacas (2 de ellas en lactancia), cuya ración y composición del concentrado se indica en los cuadros 1 y 2. La vaca no lactante recibió una ración de 8 kg de materia seca basada en ensilaje de maíz, paja de cereal, afrecho de raps, urea y suplementación con minerales y vitaminas. Los alimentos evaluados fueron afrechillo de trigo, harinilla de arroz y coseta húmeda.

Los alimentos de los ensayos A y B, fueron previa incubación, secados a 65 °C, tamizados a 2 mm y se les determinó materia seca (AOAC, 1970), proteína cruda (Kjeldahl, AOAC, 1970) y fibra detergente ácido (Van Soest, 1963). Para los cuatro animales en el ensayo A y los tres en el ensayo B, se tomaron muestras de 5 g para cada uno de los 8 tiempos de

CUADRO 1. Raciones suministradas a los animales en los dos ensayos (kg/vaca/día)

TABLE 1. Rations used in both trials (kg/cow/day)

Alimentos	Ensayo A Nivel de concentrado		Ensayo B
	Bajo	Alto	
Ensilaje de maíz	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>
Heno de alfalfa	6,0	4,0	4,0
Afrecho de raps	1,0	1,0	-
Harina de pescado	0,5	0,5	-
Coseta húmeda	-	-	7,5
Melaza de remolacha	-	-	2,5
Concentrado	-	6,0	6,5

CUADRO 2. Composición de los concentrados usados en los dos ensayos, %

TABLE 2. Composition of concentrates used in both trials, %

Componentes	Ensayo A	Ensayo B
Afrecho de raps	20,1	19,8
Afrechillo de trigo	13,1	-
Lupino dulce	15,1	24,7
Harina de pescado	8,0	11,9
Cebada grano	15,1	9,9
Triticale grano	15,1	19,8
Sebo animal	7,0	6,9
Fosfato tricálcico	2,0	2,0
Bicarbonato de sodio	1,5	2,0
Sal lobos	1,0	1,0
Sal común	1,0	1,0
Premezcla de vitaminas (ADE)	0,5	0,5
Sulfato de sodio	0,5	0,5

CUADRO 3. Niveles de concentrado suministrado a los diferentes animales para los dos periodos en ensayo A

TABLE 3. Concentrate level used for different animals in trial A

Periodo	Nivel concentrado	Ani- males*	Nivel concentrado	Ani- males*
1	Alto	(1-3)	Bajo	(2-4)
2	Bajo	(1-3)	Alto	(2-4)

*Digitos entre paréntesis corresponden a identificación de animales.

CUADRO 4. Composición química de los alimentos evaluados (%)

TABLE 4. Chemical composition of the feedstuffs evaluated (%)

Alimento	Materia seca	Proteína cruda	FDA	Lignina
Grano de maíz	-	8,00	4,1	0,6
Grano de avena	-	8,25	16,5	3,6
Afrechillo trigo	90,6	13,30	15,0	3,7
Harinilla arroz	89,3	13,30	20,5	5,4
Coseta húmeda	23,5	8,60	26,2	2,5

incubación (1, 2, 4, 8, 12, 24, 36 y 48 horas). Como las determinaciones se realizaron dos veces en cada animal, se obtuvo un total de ocho observaciones para cada alimento, nivel de concentrado y tiempo de incubación en el ensayo A y seis observaciones para cada alimento y tiempo de incubación en el ensayo B.

Las muestras se colocaron dentro de las bolsas de dacrón de 15 x 9 cm con 1.600 poros por cm y éstas se fijaron a una manguera de 50 cm de largo a razón de cuatro bolsas por manguera. La posición de las bolsas en la manguera fue al azar. Previa inmersión en agua por medio minuto, se introdujeron en el rumen para incubación. Las bolsas se introdujeron en el rumen en forma secuencial y fueron retiradas con las mangueras a un mismo tiempo al final del período de incubación. Inmediatamente después de retiradas se lavaron con abundante agua potable y luego en el laboratorio nuevamente con agua destilada. Posteriormente se secaron en un horno con aire forzado a 65 °C y se les realizó los análisis químicos antes mencionados.

