

# Efecto del contenido de isotiocianatos del afrecho de raps sobre el comportamiento de los cerdos <sup>1</sup>

Jaime Devilat B.<sup>2</sup> y Alejandro Skoknić K.<sup>3</sup>

## INTRODUCCION

El afrecho de raps (AR) al ser incluido en raciones de aves y cerdos produce una depresión en el crecimiento y consumo de alimentos y una hipertrofia del hígado y glándula tiroides en forma proporcional a las cantidades consumidas. La glándula tiroides desarrolla así también una hiperplasia con formación de bocio de tipo parenquimatoso, por lo que se habla de que el AR posee efectos bocígenos.

La glándula tiroides produce la hormona tiroxina como respuesta a la hormona tiro-estimulante, secretada por la pituitaria anterior. La tiroxina a su vez produce un efecto inhibidor sobre la pituitaria de modo de compensar su secreción hormonal y mantener el equilibrio homeostático.

Compuestos sulfurados, algunos de los cuales están presentes en el AR, son capaces de interferir la producción de tiroxina producién-

dose de este modo una hipertrofia de la tiroides, un menor metabolismo basal, una reducción de la absorción de carbohidratos y del balance de nitrógeno, una baja de glucosa en la sangre, reducción del apetito e inhibición de otras hormonas que intervienen en el metabolismo de los nutrientes.

El AR contiene tioglucósidos los cuales por degradación enzimática de la mirosinasa, también presente en el AR, forman isotiocianatos y luego por ciclación tioazolidonas, ambos con propiedades bocígenas siendo capaces de inhibir la producción de tiroxina debido a una falta de yodación de ella o bien a una fijación del yodo. El contenido de estas sustancias es variable en el AR por lo cual surge la duda si la depresión en el crecimiento que experimentan los animales estaría condicionado a la cantidad de tóxico consumida en la ración.

La investigación que aquí se reporta fue diseñada de manera de evaluar el efecto de raciones que incluyen AR con diferentes niveles de isotiocianatos sobre el comportamiento de cerdos en crianza.

## REVISION DE LITERATURA

Una serie de trabajos realizados en el país sobre el empleo del AR en raciones para cerdos por Devilat y Greeley (9), Devilat (10),

<sup>1</sup> Los autores agradecen la colaboración de los señores Regino Celis, Técnico Agrícola y Juan Camps, estudiante de la Universidad Austral, durante el desarrollo de la experiencia. Así también el Sr. Claudio Ciudad, Bioquímico, por los análisis químicos realizados y a COMARSA, por haber donado el afrecho de raps empleado en el ensayo.

Recepción manuscrito: 20 de Julio de 1970.

<sup>2</sup> Ing. Agr. MS., Proyecto Producción Porcina, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> Médico Veterinario, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.

Cifuentes *et al* (8), Becker y Esnaola (4), Esnaola (11) (12), Esnaola *et al* (13), Esnaola y Ochoa (14) han indicado que el AR produce una depresión en el crecimiento y en el consumo de alimentos y una hipertrofia de la glándula tiroides. En algunos casos con cantidades muy limitadas de AR en la ración se ha podido observar una alta incidencia de bocio, Devilat y Greeley (9).

Este hecho permitiría deducir que muy pequeñas cantidades de isotiocianatos consumidos en la ración son capaces de producir un daño de relativa magnitud en la funcionalidad de la tiroides y que este efecto se agudiza al existir mayores niveles de isotiocianatos. En ninguna de las investigaciones ya citadas sin embargo, se establece el contenido de este compuesto en los AR usados.

Sin embargo, empleando pollos broiler, Bergqvist *et al* (5) han demostrado que AR detoxificado por medio de lavados con agua fría y caliente incrementó significativamente el ritmo y eficiencia de los aumentos de peso de los pollos y redujo substancialmente el grado de hipertrofia de la tiroides en comparación a AR suministrado sin tratar. En este trabajo, AR conteniendo 0,5 ó 3,4 mg/g de isotiocianatos<sup>1</sup> y suministrados en un 20% en la ración redujeron el peso y la eficiencia a las 9 semanas en un 7,1% y 13,7% respectivamente, en tanto la hipertrofia de la tiroides fue de 0,4 y 4,2 veces respectivamente en comparación al control que no incluía AR.

Resultados de trabajos posteriores de Bergqvist y Pozo<sup>2</sup> con pollos alimentados con diferentes AR a niveles de 10% en la ración y que diferían en el contenido de isotiocianatos no permiten concluir que el efecto bocígeno sea proporcional a la cantidad de isotiocianatos presentes en el AR al menos a este nivel de suplementación.

