

Niveles de afrecho de raps en novillos. Consumo y propiedades deletéreas¹

Claudio Wernli K.², Paul Hebel G.³ y Juan José Romero T.⁴

INTRODUCCION

El continuo aumento en el tonelaje de aceite y afrecho de raps (AR) elaborados en Chile durante el último decenio ha despertado gran interés por el empleo del afrecho de raps como recurso alimenticio para el ganado. Por otra parte, el éxito de la industria aceitera depende, en gran parte, del uso extensivo del afrecho y su comercialización.

En general, dada la buena calidad proteica de los afrechos de semillas oleaginosas elaborados hoy día, éstos podrán encontrar cada vez mayor aplicación en la alimentación humana. Sin embargo, las propiedades organolépticas del afrecho de raps y su relativa toxicidad hacen que este alimento tenga más aplicación como suplemento proteico de origen vegetal para rumiantes. En la presente investigación se ha estudiado la aceptabilidad y propiedades tóxicas del afrecho de raps para novillos de engorda, al suministrarlo en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos proteicos y energéticos de una ración basada en ensilaje de maíz.

REVISION DE LITERATURA

Aceptabilidad

La existencia de una sustancia amarga en el afrecho de raps, denominada sinapina, podría ser la causa de su incompleta aceptabi-

lidad por parte del ganado (Bell, J. M., 1967). Esto se observa por un rechazo inicial o por un menor consumo de raciones que contienen AR.

El consumo de una ración parece ser influenciado por el porcentaje de AR que la compone. La literatura al respecto es contradictoria. Resultados satisfactorios se han registrado con 9 y 12% de AR, en vacas lecheras (Jarl, F., 1951) (Whiting, F., 1965). Seale, M. B. (1952) y Asplund, J. M. (1962) no obtuvieron diferencias en el consumo de dos concentrados para vacas en lactancia, que incluían AR y afrecho de linaza. En la primera experiencia, el afrecho constituyó 20% del concentrado; en la segunda, 10%. Con ovejas preñadas y en lactancia no se han observado problemas de aceptabilidad al suministrar niveles de 10 y 20% de AR; la inclusión de 30% redujo el consumo, afectándose notablemente la condición de las ovejas y sus crías (Bezeau, L. M., Slen, S. B. y Whiting, F., 1960). La suplementación proteica en 5 formas (AR y afrecho de algodón en 5-10-15-20-25%, y 35-30-25-20-15%, respectivamente) como suplemento de una ración basada en paja de trigo, melaza y sal, no dio diferencias significativas entre tratamientos (Athar *et al.*, 1963). Los autores sugieren que cualquier deterioro en la palatabilidad resultante del amargor del AR fue encubierto por las melazas. Burkitt *et al.* (1954) y Bell, J. M. y Weir, J. A. (1952) compararon AR y afrecho de linaza como complemento de forrajes toscos para ganado bovino de carne y ganado lanar. Aun cuando el afrecho de linaza se consumió en forma más rápida, con ambas raciones el consumo de afrecho y las ganancias diarias de peso fueron similares. Según los primeros, si los suplementos se hubieran suministrado a discreción podría esperarse un mayor consumo de afrecho de linaza.

En contradicción con los resultados de Seale y de Asplund antes mencionados, Roberts, W. K. (1965) describe los trabajos de Ingalls y Seale con vacas en lactancia, quienes obser-

¹Los autores agradecen a los Médicos Veterinarios Dres. Ulises Cuajardo G. y Alberto Davidovich Z., por su valioso aporte en la extracción y estudios histológicos de glándulas tiroideas, y la colaboración del Ing. Agrónomo, Gonzalo Castro C.

Recepción originales: 18 de abril de 1972.

²Ing. Agr., Ph. D., Proyecto Leche-Carne-Lana. Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Casilla 5427, Santiago, Chile.

³Profesor Auxiliar de Anatomía Patológica, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile. Casilla 5539, Santiago, Chile.