El líquido ruminal se caracterizó a través de la medición del nivel de acidez en un microprocesador de pH, con una serie de determinación cada 3 horas por 24 horas. Las muestras de contenido ruminal se extrajeron directamente desde la cánula y se filtraron por tres capas de gasa quirúrgica para luego determinar el pH.

El análisis estadístico corresponde a un arreglo factorial considerando como factores el ambiente ruminal, alimento y tiempo de incubación en el ensayo A y los dos últimos factores para el ensayo B utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1988).

Los resultados se expresan como curvas de degradabilidad versus tiempo. Estas curvas fueron ajustadas según lo descrito por Orskov y McDonald (1970). Los coeficientes a, b y c fueron ajustados por un procedimiento no lineal (SAS Institute Inc., 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo A

La ración con un nivel alto de concentrado disminuyó ($P < 0,05$) el pH del contenido ruminal (Figura 1), lo que concuerda con Kaufmann y Saelzer (1976). Sin embargo, las diferencias fueron pequeñas, pero debido al alto número de observaciones se lograron detectar diferencias estadísticamente significativas. La variación que se observa durante un período de 24 horas responde a lo descrito por otros autores (Kaufmann y Saelzer, 1976), respecto a la baja del pH después del consumo de alimento, y que los valores mínimos de pH se encuentran entre las tres y las seis horas después de la ingestión, producto de la degradación de carbohidratos solubles y proteína, con la consiguiente producción de ácidos grasos volátiles, los que acidifican el medio.

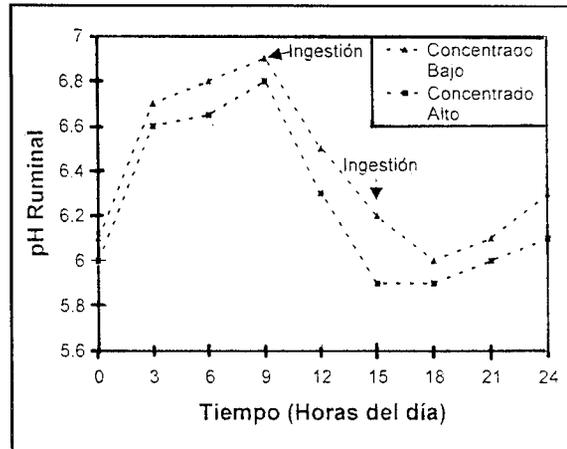


FIGURA 1. Variación promedio del pH ruminal durante 24 horas con dos niveles de concentrado bajo y alto.

FIGURE 1. Rumen pH values during a 24 hour period for two levels of concentrate low and high.

Los niveles mayores de pH fueron alcanzados en períodos nocturnos, efecto atribuido a un mayor tiempo de rumia el cual provocó un aumento gradual y acumulativo de los valores, alcanzándose el mayor valor 24 horas después del primer suministro de ración. Hubo diferencias entre los dos períodos de medición de acidez ruminal, efecto tal vez atribuible a un comportamiento diferente en días distintos. Las diferencias en pH observadas en este trabajo son menores a las detectadas por De Faria y Huber (1984a) en raciones de ensilaje de alfalfa y granos. Se observó una variación individual de los valores de pH ruminal entre los diferentes animales (Figura 2). Se destaca el comportamiento distinto especialmente del animal número cuatro, atribuible a un hábito alimenticio particular de los animales, el cual es reconocido como una fuente importante de variación en el método *in situ* (Mehrez y Orskov, 1977). Esta gran diferencia en pH ruminal entre animales con la misma ración, que además se entregó como ración completa revuelta a horqueta, puede explicar lo que sucede con vacas lecheras de alta producción cuando se produce problemas de acidosis subclínica en raciones con altos niveles de concentrado, ya que normalmente sólo en una proporción de los animales se observan efectos detrimentales. Estos datos indicarían que para determinar si existen problemas de acidosis deberían muestrearse sobre cinco animales con intervalos de toma de muestras cada tres horas en horarios posteriores al suministro de la ración para poder detectar diferencias en pH de los contenidos del rumen.