Manns *et al* (16), a través de trabajos realizados con cerdos y ratas, han sugerido que existe un cierto grado de hipotiroidismo en cerdos alimentados con AR en base a que los valores de proteína yodada del suero sanguíneo y el metabolismo basal se reduce; sugieren también que la rapidez y eficiencia de los aumentos de peso parecen estar relacionados al grado de mal funcionamiento de la tiroides.

Además del efecto detrimental derivado de elementos bocígenos presentes en el AR se ha postulado, (Bowland (6)) que otros factores serían coadyuvantes. Bell (3) sugiere que el menor contenido de energía metabolizable del AR pueda ser un factor de importancia.

Manns y Bowland (15) observaron que los coeficientes de digestibilidad aparente del nitrógeno y energía son menores y dado que

adiciones de 0,2% de lisina incrementan estos coeficientes de digestibilidad sugieren que este amino ácido sería un factor coadyuvante. Trabajos realizados en el país por Ballester *et al* (1) con ratas indican que el valor biológico de la proteína del AR medido como utilización proteica neta y su digestibilidad son del orden de 39 a 41% y de 65 a 68% respectivamente, los cuales son valores relativamente bajos. Estos mismos autores (1) señalan además que el padrón de amino ácidos esenciales del AR se asemeja al de la caseína siendo la metionina el amino ácido limitante; concluyen sin embargo, que la utilización de la proteína es afectada por la presencia de las sustancias tóxicas.

Estas observaciones tienden a confirmar lo encontrado por Bergqvist *et al* (5), en el sentido que serían los tóxicos del AR el primer y principal factor limitante. Trabajos orientados a determinar la magnitud del desbalance de amino ácidos y efecto de la adición de lisina y metionina a raciones que contenían AR realizados por Devilat *et al*<sup>3</sup> en cerdos no permiten concluir que la calidad proteica sea un factor de primer orden en la incidencia del efecto detrimental del AR.

Aún más, la hipótesis no demostrada experimentalmente hasta ahora de que el efecto de los elementos bocígenos se manifieste como una deficiencia de yodo en el organismo a consecuencia de una fijación del yodo en la molécula de los tóxicos e impidiendo así la formación de tiroxina, ha sido recientemente comprobada por Devilat y Skoknić<sup>4</sup>. Estos autores reprodujeron todos los síntomas de deficiencia de yodo en cerditos nacidos de cerdas alimentadas con AR durante la gestación.

Los resultados obtenidos al suplementar yodo en diferentes formas a los cerdos, Bowland y Standish (7); Nordfelt *et al* (17); Bell (2) los que han reducido en algunos casos la hiperplasia de la tiroides pero no así estimulado el crecimiento, pueden estar relacionados a la hipótesis que el efecto depresivo del crecimiento está en relación a la cantidad de tóxicos ingeridos. La capacidad de fijación de yodo de los derivados de tioglucósidos puede ser suficientemente alta como para inutilizar cantidades elevadas de yodo en el organismo animal.

## MATERIAL Y METODO

El ensayo se realizó en la Estación Experimental La Platina, Santiago, entre marzo y mayo de 1970.

Se emplearon 28 cerdos mestizos de un peso

<sup>3</sup> Devilat, J., Skoknić, A. y Eben, W. Determinación del desbalance de amino ácidos del afrecho de raps en cerdos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Información inédita 1970.

<sup>4</sup> Devilat, J. y Skoknić, A. Effect of feeding high levels of rapeseed meal to pregnant gilts. Trabajo enviado al Dr. J. P. Bowland para ser presentado en la International Conference on the Science, Technology and Marketing of Rapeseed Products a realizarse en Le Chantecler, Quebec, Canadá. Información inédita 1970.

<sup>1</sup> Expresado como alicarbinil isotiocianatos

<sup>2</sup> Bergqvist, E. y Pozo, E. Comparación del valor alimenticio de diversos afrechos de raps obtenidos de distintas fábricas y áreas de producción. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Información inédita 1970.

inicial promedio de 26,5 Kg que fueron divididos en siete grupos homogéneos basado en peso inicial y sexo y luego sorteados al azar a los 4 tratamientos dentro de cada grupo. Los cerdos fueron mantenidos confinados en corrales con piso de concreto, con agua a discreción en bebederos automáticos y alimentados a libre apetito dos veces al día en forma manual.

