

Nota de Investigación

**INVERSION ENZIMATICA DE LA MELAZA Y SU EFECTO
EN EL COMPORTAMIENTO DE AVES ¹**

CARMEN M. SILVA RODRÍGUEZ ²
IRMA TEJADA DE HERNÁNDEZ ²
ERNESTO AVILA GONZÁLEZ ³
ARMANDO S. SHIMADA ²

Las melazas o mieles incristalizables son subproductos de la producción de azúcar: su valor energético se estima en 66% del valor del maíz o de otros cereales (Morrison, 1969).

En numerosos estudios se ha observado que existen limitantes en el uso de altos niveles de melaza en dietas para animales monogástricos, porque producen ciertos trastornos como son diarreas y otros problemas digestivos (Rosenberg y Palafox, 1955). Entre las probables causas de estos problemas se tienen los efectos osmóticos por la presencia de gran cantidad de iones potasio en las melazas; sin embargo, en estudios efectuados por Obando *et al.* (1968) adicionando a dietas normales, sales de potasio o cenizas de melaza equivalentes a una dieta con 30% de melaza, no presentaron cambios significativos en la humedad de las heces. Velázquez y Preston, 1970, realizaron estudios alimentando cerdos con miel rica (jugo de caña parcialmente invertido, clarificado y concentrado a 80-85 Brix) y miel integral (miel sin clarificar) encontrando mayor humedad en las heces del segundo grupo ($78 \pm 6\%$) que en el primero ($59 \pm 10\%$). Además, la conversión alimenticia de los animales alimen-

tados con melaza (miel final) mejoró cuando se adicionó sacarosa a la dieta (Velázquez, Ly y Preston, 1969; Pérez y Preston, 1970). Estudios sobre glucosa sanguínea fueron llevados a cabo por Ly y Velázquez (1970) en cerdos alimentados con miel rica y miel final con azúcar adicionada, comparándolas con maíz y encontraron que: en los animales alimentados con las mieles los niveles de glucosa eran más elevados durante la primera hora, aunque a las tres horas eran comparables a las de los animales alimentados con grano. De acuerdo a estos resultados, los citados autores sugieren que la utilización de la sacarosa sea menos eficiente que la de las hexosas debido a un inadecuado mecanismo de hidrólisis enzimática.

Por lo tanto es de esperarse que con la inversión de la sacarosa de la melaza *in vitro* por un método enzimático, se obtengan azúcares simples de fácil absorción por los animales si es que la cantidad de invertasa presente en el intestino no es suficiente para llevar a cabo este desdoblamiento con la ventaja, por otra parte, de que no hay gran alteración en el sabor como sucede en la inversión por métodos químicos debidos al pH fuertemente ácido (Robledo, 1975).

Dados estos antecedentes, el presente trabajo tuvo por objeto estudiar si parte del efecto laxante producido por la melaza en animales era debido a una deficiencia de sacarosa o invertasa intestinal, para hidrolizar completamente la porción de sacarosa presente en este subproducto.

Se obtuvo la enzima invertasa de levadura de panadería de acuerdo a la técnica sugerida por la A.O.A.C. 1970. Este producto crudo se purificó por ultrafiltración

Recibido para su publicación el 15 de junio de 1978.

¹ Este trabajo se efectuó como parte del programa "Producción de Carne y Leche a partir de la Caña de Azúcar", auspiciado por el International Development Research Centre de Canadá (IDRC) y coordinado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

^{2,3} Departamentos de Nutrición Animal y de Avicultura, respectivamente, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, Apartado Postal 41-652, Palo Alto 10, D.F.

y liofilizó posteriormente. Se determinó la actividad de la invertasa siguiendo la técnica indicada por la A.O.A.C., obteniéndose una actividad de 0.127. Para la preparación de la melaza invertida se utilizaron 9.49 g de la invertasa purificada y liofilizada por 10 kg de melaza de 63.2 Brix, a pH de 5.3 y 55°C durante 48 horas. El grado de hidrólisis se midió mediante la determinación de los azúcares reductores por el método de Lane-Eynon (A.O.A.C., 1970), obteniéndose 90.84% de inversión de la sacarosa de la melaza en estas condiciones.

Experimento con pollos

Se utilizaron 72 pollos Vantress sin sexar de una semana de edad. Durante los primeros 7 días se les suministró una dieta de iniciación con 23% de proteína. Los pollitos fueron distribuidos conforme a un diseño completamente al azar en tres corraletas de piso de cemento con cama de paja, donde se ofreció agua y alimento a volun-

tad. Se estudiaron 3 tratamientos a base de soya-almidón de maíz, substituyendo parcialmente el almidón de maíz con melaza invertida y sin invertir. Las dietas fueron isocalóricas (3,100 kcal/kg) e isoproteicas (20%). El Cuadro 1 describe la composición de las dietas experimentales.