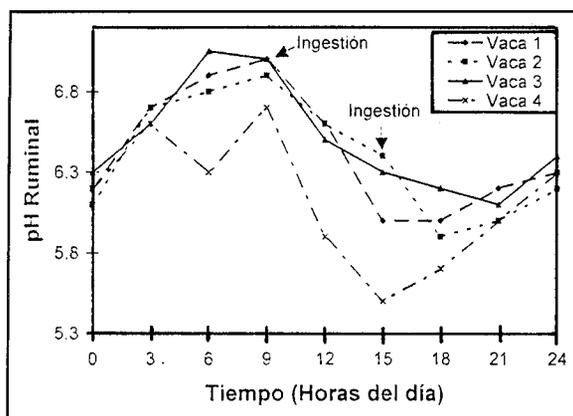


FIGURA 2. Variación individual de los valores de pH ruminal de los animales durante un periodo de 24 horas.

FIGURE 2. Individual rumen pH values during a 24 hour period.

Materia seca

Ambos granos poseen niveles diferentes de degradabilidad de materia seca (m.s.) y proteína total (Pt) a través de todo el proceso digestivo (Figura 3). La degradabilidad de la m.s. fue alta en el grano de avena en la primera hora de incubación (58%), a diferencia, en el grano de maíz fue baja (28%), en el mismo tiempo. Sin embargo, los valores de degradabilidad de m.s. son similares para ambos granos a las 24 horas de incubación. Finalmente, a las 48 horas se obtienen valores de 92% para el maíz y sólo 75% para grano de avena. Anrique (1992), indica degradaciones potenciales similares a las encontradas en este ensayo, obteniendo una degradación potencial del 100% para el grano de maíz y del 75% para el grano de avena, a las 36 horas de incubación.

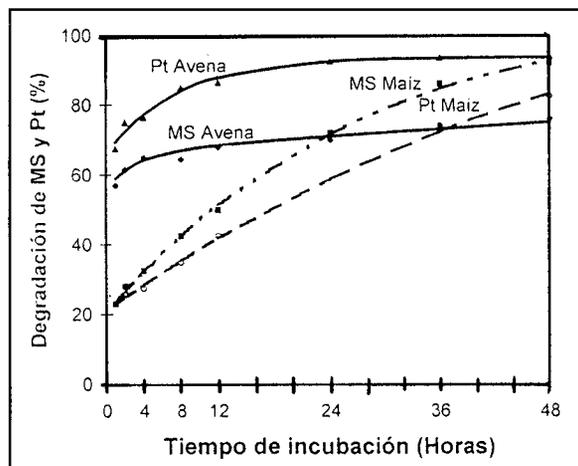


FIGURA 3. Degradación ruminal de materia seca (m.s.) y proteína cruda (Pt) para cada uno de los granos de avena y maíz.

FIGURE 3. Rumen degradation of dry matter (d.m.) and crude protein (Pt) for both oats and corn grain.

Los ajustes de las curvas al modelo propuesto por Orskov y MacDonald (1970), sólo se ajustaron adecuadamente para avena, en cambio para el grano de maíz este ajuste no fue bueno debido a que la degradabilidad no se estabilizó a las 48 horas. En el caso del maíz tanto para materia seca como proteína la suma de las constantes $a + b$ presentó un valor superior a 100.

Proteína cruda

La degradabilidad de la proteína de avena fue rápida en las primeras horas de incubación en comparación con el grano de maíz obteniéndose valores de 35 y 82% de degradabilidad a las ocho horas para maíz y avena, respectivamente (Figura 3). La degradabilidad máxima de la proteína fue para el grano de avena de 93% y para el grano de maíz 83% como promedio para los dos niveles de concentrado en la ración.

Fibra detergente ácido (FDA)

Al aumentar su tiempo de permanencia en el contenido ruminal, las diferencias de digestibilidad de la FDA entre maíz y avena se hacen más evidentes. La lignocelulosa del maíz es más digestible que la del grano de avena y su tasa de desaparición es notoriamente mayor después de las ocho horas, llegando a su punto máximo a las 48 horas con un valor de 66%. En cambio el grano de avena, sólo llegó a 26%. Esta diferencia debe estar relacionada con el mayor contenido de lignina del grano de avena en comparación con el maíz.