Los tratamientos estuvieron constituidos por una dieta control que no incluía afrecho de raps (AR) y otras 3 dietas que incluían un 18% de AR que contenía niveles de 1,8 - 2,8 - 4,1 mg/g de isotiocianatos<sup>1</sup>. Estos 3 AR provenían de cultivo de invierno o primavera y de 2 fábricas diferentes. Su composición se presenta en el Cuadro 1. Las dietas cuya composición figura en el Cuadro 2 fueron formuladas de modo de aportar un nivel de 15% de proteína y estaban constituidas por maíz,

<sup>1</sup> Expresados como alilcarbinil isotiocianatos y determinados según el método de Wetter (19).

**Cuadro 1 — Composición química de los diferentes afrecho raps<sup>1</sup>**

Origen del afrecho Epoca de cultivo		Temuco	Temuco	Lontué
		Primavera	Invierno	—
Isotiocianatos <sup>2</sup>	mg/g	1,80	2,80	4,10
Proteína bruta	%	30,80	34,00	36,10
Fibra cruda	%	15,50	14,70	12,30
Extracto etéreo	%	1,29	1,13	1,56
Calcio	%	0,86	0,69	0,64
Fósforo	%	0,65	0,89	0,96

<sup>1</sup> Análisis Laboratorio Central, Estación Experimental La Platina.

<sup>2</sup> Expresados como alilcarbinil isotiocianatos.

para los 3 AR en estudio. Los cerdos del grupo que no recibió AR en la ración y en que el suplemento proteico estaba constituido por harina de pescado (8,6%) tuvieron una ganancia diaria de peso de 615 g, con un consumo de 2,21 Kg de alimentos al día.

La inclusión de un 18% de AR como reemplazo total de la harina de pescado en la ración produjo una reducción en el ritmo de crecimiento del orden del 34,8% ( $P < 0,05$ ) lográndose ganancias diarias de peso de sólo 401 g con la ración que incluyó el AR de menor contenido de tóxicos, 1,8 mg de isotiocianatos por gramo de AR.

Respecto a la ración control, la ración que incluyó AR con un nivel intermedio de isotiocianatos, 2,8 mg/g, produjo una mayor depresión en el ritmo de crecimiento (un 44,8%) observándose ganancias de peso diarias de 340 gramos. La ración conteniendo el AR con el nivel más alto de isotiocianatos, 4,1 mg/g, redujo aún más el ritmo de ganancias de peso respecto al control (50,9%) llegando a sólo 302 g por cerdo al día.

afrechillo de trigo, harina de huesos, sal, mezcla vitamínica, mineral y antibióticos, siendo variables la harina de pescado y los tres AR en estudio conteniendo diferentes niveles de isotiocianatos.

El consumo de alimentos por grupo y el peso individual de los cerdos fue controlado cada 7 días durante los 71 días que duró la experiencia.

Los resultados de ganancias de peso fueron analizados estadísticamente por análisis de variancia y test de "lsd" de acuerdo a Steel y Torrie (18) para un diseño de bloque al azar.

## RESULTADO Y DISCUSION

Los resultados de 71 días de alimentación de cerdos con raciones conteniendo un 18% de AR y con diferentes niveles de isotiocianatos se presentan en el Cuadro 3.

El efecto depresivo del AR sobre el ritmo de ganancias de peso y consumo de alimentos fue significativamente ( $P < 0,05$ ) pronunciado

La diferencia en el ritmo de crecimiento para los 4 tratamientos se ilustra en las curvas de aumento de peso de Figura 1.

No hubo diferencias significativas ( $P \geq 0,05$ ) entre las raciones con AR conteniendo niveles de 1,8 y 2,8 mg/g de isotiocianatos sobre las ganancias de peso (401 y 340 g al día, respectivamente). Así tampoco hubo diferencias significativas ( $P \geq 0,05$ ) entre las raciones con AR conteniendo niveles de 2,8 y 4,1 mg/g de isotiocianatos sobre los aumentos de peso diarios (340 y 302 g, respectivamente). Sin embargo, las raciones conteniendo AR con niveles de 1,8 y 4,1 mg/g de isotiocianatos produjeron ganancias de peso diarias significativamente ( $P < 0,05$ ) diferentes: 401 g vs 302 g, lo que representa una depresión del orden de 24,7%.