⁴Ing. Agr., M.S., Proyecto Leche-Carne-Lana, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Casilla 5427, Santiago, Chile.

varon un menor consumo de grano (4,3 Kg/vaca/día) cuando se agregó AR en un 13%, con respecto a la inclusión de iguales proporciones de afrecho de soya. Niveles sobre 10% de AR podrían conducir a un menor consumo y rendimiento en leche (Roberts, W. K., 1965). El consumo de una mezcla de granos para novillos de engorda incluyendo 8-10% de AR fue menor con respecto a la inclusión de iguales proporciones de afrecho de maravilla o linaza (Seale, M. B., 1952). En una comparación de AR y afrecho de linaza suministrado *ad libitum* como suplemento de una ración base de heno, se observó un consumo significativamente más bajo de AR (Beranger, C. y Grenet, M., 1969).

No existe, por lo tanto, un consenso general acerca de los niveles máximos de AR que se pueden suministrar sin causar efectos adversos en el consumo. Los posibles beneficios de la agregación de melazas, o a través del tostado del afrecho (100°C) con el objeto de mejorar la aceptabilidad del afrecho de raps son aún dudosos (Roberts, W. K., 1965) (Bell, J. M., 1967), pudiendo conseguirse un mayor consumo voluntario de AR al aumentarse la temperatura durante el proceso extractivo (Beranger, C. y Grenet, N., 1969).

Toxicidad.

Los efectos adversos del consumo de elevadas dosis de AR han sido estudiados principalmente en especies menores (ratas, cerdos y aves) que han demostrado mayor susceptibilidad con respecto a rumiantes. Los trabajos de Manns *et al.* (1963), González, N., Haardt, E. y Potocnjack, J. (1964), Hebel, P. (1965), Bell, J. M. y Belzile, R. J. (1965) y Robblee, A. R. (1965), dejan en claro la acción bocígena del AR en monogástricos. Se han distinguido, además, otros efectos, como depresión del crecimiento, irritación del tubo digestivo, hipertrofia del hígado y riñón, lesiones tisulares y otros (Bell, J. M. y Belzile, R. J., 1965) (Wetter, L. R., 1968, comunicación personal)¹ alguno de los cuales podrían no estar relacionados con el funcionamiento irregular de la glándula tiroides (Bell, J. M., 1967) (Bowland, J. P., 1965).

El mecanismo de acción de los compuestos bocígenos (isotiocianatos y 5-vinil-2 oxazolidonetiona) no está aún bien aclarado. Astwood, E. B., Greer, M. A. y Ettlenger, M. G. (1949) y Bell, J. M. (1967) sugieren que se impediría la iodización de la tirosina. Sin embargo, los bocígenos podrían deteriorar la función hormonal de la tirosina circulante,

interfiriendo reacciones de oxidación y/o de hidrogenación, en forma similar a la acción de otros bocígenos naturales (Bell, J. M. y Belzile, R. J., 1965) (Hebel, P., 1965).

A pesar de que frecuentemente se recomienda restringir el uso de AR en el ganado y aves, los rumiantes aparecen como los menos susceptibles a la toxicidad del suplemento. Apparently, la acción de ciertos microorganismos del rumen capaces de hidrolizar los glucósidos y factores bocígenos del AR, explicaría en gran parte la mayor tolerancia de los rumiantes. Steger, H., Piatkowski, B. y Püschel, F. (1966) ensayaron el suministro de 5-8 g diarios de tiocianato de potasio en vacas lecheras; se excretó solamente 20-25% de lo suministrado. Virtanen *et al.* (citados por Whiting) encontraron sólo 0,05% de L-5 vinil-2 oxazolidonetiona de la ración en la leche; resultados similares se obtuvieron con isotiocianatos.

Wetter (1968) (comunicación personal)¹, menciona un caso de muerte en vacas lecheras por el consumo de afrecho de raps. Las intensas ulceraciones del tubo digestivo permitieron suponer que la semilla elaborada incluía cantidades considerables de semilla de *Brassica juncea*, que produce principalmente alil-isotiocianato, altamente corrosivo.

Resultados satisfactorios han sido obtenidos en terneros y novillos al emplear 1 Kg diario de AR por animal (Burkitt *et al.*, 1954); según Allen, C. N. y Dow, D. S. (1952), el AR se podría incluir en raciones de novillos hasta en un 25%.