Ambiente ruminal

Los dos ambientes inducidos por diferentes niveles de concentrado en la dieta, no produjeron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la degradabilidad ruminal de ninguno de los componentes nutritivos de los granos estudiados. Las curvas de degradabilidad de materia seca en el grano de maíz en los dos ambientes ruminales, se entrelazan a través del tiempo, no diferenciándose claramente (Figura 4). Sólo se observa una mayor diferencia en la degradabilidad a las 24 horas de incubación. En el grano de avena, se aprecia tendencias semejantes para este componente en iguales condiciones. Aunque existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el pH ruminal entre las dos raciones (Figura 1), la máxima variación se produjo a las 15:00 horas. Esta diferencia fue de 0,36 unidades de pH, lo cual, no fue suficiente para producir un efecto sobre la degradabilidad ruminal de granos de avena y maíz. Aunque la diferencia de pH fue de sólo 0,36 unidades en promedio, las variaciones absolutas, es decir, entre máximo y mínimo considerando todos los animales, fue de 1,5 unidades de pH (Figura 2).

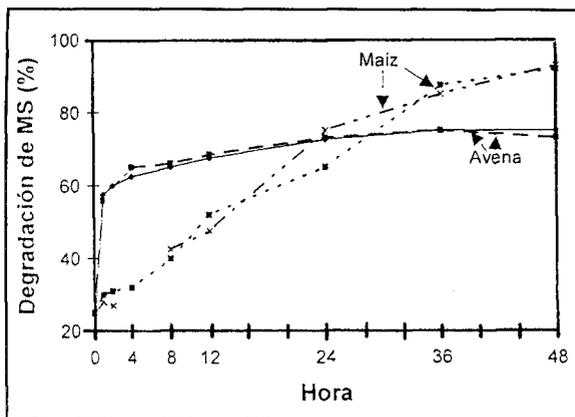


FIGURA 4. Degradación ruminal de materia seca (%) en los granos de maíz y de avena en dos niveles de concentrado bajo y alto.

FIGURE 4. Rumen degradation of oats and corn grain at two concentrate feedings levels low and high.

El nivel de concentrado de la ración no afectó la degradabilidad de la materia seca, lo que concuerda con De Faria y Huber (1984b) aunque las diferencias de pH ruminal fueron mayores en el estudio mencionado (De Faria y Huber, 1984a). Barrio *et al.* (1985), encontraron efectos de la ración sobre la degradabilidad de la materia seca y proteína de harina de soya y harina de carne, sin embargo, en este trabajo se utilizaron raciones con 20 y 80% de concentrado. De acuerdo a la información obtenida y un análisis de la literatura al respecto se puede concluir que cuando se utilizan raciones con niveles moderados de concentrado hasta máximo de 40% de la ración total, no debieran observarse diferencias importantes en la degradabilidad ruminal de la materia seca y la proteína, por lo tanto, los resultados pueden ser utilizados para una amplia gama de raciones.

Ensayo B

La desaparición de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente ácido fue significativamente ($P \leq 0,05$) distinta para afrechillo de trigo, harinilla de arroz y coseta húmeda. Los alimentos responden en forma diferente al proceso de degradación realizado en el rumen del animal, lo que concuerda con Mehrez y Orskov (1977), en que el proceso de digestión microbiana no es instantáneo, sino más bien de tipo dinámico que ocurre como función del tiempo de exposición de los alimentos a la acción digestiva microbiana del rumen.

Materia seca

La coseta húmeda a pesar de ser el alimento que inicialmente tuvo la degradabilidad más lenta, logró alcanzar el nivel más alto de un 92% a las 48 horas, a diferencia del 74% y de 67% señalado para afre-

chillo de trigo y harinilla de arroz, respectivamente (Figura 5).

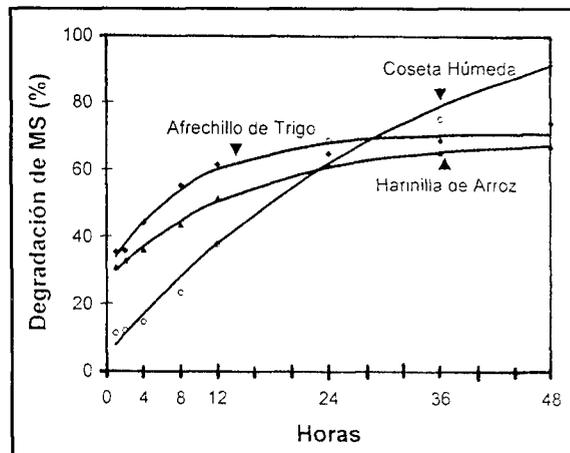


FIGURA 5. Degradación ruminal de materia seca (m.s.) de afrechillo de trigo (AT), harinilla de arroz (HA) y coseta húmeda (CH).