Los consumos de alimentos fueron también deprimidos en forma similar a las ganancias de peso a medida que las raciones incluían niveles más altos de isotiocianatos. Los consumos diarios de alimentos para la ración control y aquellas que incluyeron AR con 1,8-

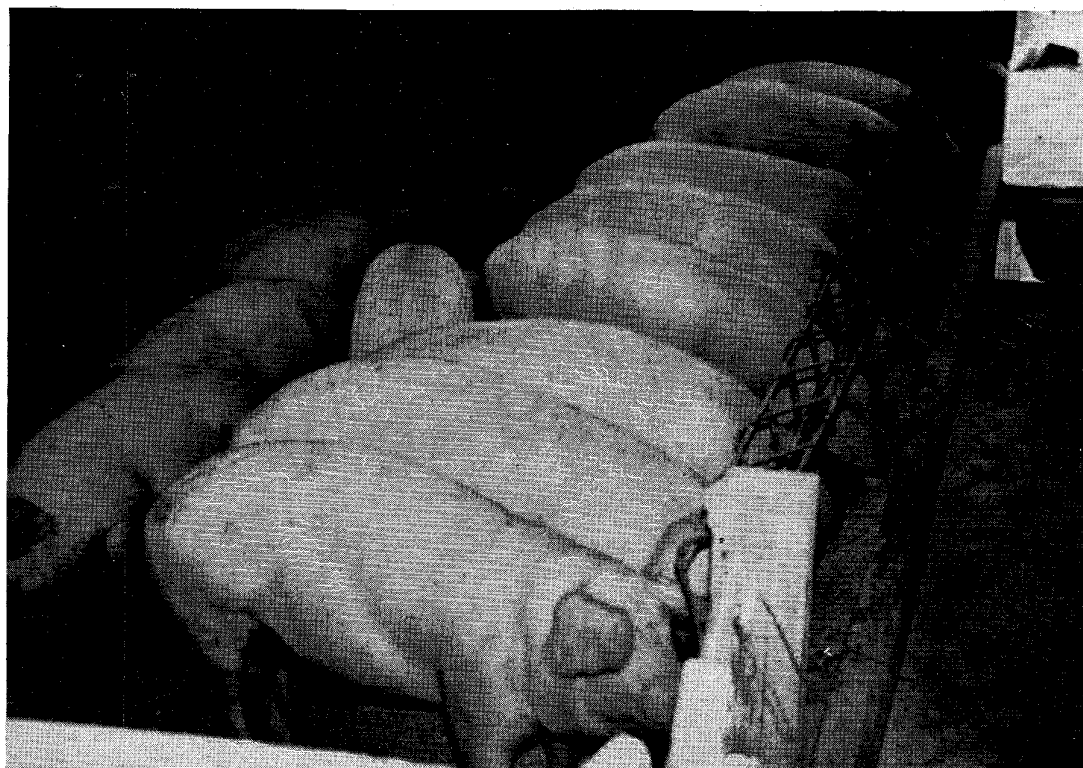
Cuadro 2 — Composición de las raciones (kg en 100 kg).

	I	II	III	IV
	Control	A R Temuco Primavera	A R Temuco. Invierno	A R Lontué
Maíz	64,1	53,1	54,2	59,2
Afrechillo de trigo	25,0	25,0	25,0	20,0
Harina de pescado	8,6	1,1	—	—
Afrecho de raps	—	18,0	18,0	18,0
Harina de huesos	1,5	2,0	2,0	2,0
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5
Mezcla vitamínica <sup>1</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1
Mezcal mineral <sup>2</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1
Antibióticos <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1
	100,0	100,0	100,0	100,0
Proteína (calculada) %	15,0	15,0	14,9	15,0
Energía digestible (calculada) Kcal/Kg	3257,0	3085,0	3091,0	3142,0
Fibra cruda (calculada) %	3,8	5,1	5,1	4,7
Isotiocinato (análisis) mg/Kg	—	324,0	504,0	738,0

<sup>1</sup> Aporte por kg de dieta: Vitamina A, 2.000.000 UI; vitamina D<sub>3</sub>, 600.000 UI; B<sub>1</sub>, 4 mg; B<sub>12</sub>, 20 mg; niacina, 13 mg; pantotenato de Ca, 11 mg y colina 1.250 mg.

<sup>2</sup> Aporte por kg de dieta en ppm: 3,5; Fe 99; I 0,4; Cu 17,6; Mn 79,3; Zn 195,6.

<sup>3</sup> Entrepromicina, 37,5 g; penicilina procaína 12,5 g y vitamina B<sub>12</sub>, 12,0 mg/kg.



Cerdos alimentados con afrecho de raps.

2,8-4,1 mg/g de isotiocianatos fueron de 2,21-1,26-0,98-0,76 Kg, respectivamente. Esto representa una reducción respecto al consumo de la ración testigo de 43,0-55,7-65,7 por ciento, respectivamente.