MATERIALES Y METODOS

Los datos presentados corresponden a tres ensayos sucesivos (Wernli, C., 1967) (Wernli *et al.*, 1967) (Castro, G., 1968), todos los cuales tienen en común ser de alimentación de novillos de engorda en confinamiento, con una ración base de ensilaje de maíz a la cual se le agregó AR en distintas proporciones. Los animales utilizados en las 3 experiencias habían permanecido previamente a pastoreo de leguminosas. Cada experimento se inició con un período preexperimental de aproximadamente 10 días.

Se utilizó AR obtenido por proceso discontinuo y extracción por solventes (3% extracto etéreo) como complemento de una ración de ensilaje de maíz (almacenado en silo canadiense, con 23-30% materia seca, cosechado con grano lechoso a duro). El ensilaje se proporcionó *ad libitum*, 2 veces al día (8.30 y 16.00 hrs.). Se controló el suministro diario de ensilaje a fin de no exceder el consumo del día anterior en más de 10%. Las sobras

¹Prarie Regional Laboratory, NRC., Saskatoon, Canadá.

diarias de ensilaje se mezclaban con la ración siguiente. La totalidad del AR diario se incorporó en la ración de la mañana. Todos los animales recibieron además 2 Kg de heno de trébol rosado por cabeza al día, y libre acceso a una mezcla mineral de harina de hueso y sal en comedero aparte.

Los novillos fueron beneficiados al término de cada experimentación, extirpándose las glándulas tiroides de una muestra de los animales en ensayo. Las tiroides fueron analizadas por el Instituto de Investigaciones Veterinarias y Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile, en cuanto a las alteraciones morfológicas que pudiesen tener significado patológico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo.

Durante todo el período de alimentación, incluyendo la etapa preexperimental, los animales no demostraron resistencia alguna al consumo de AR suministrado, mezclado con el ensilaje. Los niveles de AR ofrecidos correspondieron a 13,4-14,9 y 15,6% de la ración total (Cuadro 1). Evidencias experimentales recomiendan no incluir más de 10% de AR en raciones de rumiantes (Robblee, A. R., 1965) (Roberts, W. K., 1965). Buenos resultados se han obtenido con proporciones de 9 y 12% de AR con vacas en lactancia y novillos de engorda, respectivamente (Jarl, F., 1951) (Whiting, F., 1965).

En la presente experimentación no se observó rechazo inicial de las raciones que contenían AR; de acuerdo a la literatura, el re-

chazo inicial parece ser el principal problema en la aceptabilidad del afrecho de raps. Para evitar esto, se recomienda incluir gradualmente el AR en raciones de rumiantes, consiguiendo con esto un acostumbramiento al suplemento proteico (Robblee, A. R., 1965) (Roberts, W. K., 1965). Cabe destacar que el AR fue ofrecido en forma húmeda al haberse mezclado con el ensilaje, o sea, en su forma menos apetecible, ya que al respecto, algunos investigadores señalan que el suplemento debe ser suministrado seco, puesto que de lo contrario su palatabilidad puede verse reducida (Christian, B. C., 1958) (Jarl, F., 1951).

Efectos bocígenos.

Los niveles de AR consumidos en los distintos tratamientos y el diagnóstico histopatológico de las glándulas tiroides se señalan en el Cuadro 2. Histológicamente, no se observaron diferencias importantes entre las tiroides de los animales que consumieron AR y las de los sin suplementación. En los cuatro grupos existieron modificaciones similares, las que no pueden considerarse fuera del margen de tolerancia fisiológico.

Las glándulas tiroides de los animales del ensayo I indicaron un estado de activación moderada, con entrega normal de coloide tanto en las muestras provenientes de animales no suplementados como de aquellos que recibieron afrecho de raps. En el ensayo II, en que el consumo total de AR por novillo fue superior en 37% con respecto al ensayo I, las muestras reflejan una activación similar de la glándula tiroides, con una mayor liberación de coloide a juzgar por el menor contenido coloideo de los folículos glandulares en una glándula con activación celular, sin que ello constituya el cuadro de un bocio de tipo parenquimatoso. En el ensayo III, en que los novillos consumieron menores cantidades totales de AR por unidad de peso metabólico que en los ensayos anteriores, la activación celular de la glándula fue variable. Llama la atención la ocurrencia de un caso con intensa neoformación de folículos, que podría indicar una tendencia a bocio.