Para la preparación de las dietas se mezclaron la melaza invertida y sin invertir con el almidón y la soya y se secaron en una estufa de aire forzado a 65C durante 60 y 30 horas, respectivamente. Después del proceso de secado se estabilizaron con la humedad ambiental durante 24 horas. Los parámetros estimados fueron ganancia de peso, consumo de alimento, niveles de glucosa sanguínea, humedad de heces y actividad de invertasa intestinal.

Los pollos fueron pesados individualmente al inicio del experimento y después cada semana. Se midieron diariamente los consumos de alimento y se calculó la eficiencia de conversión a la 4ª y 8ª semana de experimentación. La glucosa sanguínea fue medida cada 2 semanas hasta la 8ª semana en

CUADRO 1

Composición de las raciones experimentales

	TRATAMIENTOS		
	1	2 Melaza	3 Melaza invertida
Almidón de maíz	49.55	23.21	23.21
Melaza	—	20.00	20.00
Pasta de soya	44.15	44.15	44.15
Aceite de cártamo	2.00	8.34	8.34
Mezcla de vitaminas ^a	0.50	0.50	0.50
Mezcla de minerales ^b	0.05	0.05	0.05
NaCl	0.50	0.50	0.50
DL metionina	0.20	0.20	0.20
Roca fosfórica	3.00	3.00	3.00
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Análisis Calculado			
Proteína %	20	20	20
Energía metabolizable kcal/kg	3,100	3,100	3,100

^a Vitaminas (cantidad por tonelada de alimento) Vitamina K, 2,200 mg; Vitamina A, 800,000 UI; Vitamina D3, 3,000,000 UI; Vitamina B12, 0.015 mg; Vitamina E, 10,000 UI; Riboflavina, 5 g; Pantotenato de calcio, 15 g; Niacina, 25 g; Colina 25%, 1,800 g; antibiótico, 10 g.

^b Minerales por kg de ración: Calcio, 10 g; fósforo, 7 g; Sodio, 1.5 g.

5 pollos de cada tratamiento por el método de la O-toluidina.⁴ En cada ocasión la muestra de sangre fue tomada a la misma hora. Los mismos pollos fueron sacrificados por corte de la vena yugular y se les extrajo el intestino desde el divertículo hasta los ciegos, eliminando los restos alimenticios que conservaban. Posteriormente se separó el intestino delgado seleccionándose el duodeno y el yeyuno para efectuar la prueba de actividad de invertasa con una modificación al método sugerido por Dahlquist, 1961. Las secciones de intestino en saco invertido se colocaron en soluciones amortiguadoras de fosfatos 0.1 M pH 4.6, con concentraciones variables de sacarosa: 0.006 M, 0.025 M, 0.038 M y 0.055 M, para la medición de la actividad invertasa durante la 2ª, 4ª, 6ª y 8ª semana, respectivamente. Se incubaron a 55C durante 3 horas. Al término del tiempo de incubación se cuantificó la glucosa liberada de la sacarosa por acción de las invertasas intes-

la paja al colocarla en los corrales y al levantar las camas sucias a los 5 días.

Los resultados obtenidos a las 8 semanas de experimentación se describen en el Cuadro 2.

Se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) en la ganancia de peso; en consumo de alimento no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) y la eficiencia de conversión mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) siendo menor la ganancia de peso y mayor el índice de conversión en los pollos del tratamiento 3 con melaza invertida.

En la glucosa sanguínea no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. En la actividad de invertasa intestinal no se observaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$). La humedad de las heces fue superior y estadísticamente diferente ($P < 0.01$) en el tratamiento 2 con melaza normal.

CUADRO 2

Ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia de conversión, glucosa sanguínea, actividad de invertasa intestinal y humedad de las heces a las 8 semanas

	TRATAMIENTOS			D.E.
	1	2 Melaza	3 Melaza invertida	
Ganancia de peso promedio, g	1,535.3 ^a	1,589.3 ^a	437.5 ^b	35.49
Consumo de alimento promedio, g	3,952 ^c	3,158 ^c	2,210 ^c	66.59
Eficiencia de conversión	2.69 ^c	2.60 ^c	5.44 ^d	0.7
Glucosa sanguínea, mg glucosa/100 ml	181.38 ^c	191.86 ^c	217.39 ^c	16.35
Actividad de invertasa intestinal, mg glucosa/ml	231.68 ^a	249.45 ^c	251.71 ^c	116.54
Humedad de las heces, %	31.6 ^a	51.9 ^b	31.9 ^a	3.79

a, b Para cada variable valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$).

c, d Para cada variable valores con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

tinales por el método de la hexoquinasa.⁵ La humedad de las camas se midió determinando la diferencia de la humedad de

⁴ Merckotest. Glucemia N° 3353 E. Merck, Darmstadt.