Estos resultados tienden a confirmar las observaciones e hipótesis sugerida por diferentes autores: Devilat y Greeley (9); Bergqvist et al (5); Manns et al (16); Ballester et al (1); Bell (2); Bowland y Standish (7), en el sentido que el efecto detrimental del AR estaría en relación al nivel de tóxicos ingeridos y por lo tanto a un mayor o menor grado de hipofuncionalidad tiroidea.

Manns et al (16) comprobaron una reducción en los valores de proteína yodada del suero sanguíneo y en el metabolismo basal de los cerdos al incluir cantidades crecientes de AR en la ración, lo que indicaría un deterioro proporcional de la funcionalidad de la tiroides.

En este ensayo en base al ritmo de aumentos de peso de los cerdos, el efecto depresivo del AR si bien fue proporcional al contenido de isotiocianatos sólo se manifestó significativo

para niveles altos o bajos, vale decir entre 1,8 y 4,1 mg/g, a pesar que la tendencia a reducirse el consumo y ganancia de peso se observó en forma claramente escalonada entre los diferentes niveles de tóxicos presentes en el AR. Estos resultados pueden ser visualizados en los histogramas de ganancia de peso y consumo de alimentos ilustrados en la Figura 2.

Puede observarse en el Cuadro 3 que el porcentaje de reducción tanto del crecimiento como del consumo de alimentos es del orden del 15,3 y 11,2% para crecimiento y del orden del 22% para el consumo cuando el nivel de 1,8 mg de isotiocianatos por g de AR aumentó a 2,8 y 4,1 mg/g, respectivamente.

Desde el momento que estos AR provienen de diferentes fábricas y diferentes cosechas, es posible concluir que ya sea por el tipo de procesamiento de la semilla para extraer el aceite, época de cultivo, variedad u otros factores difíciles de especificar, diferentes fábricas pueden en un momento dado producir AR con niveles de tóxicos sustancialmente diferentes.

**Cuadro 3 — Comportamiento promedio de cerdos alimentados con raciones conteniendo un 18% de afrecho de raps con diferentes niveles de isotiocianatos.**

	mg/g isotiocianatos en el A R			
	I	II	III	IV
	0 Control	1,8 A R Primavera	2,8 A R Invierno	4,1 A R Lontué
Nº de cerdos	7	7	7	7
Peso inicial Kg	26,50	26,50	26,40	26,50
Peso final Kg	73,80	55,00	50,60	48,00
Aumento peso Kg	47,30	28,50	24,20	21,50
Días ensayo	71	71	71	71
Ganancia diaria g	615 <sup>a</sup>	401 <sup>b</sup>	340 <sup>bc</sup>	302 <sup>c</sup>
Consumo diario Kg	2,21	1,26	0,98	0,76
Ganancia/Kg Consumo Kg	278	318	269	397
Consumo/Kg Ganancia Kg	359	314	288	251
Consumo isotiocianatos mg	0,00	408,20	494,00	560,80
% reducción	0,00	34,8	44,8	50,9
Ganancia diaria Entre tratamientos		0,0	15,3	24,7
			0,0	11,2
% reducción	0,00	43,00	55,70	65,70
Consumo diario Entre tratamiento		0,00	22,30	39,70
			0,00	22,40

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup>. Cifras con distinto exponente son significativamente diferentes al nivel de 0,05.