Ninguna de las muestras analizadas mostró cuadros de bocio. A fin de juzgar adecuadamente las modificaciones encontradas, debe tenerse presente que el estado funcional de la tiroides puede ser influenciado por diversos factores tanto endógenos como exógenos, y que el cuadro histológico de la glándula en animales sanos no siempre corresponde a la forma clásica de folículos con coloide bien teñido por la eosina y epitelio cúbico (Pallaske, G., 1960).

Cuadro 1 — Consumo de alimentos en novillos alimentados con ensilaje de maíz y afrecho de raps.

	E n s a y o			
	I		II	III
	Trat. A	Trat. B		
Peso vivo promedio ensayo (Kg)	464	499	416	513
Consumo diario MS (Kg):				
— Afrecho raps	—	1,30	1,40	1,73
— Ración total	7,61	9,70	9,26	11,08
— Ración total (g MS/Kg ^{0,75} /día)	76,1	91,9	100,5	102,8
Porcentaje AR en la ración (MS)	0	13,4	14,9	15,6
Aumento de peso promedio diario (Kg)	0,457	0,994	0,919	1,073

El AR chileno presenta una concentración relativamente alta de bocígenos con respecto a los AR extranjeros (Craig, B. M., 1968, comunicación personal)¹. Ello podría explicar por qué el síndrome de ruptura hepática encontrado en aves por González *et al.* (1964) en Chile, no aparece descrito por otros investigadores extranjeros. Los siguientes factores han sido mencionados como influyendo las propiedades perjudiciales del subproducto: variación, clima, suelo (contenido de sulfatos), abonos, proceso de extracción, contaminación con otras semillas, grado de inactivación de la enzima catalizadora de la hidrólisis de glucósidos en tiocianatos (mirosinasa), humedad, temperatura y duración del período de almacenaje. Se ha encontrado que ni los tioglucósidos ni la mirosinasa, ingeridos independientemente, son perjudiciales (Kosrud, G. O. y Bell, J. M., 1967); así ante la presencia simultánea de la enzima y sus sustratos, bajo condiciones apropiadas de humedad, temperatura y pH, la hidrólisis de compuestos indeseables se produce durante el almacenaje y también después de consumida la ración.

¹Prarie Regional Laboratory, NRC., Saskatoon, Canadá.

Debido a la presencia en los microorganismos ruminales de enzimas capaces de hidrolizar los tioglucósidos, los rumiantes parecen menos susceptibles a la toxicidad del AR probablemente porque la fermentación ruminal subsecuente inactivaría los compuestos deletéreos. Los resultados del presente estudio podrían explicarse tomando como base esta hipótesis, y además, basados en las conclusiones de otros trabajos en que se detectó el traspaso a la sangre de sólo un 20-25% de los tiocianatos de la ración en vacas en lactancia (Steger *et al.*, 1966). Los resultados de Celis, C. (1963) indican ausencia de efectos bocígenos en novillos de engorda, al suministrar 1,35 Kg diarios de AR por animal durante 115 días.

Niveles de 0-10-20-30% de AR en ovejas adultas durante 2 años no difirieron significativamente en cuanto a tamaño de las tiroides (Bezeau *et al.*, 1960).

Los elevados niveles de consumo voluntario de alimentos por unidad de peso metabólico y de las ganancias diarias de peso (Cuadro 1) confirman la ausencia de efectos tóxicos que pudieran incidir reduciendo el ritmo de producción animal.

Cuadro 2 — Niveles de afrecho de raps y diagnóstico histopatológico de las tiroides muestreadas (3 ensayos)

	E N S A Y O			
	I		II	III
	Trat. A	Trat. B		
Número de animales	12	12	7	6
Período alimentación, días	126	126	140	61
Consumo AR (MS):				
—Kg/novillo/día	—	1,30	1,40	1,73
—g/Kg ^{0,75} /día	—	12,3	15,2	16,1
—Total período, g/Kg ^{0,75}	—	1.550	2.128	982
Porcentaje ración (MS)	0	13,4	15,1	15,6
Tiroides muestreadas, N°	3	7	4	5
Diagnóstico histopatológico	Adenomatosis folicular. Regular cantidad de vacuolas de reabsorción. Activación moderada.	Adenomatosis folicular en todas las muestras. Abundantes vacuolas de reabsorción. Activación moderada.	Adenomatosis folicular moderada. Escaso coloide. Activación moderada.	Dos tiroides funcionales. Dos con tendencia a adenomatosis intrafolicular, descamación. Un caso con abundante neoformación de foliculos glandulares. Activación variable.