⁵ Biochemica Test combination N° 15931 Boehringer Mannheim GmbH diagnóstica.

Para la inversión enzimática de la melaza se tuvo que diluir ésta al 15% con el consiguiente incremento en el tiempo de secado de la dieta, lo cual disminuyó probablemente el valor nutritivo de la dieta; esto podría explicar los resultados obtenidos en la ganancia de peso de los pollos del

tratamiento 3. Con objeto de comprobar si esto había sucedido se determinó la lisina disponible de las dietas de acuerdo al método de Kakade y Liener (1969) y se obtuvieron los resultados siguientes: dieta 1 (sin melaza) 0.58%; dieta 2 (melaza sin invertir) 0.57%, y dieta 3 (melaza invertida) 0.46%. Estos datos sugirieron que el menor peso de los pollos se debió aparentemente a la disminución de la lisina disponible por el procesamiento de la melaza invertida y/o al menor consumo de alimento.

La glucosa sanguínea no se vio afectada en ninguno de los tratamientos en que se utilizó en las dietas, por lo que es probable que los azúcares simples sean metabolizados por el organismo de los pollos conforme van siendo absorbidos. Esto confirma lo descrito por Ly y Velázquez, 1970, quienes no encontraron diferencias en los niveles de glucosa sanguínea después de 3 horas de haber sido alimentados los animales con dietas a base de grano o melazas con y sin azúcar adicionada. En cuanto a la actividad de invertasa intestinal, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$); aparentemente no hay adaptación de los pollos a las diferentes dietas ya sea con melaza sin invertir o invertida. Este efecto pudo deberse a que los pollos hasta el momento del sacrificio siguieron comiendo a libertad.

Literatura citada

- A.O.A.C., 1970, Official Methods of Analysis, *Association of Official Agricultural Chemists*, 11th Ed., Washington, D.C.
- DAHLQUIST, A., 1961, The location of carbohydrases in the digestive tract of the pig, *Biochem. J.*, 78:282.
- KAKADE, M.L. and I.E. LIENER, 1969, Determination of available lysine in proteins, *Anal. Biochem.*, 27:273.
- LY, J. y M. VELÁZQUEZ, 1970, Algunas observaciones sobre glucosa sanguínea en cerdos alimentados con dietas basadas en azúcar y miel final, miel rica o granos, *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 4:201.
- MORRISON, F.B., 1969, Alimentos y alimentación del ganado, *Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana* (Traducción al castellano de la Edición XXI).
- OBANDO H., M. CORZO, A. MONCADA y J.H. MANNER, 1968, Efectos de altos niveles de potasio en dietas para cerdos, *Memorias ALPA*, 3:159.
- PÉREZ R. y T.R. PRESTON, 1970, Mieles final y rica para broilers, *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 4:119.
- ROBLEDO SERNA, MA. T., 1975, Efecto del tratamiento químico de las mieles incristalizables en su digestibilidad para ruminantes. *Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas*,

La humedad de las heces, que se midió indirectamente por medio de la humedad de la cama: fue menor en los tratamientos 1 (con almidón de maíz) y 3 (melaza invertida), y aunque uno de los objetivos del trabajo fue el de disminuir el efecto laxante de la melaza, esto no pudo probarse con certeza.

Summary

A study was conducted to observe whether an enzymatic hydrolysis of sugarcane molasses could prevent diarrhea in chicks. The enzyme was extracted from bakery's yeast and had an activity of 0.127. With this extract, 90.8% of the sucrose contained in molasses was hydrolyzed (55C, 48 hr). Seventy-two-unsexed Vantress chicks were randomly assigned to three groups. Soybean-corn starch diets were used, substituting part of the starch for molasses, either intact or hydrolyzed. Diets were isoproteic (20%) and isocaloric (3,103 kcal/kg). Eight week results showed highly significant ($P < 0.01$) differences in weight gains and feed conversion ratios, which were probably due to a decrease in the available lysine of the inverted molasses diet. Blood glucose levels and intestinal sucrose activity were not significantly different among treatments ($P > 0.05$) Fecal moisture was higher in the untreated molasses treatment.

Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

ROSENBERG, M.M. and A.L. PALAFOX, 1955, Response of growing and mature pullets to continuous feeding of cane final molasses, *Poult. Sci.*, 35:292.

VELÁZQUEZ, M., J. LY and T.R. PRESTON, 1969,

Digestible and metabolizable energy values for pigs of diets based on high test molasses or final molasses and sugar, *J. Anim. Sci.*, 29: 578.

VELÁZQUEZ M. y T.R. PRESTON, 1970, Miel rica y miel integral como fuente de energía para puercos en crecimiento, *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 4:51.

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.]

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.]