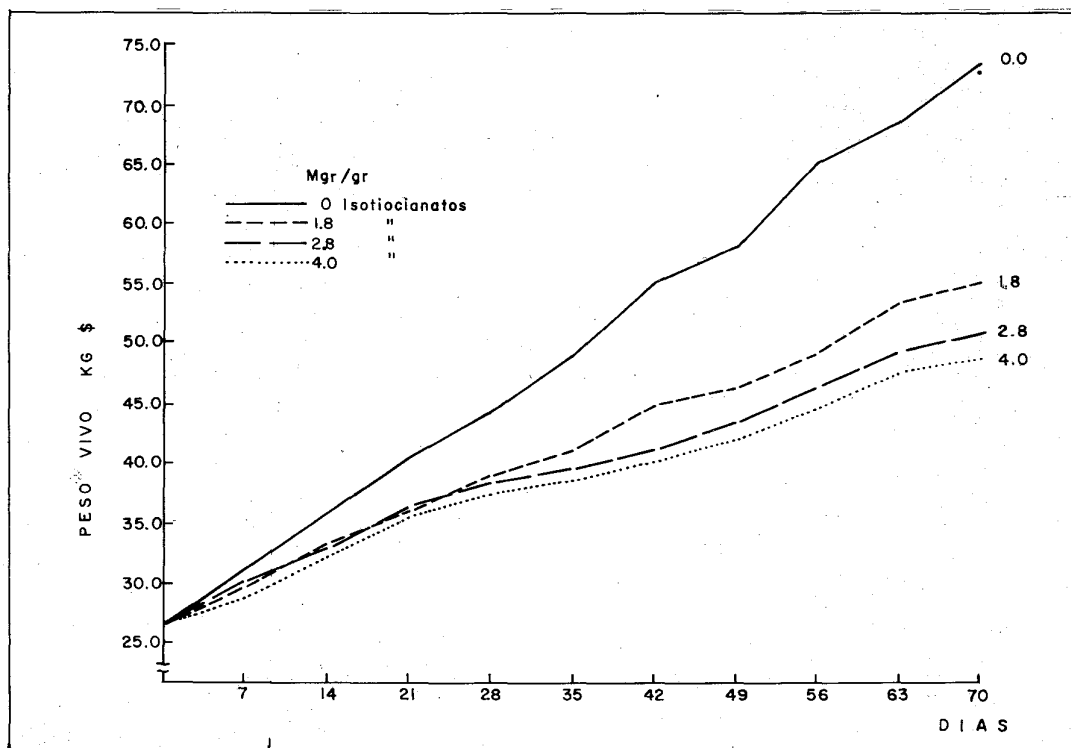


Figura 1- Aumentos de peso de cerdos alimentados con raciones conteniendo un 18% de AR con diferentes niveles de isotiocianatos.

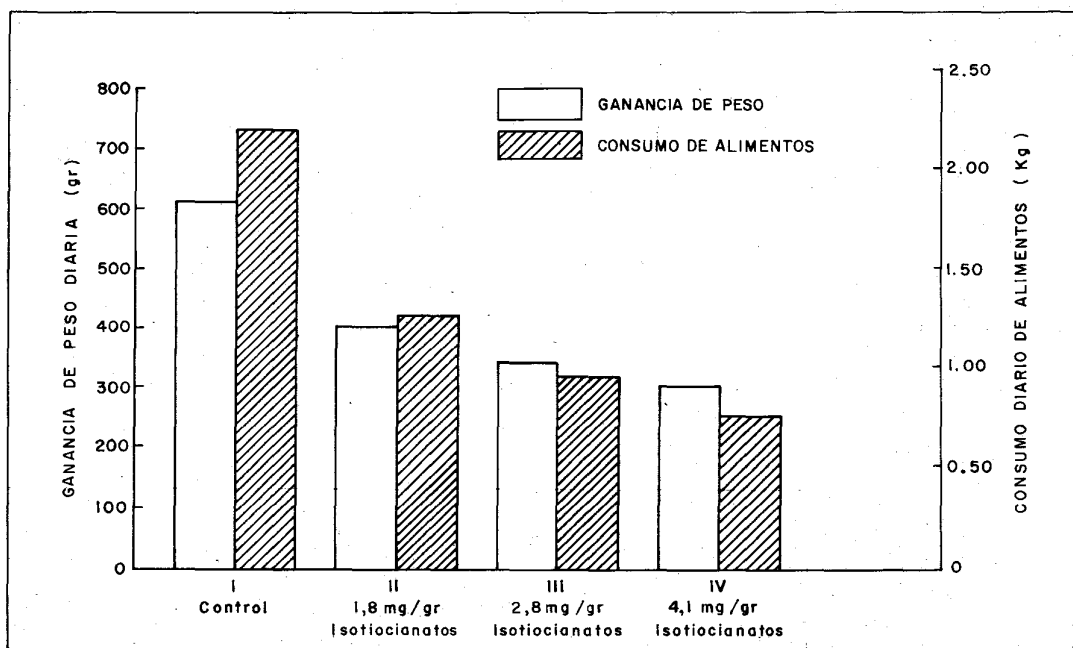


Figura 2- Ganancia de peso y consumo de alimento diario de cerdos alimentados con raciones conteniendo un 18% de AR con diferentes niveles de isotiocianatos.

Esta observación contradice las informaciones entregadas por Ballester et al (1), en el sentido que no hay diferencias en la composición química del AR producido por diferentes fábricas de aceites del país. Del mismo modo, tampoco concuerda con los resultados obtenidos por Bergqvist y Pozo<sup>1</sup> con pollos alimentados con AR conteniendo distintos niveles de isotiocianatos; en este caso puede atribuirse el hecho a que la suplementación de la ración con 10% de AR es demasiado baja como para que se puedan manifestar diferencias significativas.