FIGURE 5. Dry matter (d.m.) rumen degradation of wheat bran (AT), rice bran (HA) and sugar beet pulp (CH).

Estos resultados son coincidentes con los indicados por Anrique (1992), quien menciona a la coseta de remolacha y al maíz como alimentos de lenta degradación inicial y alta degradabilidad máxima. Este autor, también señala que la velocidad de pasaje disminuye más la degradabilidad ruminal de alimentos de degradación inicial lenta (como es el caso de la coseta húmeda), ya que al aumentar la velocidad de pasaje se reduce el tiempo de exposición del alimento a la acción bacteriana ruminal. Afrechillo de trigo y harinilla de arroz presentaron una rápida degradabilidad inicial y una degradabilidad total más baja que la coseta húmeda. Los ajustes de las curvas de acuerdo a lo propuesto por Orskov y Mac Donald (1970) fue adecuado para afrechillo de trigo y harinilla de arroz, en cambio, no se produce una estabilización de la degradación antes de 36 horas para coseta de remolacha azucarera. Para obtener una buena predicción de los valores a, b y c debiera aumentarse los períodos de incubación a 60 horas para los alimentos de lenta degradación ruminal.

Proteína cruda

Existen grandes diferencias en las curvas de degradación de la proteína cruda de afrechillo de trigo, harinilla de arroz y coseta húmeda (Figura 6). La proteína cruda de la coseta de remolacha tiene una degradabilidad casi nula en las primeras 12 horas de incubación ruminal (Figura 6). Sin embargo, su tasa de desaparición aumentó considerablemente después de las 12 horas, en relación al afrechillo de trigo y a la harinilla de arroz.

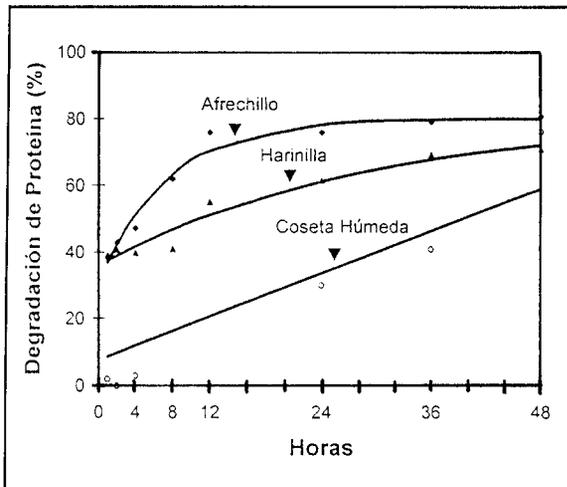


FIGURA 6. Degradación ruminal de proteína cruda (Pt) de afrechillo de trigo (AT), harinilla de arroz (HA) y coseta húmeda (CH).

FIGURE 6. Crude protein rumen degradation of wheat bran (AT), rice bran (HA) and sugar beet pulp (CH).

El afrechillo de trigo y harinilla de arroz inician su degradabilidad ruminal casi con la misma intensidad a un nivel muy superior a coseta húmeda. La tasa de desaparición de la proteína cruda del afrechillo de trigo tiene un aumento muy rápido hasta llegar prácticamente a su máximo a las 12 horas de incubación para alcanzar el 81% a las 48 horas de incubación. Los valores de degradación a las 48 horas, fueron de 76 y 71% para coseta húmeda y harinilla de arroz, respectivamente.

Fibra detergente ácido

La degradabilidad ruminal fue significativamente mayor ($P < 0,05$) en la coseta en relación al afrechillo de trigo y a la harinilla de arroz. La mayor diferencia se produjo a partir de las 8 horas cuando se inicia un rápido aumento en la degradabilidad de la coseta, en cambio, la degradabilidad de harinilla de arroz se estabiliza alrededor del 10 a 15% y la de afrechillo de trigo aumenta lentamente (Figura 7). Hay que destacar el alto porcentaje de desaparición máxima obtenida para FDA de la coseta húmeda, la cual llega a 86%, con respecto a 31% y 16% observados en afrechillo de trigo y harinilla de arroz, respectivamente. La elevada degradabilidad de la FDA de coseta húmeda es atribuible al bajo contenido de lignina del material original.

