

**EFFECTO DE NIVELES ALTOS DE MELAZA DE CAÑA
EN LA ALIMENTACION Y DE SU INVERSION ENZIMATICA
SOBRE LA ACTIVIDAD DE INVERTASA
INTESTINAL EN MONOGASTRICOS**

JESÚS SORIANO T.¹
M^{te} TERESA ROBLEDO ¹
IRMA TEJADA DE H.¹
ERNESTO AVILA G.²
ARMANDO S. SHIMADA ¹

Resumen

Se condujeron dos experimentos con el objeto de obtener información del efecto que niveles elevados de melaza de caña de azúcar en la dieta tienen sobre el comportamiento (ganancia de peso, consumo y conversión de alimento), la consistencia de las heces y la actividad de la invertasa intestinal en monogástricos. En el primer experimento se utilizaron cerdos de la craza Yorkshire-Landrace (hembras y machos) de aproximadamente 50 kg. Los tratamientos empleados consistieron en comparar dietas con melaza o sacarosa al 40% contra una dieta testigo sorgo + pasta de soya; los resultados en 30 días no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en cuanto a ganancia de peso: 0.619, 0.609 y 0.760 kg, consumo de alimento: 2.40, 2.85 y 2.90 kg diarios y conversión alimenticia: 3.88, 4.68 y 3.81, respectivamente. Heces líquidas se observaron en los animales alimentados con melaza de caña. Con relación a la actividad enzimática de invertasa o sacarosa, ésta fue menor en los cerdos que recibieron melaza (1.18) respecto a los demás tratamientos (2.66 testigo y 2.34 sacarosa) ($P < 0.05$). En el segundo experimento se emplearon pollos de engorda de 1 a 5 semanas de edad de una línea comercial; se empleó un arreglo fac-

torial 2×2 contra testigo, el primer factor fue 20% de melaza normal vs invertida y el segundo la suplementación de 0 y 0.305% de L-lisina HCl. Como testigo se utilizó una dieta almidón + pasta de soya. Los datos indicaron una respuesta inferior ($P < 0.05$) para la dieta con melaza invertida sin lisina en cuanto a ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia. Se observó un mayor consumo de agua de beber en los pollos alimentados con melaza de caña, lo que originó mayor humedad de las excretas ($P < 0.05$). Respecto a la actividad de invertasa intestinal no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Introducción

El empleo de cereales como fuente de energía en la alimentación de los animales monogástricos se ha cuestionado en los últimos años, debido a la baja disponibilidad y el alto costo para su adquisición. Esto preocupa y obliga a dirigir estudios hacia el aprovechamiento de insumos que proporcionen la energía necesaria para la alimentación animal. A este respecto, Preston y Hagelberg (1967) consideran que la caña de azúcar puede producir mayor cantidad de carbohidratos disponibles que cualquier otro cultivo en zonas tropicales, pero su uso actual en nutrición animal sólo representa un porcentaje reducido comparado con los granos de cereales. La ventaja que representa utilizar las melazas en la

Recibido para su publicación el 2 de febrero de 1983.

^{1,2} Departamentos de Nutrición Animal y de Avicultura, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarías-SARH, Apdo. Postal N° 41-652, México 10, D.F.

producción animal para los países productores de caña de azúcar es considerable; baste mencionar que en México el proceso industrial para la obtención de azúcar para 1981 arrojó una producción de miel final (melaza) de 1.287,503 toneladas (UNPA-SA, 1981).

La energía metabolizable de la melaza de caña para los cerdos y para las aves representa el 72.5 y 60%, respectivamente de la energía metabolizable proporcionada por el sorgo. Esto la hace atractiva para ser empleada en la alimentación de las especies animales mencionadas; además, le proporciona una buena textura y un olor agradable a la dieta. Sin embargo, existen ciertos factores en la melaza de caña de azúcar que han limitado su aplicación comercial a niveles altos en el alimento como: diarreas (Iwanaga *et al.*, 1959; Blanco *et al.*, 1964; Cuervo *et al.*, 1972), disminución en ganancia de peso, y en consecuencia pobre conversión alimenticia en los animales (McLeod *et al.*, 1968; Marrero y Ly, 1976).