De acuerdo a los análisis químicos de los AR presentados en el Cuadro 1 existe una diferencia en composición química de los AR producidos a partir de cultivos de raps de primavera e invierno, existiendo un mayor contenido de proteína e isotiocianatos para el raps de cultivo invernal. Los resultados del compor-

tamiento de los cerdos alimentados con ambos AR a igual nivel en la ración son mejores para el AR proveniente de cultivo de primavera sobre el AR de cultivo de invierno aunque las diferencias no son significativas. Esto evidentemente se relaciona al menor contenido tóxico del AR de cultivo de primavera.

Bajo las condiciones en que se desarrolló esta experiencia, es posible concluir que el efecto detrimental del AR sobre el comportamiento de los cerdos está relacionado al contenido de isotiocianatos presente en el afrecho, siendo este efecto más pronunciado cuanto más contenido de tóxicos existan en el AR. En otras palabras, es evidente que un mayor consumo de isotiocianatos per se o a través de un mayor consumo de AR condicionan la mayor o menor depresión del crecimiento y consumo de alimento de los cerdos.

## RESUMEN

Un ensayo con 28 cerdos mestizos de un peso inicial de 26 Kg fue realizado con el objeto de evaluar el efecto detrimental de afrechos de raps (AR) conteniendo diferentes niveles de isotiocianatos sobre el comportamiento animal. AR con niveles de 1,8-2,8-4,1 mg de isotiocianatos por gramo de AR fueron incluidos al 18% en raciones, reemplazando totalmente el suplemento proteico constituido por harina de pescado en raciones con 15% de proteína total.

Los resultados de 71 días de ensayo indicaron que las ganancias de peso diarias y el consumo de alimentos fueron reducidos significativamente ( $P < 0,05$ ) de 615 g y 2,21 Kg, respectivamente, en la ración control a 401 g y 1,26 Kg; 340 g y 0,98 Kg y a 302 g y 0,76 Kg, respectivamente, con las raciones que incluyeran AR con niveles de 1,8-2,8-4,1 mg/g de isotiocianatos. El nivel intermedio de 2,8 mg/g no fue sin embargo significativamente diferente del nivel alto (4,1 mg/g) o del nivel bajo (1,8 mg/g) para la ganancia de peso. Hubo sí, una significativa depresión en el crecimiento con el nivel más alto (4,1 mg/g) en comparación al nivel más bajo (1,8 mg/g) de isotiocianatos del AR.

Tanto el contenido de proteína como de isotiocianatos fueron más altos para el AR proveniente de cultivo de invierno que para el de primavera (30,4 vs 34,0% y 2,8 vs 1,8 mg/g, respectivamente) y obteniéndose en consecuencia una mayor depresión en los cerdos alimentados con AR de cultivo invernal. Los resultados indicaron además que hubo una diferencia en la composición química y por lo tanto en la respuesta de los cerdos entre AR producidos por diferentes fábricas de aceites.

Los resultados permiten concluir que la depresión del crecimiento y consumo de alimentos de cerdos alimentados con AR está en relación al contenido de isotiocianatos presentes en el AR, siendo el efecto detrimental mayor a medida que aumenta el nivel de isotiocianatos.

## SUMMARY

Twenty eight crossbred pigs of an initial weight of 26 Kg were used in this experiment undertaken to evaluate the detrimental effect upon pig performance of rape-seed meal (RSM) diets containing different levels of isothiocyanates. RSM that had a level of 1,8-2,8-4,1 mg of isothiocyanates per gram of RSM were included at 18% in the diet replacing completely the supplemental protein provided by fish meal.

Results of 71 days of experiment indicated that rate of daily gain and feed consumption were significantly ( $P < 0,05$ ) reduced from 615 g and 2,21 Kg with the control diet respectively down to 401 g and 1,26 Kg; 340 g and 0,98 Kg and to 302 g

<sup>1</sup> Bergqvist, E. y Pozo, E. Comparación del valor alimenticio de diversos afrechos de raps obtenidos de distintas fábricas y áreas de producción. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Información inédita 1970.

and 0,76 Kg with the levels of 1,8-2,8-4,1 mg/g of isothiocyanates respectively. The intermediate level of 2,8 mg/g, however, was not significantly different from the low or high isothiocyanate level. The highest level (4,1 mg/g) did significantly ( $P < 0,05$ ) depressed growth rate compared to the low level of isothiocyanates (1,8 mg/g) present in the RSM.