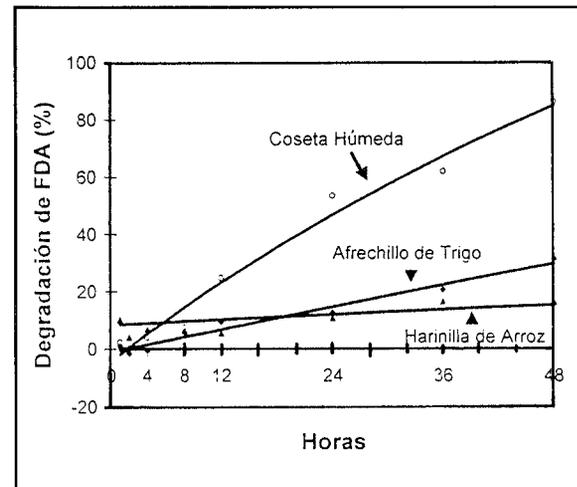


FIGURA 7. Degradación ruminal de fibra detergente ácido (%) de afrechillo de trigo (AT), harinilla de arroz (HA) y coseta húmeda (CH).

FIGURE 7. Rumen degradation of acid detergent fiber (%) of wheat bran (AT), rice bran (HA) and sugar beet pulp (CH).

Con materiales celulósicos, a menudo en el comienzo existe una fase retardada, durante la cual los microorganismos del rumen colonizan las partículas de alimentos, antes que el material insoluble comience a desaparecer (Orskov, 1980) y seguramente es la causa que los tres alimentos presenten una desaparición casi nula en las primeras horas de incubación.

Los granos de maíz y avena; afrechillo de trigo, harinilla de arroz y coseta húmeda presentan diferentes tasas de degradación y diferentes degradaciones potenciales máximas. Entonces, la combinación de alimentos en la dieta que asegure aportes sincronizados de proteína y energía o la secuencia de dietas de acuerdo a la tasa de entrega de nutrientes, nos llevaría a obtener combinaciones más convenientes y mejor aprovechadas por el animal.

CONCLUSIONES

El nivel de concentrado de la ración no afectó la degradabilidad ruminal de la materia seca y la proteína. Por lo tanto, los resultados del método de degradabilidad *in situ* pueden aplicarse a raciones con diferentes niveles de concentrado.

Existen grandes diferencias de pH ruminal entre animales alimentados con la misma ración.

RESUMEN

En el primer ensayo se evaluó la degradabilidad ruminal *in situ* de los granos de avena y maíz. Ambos granos se estudiaron en dos condiciones ruminales inducidas por dos niveles de ingestión de concentrado (alto y bajo). Se usaron cuatro vacas Holstein-Friesian gestantes en su último tercio de preñez, con fístula ruminal. En el segundo ensayo se evaluó la degradabilidad *in situ* de afrechillo de trigo, harinilla de arroz y coseta húmeda. Se usaron tres vacas Holstein. En ambos ensayos se incubaron 5 g de cada alimento dentro de bolsas de nylon de 15 x 9 cm y con 1.600 poros por cm, durante 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36 y 48 horas. A cada muestra se le analizó su contenido de materia seca, proteína cruda y fibra detergente ácido. En el primer ensayo los valores promedios máximos de la degradación potencial obtenidos en el grano de maíz, fueron: 92, 83 y 66%

para materia seca, proteína y fibra detergente ácido. Los valores obtenidos para los mismos componentes en el caso de grano de avena, fueron: 75, 93 y 26%, respectivamente. Ambos granos presentaron diferentes cinéticas de degradación ($P < 0,05$) y en ambos ambientes, las diferencias de pH fueron pequeñas. El nivel de concentrado no afectó la degradabilidad ruminal de materia seca y proteína. En el segundo ensayo, la dinámica de digestión fue diferente entre los tres alimentos evaluados y la desaparición potencial para afrechillo de trigo, harinilla de arroz y coseta húmeda, fueron: 74, 63 y 92% para materia seca; 81, 71 y 76% para proteína y 31, 16 y 86% para fibra detergente ácido, respectivamente.