Trabajos realizados empleando niveles altos de melaza de caña en la alimentación de los cerdos, han indicado la presencia de heces más fluidas o diarreas en estos animales (Iwanaga *et al.*, 1959; Blanco, Raun y Vargas, 1964). Entre las posibles causas que provocan estas diarreas, se ha sugerido que la digestión de la sacarosa presente en la melaza de caña, sea menos eficiente debido a una insuficiente cantidad de la enzima sacarasa intestinal (Velázquez, Ly y Preston, 1969).

En cuanto a las aves la utilización de más de 10% de melaza de caña en sus raciones presenta una serie de desventajas que repercuten en el comportamiento de los animales como: ganancias de peso inferiores respecto a las dietas prácticas, pobres conversiones alimenticias y excretas húmedas (Marín *et al.*, 1968). Algunas de las recientes observaciones de investigación sugieren que esas desventajas se pueden superar mediante un enfoque diferente como el de añadir azúcar refinada a las melazas antes de ser incorporadas a la dieta final (McLeod *et al.*, 1968). Bajo las condiciones de nuestro país, sería difícil dis-

traer el azúcar refinada para enriquecer la melaza de caña para la alimentación animal, puesto que forma parte de la alimentación humana. Al respecto se ha sugerido realizar tratamientos químicos o inversiones enzimáticas de la melaza de caña (Robledo, 1975; Silva, 1977), con lo que se mejoraría su aprovechamiento en los animales.

Con estos antecedentes se consideró pertinente obtener mayor información sobre la causa de heces fluidas como limitante en el empleo de melaza de caña en niveles elevados en la alimentación de monogástricos y su comportamiento, para lo cual se realizaron dos trabajos: uno con cerdos para determinar la actividad de la sacarasa intestinal al ser alimentados con dietas con melaza y otro con pollos para engorda para observar su comportamiento en dietas con niveles altos de melaza de caña con y sin inversión enzimática.

Material y métodos

En el trabajo realizado con cerdos se utilizaron animales Yorkshire-Landrace con un peso aproximado de 50 kg. Se pesaron al inicio y al final del experimento y fueron alojados en corraletas con piso de cemento provistas de comederos y bebederos automáticos; se desparasitaron interna y externamente y se vacunaron contra Erisipela porcina.

Las aves fueron pollos de engorda sin sexar, de una línea comercial, de una semana de edad; se alojaron en criadoras eléctricas de batería con temperatura regulada por termostato con comederos, bebederos y charolas de acero inoxidable para colección de excretas. Fueron vacunadas contra las enfermedades de Marek y de Newcastle. Las dietas experimentales empleadas tanto para los cerdos como para los pollos fueron preparadas utilizando melaza de caña de azúcar de 88° Brix y de un solo ingenio azucarero. En los pollos se recolectó materia fecal semanalmente durante el experimento. Para la determinación del análisis químico proximal de los ingredientes y las dietas experimentales, así como la

humedad de las heces se emplearon los métodos de la AOAC (1970). Se registraron datos de ganancia de peso, consumo de alimento y se determinó la conversión alimenticia tanto para los cerdos como para los pollos; otras variables son discutidas en cada uno de los experimentos. Los resultados obtenidos se analizaron de acuerdo a lo recomendado por Snedecor y Cochran (1971) y al encontrar diferencias estadísticas entre tratamientos se empleó la prueba de Duncan (1955) para detectar diferencias entre medias.

Experimento 1. Se emplearon 18 cerdos (12 machos castrados y 6 hembras), los cuales fueron distribuidos en 6 grupos de 3 cerdos cada uno (2 machos y una hembra). Se empleó un diseño completamente al azar. Los tratamientos consistieron en comparar dietas con melaza o sacarosa al 40% contra una dieta testigo sorgo + pasta de soya; cada tratamiento se ofreció por duplicado. La duración del experimento fue de 35 días, 5 días de adaptación y 30 días de experimentación, durante los cuales agua y alimento se proporcionaron a libertad, llevándose registro del consumo de alimento diariamente. La composición y el análisis de las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 1. Se determinó glucosa sanguínea durante el experimento para lo cual los animales fueron sangrados cada tercer día por la mañana en ayuno y a la misma hora (8:00 a.m.); de los cerdos, 3 machos de cada tratamiento, seleccionados al azar sin ser movilizados de las corraletas (identificados con un arete de plástico en la oreja) se sangraron además una y dos horas después de la ingestión de alimento, con el objeto de obtener 3 muestras de sangre por separado. Las muestras de sangre se obtuvieron de la región del golfo de las yugulares de los animales, empleando equipo vacutainer y aguja Nº 20; fueron colocadas las muestras en tubos de vidrio sin anticoagulante para después ser incubadas durante 90 minutos y aproximadamente a 37.5C; posteriormente se separaron los sueros de cada muestra por centrifugación a 100 G's durante 20 minutos, se congelaron y almacenaron hasta su procesamiento.