CONCLUSIONES

El AR producido en Chile, con características aparentemente distintas a los descritos en la bibliografía extranjera, se presenta como un muy buen suplemento proteico para raciones de novillos de engorda.

El AR puede utilizarse como única fuente de nitrógeno suplementario para raciones tan pobres en proteína como el ensilaje de maíz, sin observarse baja aceptabilidad ni alteraciones fisiológicas perjudiciales. En la mayoría de las dietas para novillos de engorda, los niveles de AR a incluirse con el objeto de cubrir

los requerimientos proteicos diarios, no superan los porcentajes de AR empleados en la presente investigación. De acuerdo a la información existente, no se ha determinado un límite máximo recomendable para su inclusión en raciones de rumiantes, pasado el cual se deteriora el comportamiento animal.

Cabe destacar la necesidad de estudiar el empleo de AR en raciones de animales jóvenes, hembras lactantes o en gestación, cuyo estado de actividad metabólica podría hacerlos más sensibles al consumo de altas dosis de afrecho de raps.

RESUMEN

Se estudia la aceptabilidad y propiedades bocígenas del afrecho de raps (o torta de colza) extraído por solventes y suministrado como suplemento de ensilaje de maíz en tres ensayos de engorda de novillos.

Con niveles de afrecho de raps de hasta 16% en la ración no se observó deterioro en el consumo del suplemento o de la ración total. El consumo de 12 a 16 g MS/Kg^{0.75} de afrecho por día durante períodos que fluctuaron entre 60 y 140 días, indicó no ejercer ninguna alteración fisiológica a nivel celular en las glándulas tiroideas que afectara su funcionamiento y/o el ritmo de producción animal.

SUMMARY

The acceptability and goitrogenic properties of rapeseed oil meal (solvent extracted) fed as a supplement of maize silage were two factors analyzed from the results obtained in three experiments with fattening steers.

Levels of up to 16% of rapeseed oil meal in the diet did not affect consumption of the supplement or of the total ration with intakes of 12 to 16 g DM/Kg^{0.75} per day during periods ranging from 60 to 140 days. It also indicated the absence of any physiological damage at cellular level in the thyroids which could have influenced their normal activity and/or the animal performance.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, C. N. and DOW, D. S. 1952. The biological assessment of the value of rapeseed oil meal as a dietary component. *Sci. Agric.* 32: 403-407.
- ASPLUND, J. M. 1962. Univ. Alberta Press Bull. 41st. Ann. Feeders Day. p. 6.
- ASTWOOD, E. B., GREER, M. A. and ETLINGER, M. G. 1949. L-5-vinyl-2 thiooxazolidone, an antithyroid compound from yellow turnip and from brassica seed. *J. Biol. Chem.* 181: 121-130.
- ATHAR, S. M., KHAN, N. A., AHMED, I. and SCHNEIDER, B. B. 1963. Fattening of old bullocks. The effect of substitution of cottonseed cake with rapeseed oil cake as a protein supplement. *W. Pakistan J. Agric. Res.* 1: 80-96.
- BELL, J. M. 1967. Rapeseed in Canada. *Agric. Institute Rev.* 22: 15.
- _____ and BELZILE, R. J. 1965. Goitrogenic properties. Rapeseed meal for livestock and poultry—a review. Ottawa, Canada. Dept. of Agric. Publication 1257. Queen's Printer. pp. 45-58.
- _____ and WEIR, J. A. 1952. Supplementation of alfalfa and marsh hays with linseed, rapeseed and mustardseed oil meals in gestation rations for ewes. *Scientific Agric.* 32: 496-501.
- BERANGER, C. et GRENET, N. 1969. Le torteau de colza dans l'alimentation animale. I. Influence de divers procédés de fabrication sur le quantités ingérées par de bovins en croissance. *Ann. Zootech.* 18: 239-247.
- BEZEAU, L. M., SLEN, S. B. and WHITING, F. 1960. The nutritional value of rapeseed oil meal for lamb and wool production. *Can. J. Anim. Sci.* 40: 37-43.
- BOWLAND, J. P. 1965. Feeding value of rapeseed meal for swine. Symposium on rapeseed meal for livestock and poultry. Saskatchewan, Ottawa, Canada. Dept. Industry. pp. 25-28.