Palabras claves: digestibilidad *in situ*, maíz, avena, coseta remolacha azucarera, afrechillo de trigo.

LITERATURA CITADA

- ANRIQUE G., R., VALDERRAMA L., X. y ALOMAR C., D. 1992. Degradación ruminal de la materia seca y proteína en granos de cereales y subproductos. En: XVII Reunión Anual Sochipa. Sociedad Chilena de Producción Animal, 20 al 22 de octubre. INIA, Estación Experimental Quilmapu. Chillán. Chile. p.: 105.
- BARRIO, J.C., F.N. OWENS, and A.L. GOETSCH. 1985. Soluble nutrients in protein supplements and *in situ* disappearance. Can. J. Anim. Sci. 65: 667-672.
- CERDA, A.D., B.H.MANTEROLA, A.L.SIRHAN y O.P. AYLWIN. 1986a. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. I. Validación del método de digestibilidad *in situ* (Bolsa de nylon) y estudio de algunos factores que lo afectan. Av. Prod. Anim. 11: 41-52.
- CERDA, A.D., B.H. MANTEROLA y A.L. SIRHAN. 1986b. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. II. Estudio comparativo de métodos *in vitro* e *in situ* como predictores de la digestibilidad aparente. Av. Prod. Anim. 11: 53-62.
- CONTRERAS, G. 1994. Digestibilidad *in situ* de avena y maíz grano bajo dos condiciones ruminales inducidas mediante la alimentación. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Agron. Depto. Prod. An. Chillán. Chile.
- DE FARIA, V.P. and J.T. HUBER. 1984a. Effect of dietary protein and energy levels on rumen fermentation in Holstein steers. J. Anim. Sci. 58: 452-458.
- DE FARIA, V.P. and J.T. HUBER. 1984b. Influence of dietary protein and energy on disappearance of dry matter from different forage types from dacron bags suspended in the rumen. J. Anim. Sci. 59: 246-251.
- FIGROID, W., W.H. HALE and B. THEURER. 1972. An evaluation of the nylon bag technique for estimating rumen utilization of grains. J. Anim. Sci. 35: 113-120.
- HOPSON, J.D., R.R. JOHNSON and B.A. DEHORITY. 1963. Evaluation of the dacron bag technique as a method for measuring cellulose digestibility and rate of forage digestion. J. Anim. Sci. 22: 448-453.
- KAUFMANN, W. y V. SAELZER. 1976. Fisiología Digestiva Aplicada del Ganado Vacuno. Acribia. Zaragoza. España.
- MEHREZ, A.Z. and E.R. ORSKOV. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci., Camb. 88: 645-650.
- MONSALVE, I. 1994. Digestibilidad *in situ* (bolsa de nylon) de afrechillo de trigo, harinilla de arroz y coseta húmeda. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Agron. Depto. Prod. Anim. Chillán. Chile.
- MURPHY, J.J. and J.J. KENNELLY. 1987. Effect of protein concentration and protein source on the degradability of dry matter and protein *in situ*. J. Dairy Sci. 70: 1841-1849.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1970. A.O.A.C. Washington, U.S.A.
- ORSKOV, E.R. and I. McDONALD. 1970. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., Camb. 92: 499-503.

ORSKOV, E.R. 1985. Evaluation of crops residues and agroindustrial by-products using the nylon bag method. Guidelines Research on Crop Residues. Nº 264. IICA/FAO. Roma.

RODRÍGUEZ, H. 1968. Digestibilidad con la bolsa *in vivo*: la posición relativa de la bolsa dentro del rumen. Rev. Cubana Cienc. Agric. 2: 285-287.

SAS INSTITUTE INC. 1988. SAS procedure Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, U.S.A.

VAN KEUREN, R.W. and W.W. HEINEMANN. 1962. Study of a nylon bag technique for *in vivo* estimation of forage digestibility. J. Anim. Sci. (Abstract) 57: 622.

VAN SOEST, P.T. 1963. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. J. AOAC. 46: 829-835.

WEAKLEY, D.C., M.D. STERN and L.D. SATTER. 1983. Factors affecting disappearance of feedstuffs from bags suspended in the rumen. J. Anim. Sci. 56: 493-507.