CUADRO 1

Composición de dietas conteniendo melaza o azúcar de caña para cerdos en desarrollo (Experimento 1)

Ingredientes %	Dietas ¹		
	1 (T)	2 (M)	3 (S)
Sorgo molido	72.60	18.50	26.40
Pasta de soya	20.05	30.02	28.42
Melaza	—	40.00	—
Sacarosa	—	—	49.00
Constantes ²	5.00	5.00	5.00
Aceite vegetal	2.30	6.40	0.10
DL-metionina	0.05	0.08	0.08
	100.00	100.00	100.00
Análisis calculado			
Proteína cruda	16.01	16.08	16.00
E.M. Kcal/kg	3140	3100	3100
Lisina total	0.74	0.91	0.88

¹ Testigo (T), Melaza (M), Sacarosa (S).

² Incluye: Roca fosfórica, 1%; sal, 0.5%; vitaminas, 0.4%, y minerales traza, 0.1% vitaminas y minerales empleados por Shimada *et al.*, 1971).

Las determinaciones fueron hechas por el método de la O-Toluidina (Hultman, 1959). Los cerdos que fueron seleccionados después de obtenerse la tercera muestra de sangre, fueron sacrificados en grupos de tres animales (uno de cada tratamiento), a los 10 días de iniciado el experimento, repitiéndose cada 10 días hasta terminar el estudio, con el objeto de determinar la actividad de la sacarasa intestinal para lo cual se procedió de la siguiente manera: los animales fueron anestesiados, se abrió el abdomen y se separó el intestino delgado eliminando de éste los restos alimenticios que conservaba; se dividieron los intestinos en secciones iguales, con objeto de seleccionar las partes de duodeno, yeyuno e íleon. La actividad enzimática fue determinada por triplicado de las tres porciones y de raspado de mucosa de acuerdo a lo recomendado por Dahlquist (1961).

Experimento 2. La inversión de la melaza de caña se realizó con una invertasa de levadura de Travenol Laboratories International. De acuerdo con las recomendaciones del productor se diluyó la melaza

con agua hasta obtener una concentración de 55 Brix, se incubó en baño María a 55C agitando periódicamente durante 26 horas, al cabo de las cuales se obtuvo una inversión de la sacarasa, aproximada del 92%, la que se comprobó mediante las pruebas de azúcares reductores de Fehling modificación Lane Eynon (AOAC, 1970).

Se emplearon 60 pollos de una semana de edad, los cuales fueron divididos en 15 grupos de 4 animales cada uno. El diseño experimental empleado fue completamente al azar con 5 tratamientos con 3 repeticiones de 4 aves cada una. Se empleó un arreglo factorial 2×2 contra testigo; siendo un factor la adición de 20% de melaza normal y en inversión enzimática y otro factor la suplementación de 0 y 0.305% de L-lisina HCl. Como testigo se empleó una dieta almidón + pasta de soja, la que sirvió de referencia, a expensas del almidón de la dieta basal, se incluyó melaza. Los tratamientos empleados fueron: 1) Dieta almidón + pasta de soja, 2) 20% de melaza, 3) 20% de melaza + lisina, 4) 20% de melaza invertida y 5) 20% de melaza invertida + lisina. La razón fundamental por la que se incluyeron tratamientos con melaza normal + lisina y melaza invertida + lisina se debió a que la dieta de la melaza invertida presentaba una textura semilíquida, difícil de manejar; la cual tuvo que ser secada en una estufa de aire forzado a 60C durante 24 horas, lo que ocasionó una menor cantidad de lisina disponible, cuando este aminoácido se determinó en la dieta por el método de Kakade y Liener (1969). El experimento tuvo una duración de 4 semanas, durante las cuales agua y alimento se proporcionaron a libre consumo. Semanalmente se registraron datos de ganancia de peso y consumo de alimento. La composición de las dietas experimentales utilizadas se muestran en el Cuadro 2.