Both protein and isothiocyanates were higher for RSM produced from winter crop than for RSM produced from spring crop (30,4 vs 34,0% and 2,8 vs 1,8 mg/g, respectively) and consequently a larger depression upon pig performance was produced. Results also indicated that there was a different chemical composition and therefore a different performance of pigs, among RSM produced by different oil industries.

It can be concluded that the depression of growth and feed consumption of pigs fed diets containing RSM is related to the level of isothiocyanates present in the RSM and that the detrimental effects are increases as the level of isothiocyanates increases.

#### LITERATURA CITADA

1. BALLESTER D., *et al.* Rapeseed meal, II: Chemical composition and biological value of the protein. *J. Sci. Fd. Agric.* 21:140. 1970.
2. BELL, J. M. Growth depressing factors in rapeseed oil meal. *Can. J. Animal Sci.* 37:21. 1957.
3. ————. Rapeseed meal in swine rations. In Rapeseed meal for livestock and poultry. The Rapeseed Association of Canada. Publication Nº 3 1969. p. 16.
4. BECKER, F. y ESNAOLA, M. A. Uso de afrecho de raps en crianza y engorda de cerdos. Producción Porcina. Informe de Investigación 1962-1967. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile). PC.66-2. 1970 p. 67.
5. BERGQVIST, E. GONZÁLEZ N., CIUDAD, C., GUARDADO V. Extracción de los principios tóxicos del afrecho de raps mediante agua caliente y su empleo en alimentación aviaria. *Agricultura Técnica (Chile)*. 30 (1): 19. 1970.
6. BOWLAND, J. P. Feeding value of rapeseed meal for swine. In Symposium on rapeseed meal for livestock and poultry. National Nutrition Committee. Canadian Feed Manufacturers Association. 1965. p. 25.
7. ———— and STANDISH, J. F. Growth, reproduction, energy digestibility, nitrogen and vitamin A retention and organ weights of rats fed solvent-extracted rapeseed meal or supplemental thouracil. *Can. J. Animal Sci.* 46:1. 1966.
8. CIFUENTES, M., ROMERO, J. J. y DEVILAT J. Raciones completas y de libre elección para cerdos de engorda; efecto de la molienda del maíz y de diferente suplemento proteico. Producción Porcina. Informe de Investigación 1962-1967. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile). PP. 67-3. 1970. p. 11.
9. DEVILAT, J. y GREELEY, M. G. El afrecho de raps y otros suplementos proteicos en la alimentación de cerdos. Memoria Primera Reunión Latinoamericana de Producción Animal. 1967. v. 2 p. 73.
10. ———— El afrecho de raps como suplemento proteico en raciones de engorda de cerdos. Producción Porcina. Informe de Investigación 1962-1967. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile). PP. 66-1. 1970 p. 25.
11. ESNAOLA, M. Uso de afrecho de raps en raciones de crianza y engorda de cerdos. Producción Porcina. Informe de Investigación 1962-1967. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile). PC 67-1 1970 a. p. 87.
12. ————. Tres niveles de raps en raciones de engorda para cerdos. Producción Porcina. Informe de Investigación 1962-1967. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile). PC 67-6 1970 b. p. 119.
13. ————, SEPÚLVEDA, R., y FAURE, N. Uso de afrecho de raps en crianza y engorda de cerdos. Producción Porcina. Informe de Investigación 1962-1967. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile). PC 67-7. 1970. p. 123.
14. ———— y OCHOA, J. A. Uso de afrecho de raps en raciones de crianza y engorda de cerdos. *Agricultura Técnica (Chile)* 30 (2): 37. 1970.
15. MANNS, J. G. and BOWLAND, J. P. Solvent extracted rapeseed oil meal as a protein source for pigs and rats, II. Nitrogen digestibility and retention; and energy and dry matter digestibility. *Can. J. Animal Sci.* 43: 264. 1963.
16. ————, ————, MENDEL, V. E. and ZIVKOVIC S. Solvent extracted rapeseed oil meal as a protein source for pigs and rats, III. Blood serum protein bound iodine, standard metabolic rate, thyroid activity and gonad weights. *Can. J. Animal Sci.* 43: 271. 1963.
17. NORDFELT, S., GELLERSTED N. and FALKNER S. Studies on rapeseed meal and its goitrogenic effects on pigs. *Acta Pat. et Microbiologica Scandinavica*, 35: 3. 1954.
18. STEEL, R. G. and TORRIE, J. H. Principles and Procedures of Statistics. New York, Mc Graw-Hill. 1960. 481 p.
19. WETTER, L. R. The determination of mustard oils in rapeseed meal. *Can. J. Bioch. and Physiol.* 33: 890. 1955.