- BURKITT, W. H., URIK, J. J., WILLIAMS, R. M. and WILSON, F. S. 1954. Rapeseed oil meal and linseed meal as a protein supplement for wintering cows, calves and yearlings. Montana State College. Bull. 499.
- CASTRO, G. 1968. Consumo y valor alimenticio del ensilaje de maíz Eureka y LH Rinconada y efecto de la complementación con heno para novillos de engorda invernal. Santiago, Chile. Universidad Católica de Valparaíso. 98 p. (Tesis Ing. Agr., mecanografiada).
- CELIS, C. 1963. Suplementación invernal de novillos de engorda en la provincia de Santiago. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 85 p. (Tesis Ing. Agr., mecanografiada).
- CHRISTIAN, B. C. 1958. Rapeseed, mustard seed and poppy meals. Processed Plant Protein Foodstuff. New York. Altschul. 955 p.
- GONZÁLEZ, N., HAARDT, E. y POTOGNACK, J. 1964. El afrecho de raps en la alimentación de aves. Univ. de Chile. Boletín de Prod. Animal 2: 101-120.
- HEBEL, P. 1965. Consideraciones sobre las intoxicaciones en animales. iv Conv. Nac. de Med. Vet. de Chile. p. 37.
- JARL, F. 1951. Experiments on the feeding of swedish rapeseed oil meal to dairy cows. Lantbrukshogskolan och Statatens Lantbruksforsok Statens Hardjursforsok. Meddelande 45. p. 42.
- KOSRUD, G. O. and BELL, J. M. 1967. Effects of various heat and moisture treatments on myrosinase activity and nutritive value of solvent extracted crambe seed meal. Canad. J. Anim. Sci. 47: 101-107.
- MANN, J. G., BOWLAND, J. P., MENDEL, J. E. and LIVKOVIC, S. 1963. Solvent extracted rapeseed oil meal as a protein source for pigs and rats. III. Blood serum protein bound iodine, standard metabolic rates, thyroid activity, adrenal and gonad weights. Canada. J. Anim. Sci. 43: 271-278.
- PALLASKE, G. 1960. Patologische Histologie. 2 ed. Jena. VEB. G. Fischer. pp. 374-380.
- ROBBLEE, A. R. 1965. Status of rapeseed meal as a protein supplement. Rapeseed meal for livestock and poultry—a review. Ottawa, Canada. Dept. Agric. Publ. 1257. Queen's Printer. pp. 93-96.
- ROBERTS, W. K. 1965. Feeding value of rapeseed oil meal for ruminants. Symposium on rapeseed for livestock and poultry. Saskatchewan. Ottawa, Canada. Dept. Industry. pp. 2-3; 28-30.
- SEALE, M. B. 1952. Univ. Manitoba. 2nd. Ann. Livestock Day Report. p. 1.
- STEGER, H., PIATKOWSKI, B. and PÜSCHEL, F. 1966. Effect of thiocyanate on metabolism of the dairy cow. Arch. Tierernährung. 15: 399-405.
- WERNLI, C. 1967. Engorda final acelerada de novillos prontos para mercado con distintos forrajes suplementados. Tercera Reunión Soc. Chilena Prod. Animal. Chillán. Chile. Publ. Especial Nº 5 (Resumen).
- , ROMERO, J. y CABALLERO, H. 1967. Producción y valor nutritivo del ensilaje de maíz Eureka cosechado en distintos estados vegetativos y efecto de la suplementación proteica (II). Agricultura Técnica (Chile). 27: 67-75.
- WHITING, F. 1965. Feeding value of rapeseed meal for ruminant animals. Rapeseed meal for livestock and poultry — a review. Ottawa, Canada. Dept. of Agric. Publication 1257. Queen's Printer. pp. 61-67.