Se midió glucosa sanguínea en 6 pollos tomados al azar de cada tratamiento a la 4ª y 5ª semana de edad, tomando las muestras de sangre a la misma hora (8:00 a.m.); el método utilizado fue el de la O-toluidina (Merckotest-Glucemia) (Hultman, 1959). Los pollos sangrados de los

CUADRO 2

Composición de dietas basales conteniendo melaza de caña normal e invertida para pollos de una a cinco semanas de edad (Experimento 2)

Ingrediente %	Dieta Testigo	Dieta melaza normal	Dieta melaza invertida
Almidón de maíz	47.900	21.555	21.555
Pasta de soja	44.150	44.150	44.150
Melaza normal	—	20.000	—
Melaza invertida	—	—	20.000
Aceite	2.000	8.345	8.345
Constantes ¹	5.400	5.400	5.400
Vitaminas y minerales ²	0.550	0.550	0.500
Análisis calculado:			
Proteína cruda	21.19	21.19	21.19
E.M. Kcal/Kg	3047	3021	3021
Lisina total	1.31	1.31	1.31

¹ Incluye: Roca fosfórica, 4.0%; carbonato de calcio, 0.7%; sal, 0.5%; DL-metionina, 0.2%.

² Cuca, Avila y Pro (1980).

tratamientos 1, 3 y 5 fueron sacrificados al final del experimento por degüello, abierto el abdomen y extraídos los intestinos, tomándose la porción intestinal comprendida por el yeyuno e íleon para efectuar la prueba de actividad de invertasa con una modificación (Silva, 1977) al método sugerido por Dahlqvist (1961).

Resultados y discusión

Experimento 1. Los resultados obtenidos del comportamiento de los cerdos en 30 días de experimentación se muestran en el Cuadro 3. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre tratamientos, ya que el tratamiento con melaza normal al ser comparado con los tratamientos con sacarosa y el testigo no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$) en cuanto a ganancia de peso, consumo y conversión de alimento. Esto afirma una vez más que con dietas altas en melaza se puede mantener un ritmo de crecimiento normal si las dietas empleadas son isocalóricas e isoproteicas aun cuando los niveles de melaza de caña sobrepasen el 30% de la ración (Obando *et al.*, 1969). Durante el experi-

CUADRO 3

Efecto de dietas con melaza o azúcar de caña en la alimentación de cerdos en desarrollo durante 30 días (Experimento 1)

Variables	Tratamientos ¹		
	1 (T)	2 (M)	3 (S)
Ganancia diaria Kg	0.619	0.609	0.760
Consumo de alimento (kg)	2.40	2.85	2.90
Conversión alimenticia	3.88	4.68	3.81

¹ Testigo (T), Melaza (M), Sacarosa (S).

mento, se observaron heces húmedas en los cerdos que recibieron melaza de caña normal.

Las observaciones sobre glucosa sanguínea de todos los animales en ayuno no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) (Cuadro 4), lo que indica que todos los valores fueron aproximadamente iguales. Esto aparentemente sugiere que no hay algún desajuste anormal en la homeostasis de la glucosa sanguínea. Sin embargo, los valores promedio obtenidos (86.49 mg/100 ml) en este estudio difieren de lo indicado por Ly y Velázquez (1970) quienes al alimentar cerdos con melaza + azúcar obtuvieron valores de glucosa en sangre (en ayuno) de aproximadamente 65 mg/

CUADRO 4

Observaciones sobre glucosa sanguínea y actividad invertasa intestinal en cerdos en desarrollo y alimentados con melaza y azúcar (Experimento 1)

Observaciones	Tratamiento ¹		
	1 (T)	2 (M)	3 (S)
Glucosa sanguínea mg/100 ml	88.63	85.21	85.64
Actividad invertasa ²	2.66 a ³	1.18 ^b	2.34 a

¹ Testigo (T), Melaza (M), Sacarosa (S).

² Una unidad de actividad de sacarosa causa el 5% de hidrólisis de sacarosa en 2 ml de un sustrato con una concentración de 28 mM en 60 minutos a 37°C.

³ a, b Para cada parámetro valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$).

100 ml en promedio. En lo referente a las observaciones de glucosa en ayuno, 1ª y 2ª horas después de la ingestión de alimento, el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas ($P > 0.05$) (Cuadro 5). Este efecto puede ser debido a la gran variación encontrada. Cabe señalar que aun cuando los valores de glucosa sanguínea para ayuno, 1ª y 2ª horas fueron iguales ($P > 0.05$), los valores tendieron a aumentar a la primera y segunda horas después de la ingestión del alimento. Es probable que por el tipo de dieta que recibieron los animales, los azúcares simples sean metabolizados por el organismo conforme van siendo absorbidos para que después de un tiempo los valores sean similares en todos los tratamientos, lo cual puede confirmarse al no encontrar diferencias significativas ($P > 0.05$) (Ly y Velázquez, 1970).

De los resultados obtenidos para la actividad enzimática de invertasa o sacarasa, se encontró que fue menor en los cerdos que recibieron la melaza (Cuadro 4); cabe agregar, como se inició anteriormente, que se observaron heces húmedas en estos animales durante el experimento. Esto pudiera tener relación con lo que señalan Velázquez, Ly y Preston (1969), quienes afirman que es posible que el efecto diarreico que se presenta en animales que reciben dietas con niveles altos de melaza, es ocasionado por una insuficiente actividad de la invertasa. También estos autores sostienen que el fenómeno laxante esté relacionado con el alto contenido mineral en las melazas, que produce efectos osmóticos por la gran cantidad de iones potasio. Parece ser que no solamente estos factores estén involucrados como causa de heces fluidas en los animales dado que las observaciones conducidas por Ly y Boucourt (1975) sugieren que durante las primeras etapas de la digestión, una parte de los azúcares dietéticos puede desaparecer por la vía fermentativa, lo cual hace pensar que probablemente se suceden cambios en la flora microbiana gastrointestinal en los animales alimentados con melazas. De los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que es factible el empleo de niveles elevados de melaza (40%) en dietas isocalóricas e

CUADRO 5

Algunas observaciones sobre glucosa sanguínea en cerdos en desarrollo alimentados con niveles altos de melaza (mg/100 ml)

Observaciones	Tratamientos			Promedio ²
	T1 (T)-	T2 (M)	T3 (S)	
Ayuno	101.80	94.95	65.88	87.44
1a. hora	105.38	116.95	139.50	117.61
2a. hora	141.08	83.55	149.60	124.74
Promedio	116.08	98.48	115.33	

¹ Testigo (T), Melaza (M), Sacarosa (S).

² El coeficiente de variación para la determinación de glucosa sanguínea fue de 57.0%.

isoproteicas que ayudan a corregir sus eficiencias de energía y proteína, para cerdos en desarrollo. Con respecto a la menor actividad enzimática de sacarasa intestinal observada en los cerdos que recibieron melaza, es probable, como lo señalan Ly, Peraza y Díaz (1978) que existan picos de actividad de la enzima invertasa a diferentes intervalos de tiempo, motivo por el cual se diseñó el trabajo con pollos con objeto de estudiar el efecto de la inversión enzimática de la melaza, así como la concentración de esta enzima en el tubo gastrointestinal.

Experimento 2. Los resultados promedio de ganancia de peso, consumo, conversión de alimento y humedad de excretas se muestran en el Cuadro 6. Los análisis estadísticos de las variables estudiadas indicaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre tratamientos. La ganancia de peso en el tratamiento con melaza de caña invertida sin lisina, fue significativamente inferior ($P < 0.05$) al compararse con los demás tratamientos. La suplementación de lisina a la dieta con 20% de melaza normal redujo el crecimiento de las aves en relación con los pollos del tratamiento testigo y del tratamiento con 20% de melaza normal sin suplementación de lisina. El consumo de alimento por los pollos que fueron alimentados con los tratamientos que contenían melaza normal más lisina y melaza en inversión fueron inferiores ($P <$

0.05) a los alimentados con la dieta testigo y a la dieta con melaza en inversión más lisina. La conversión alimenticia mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo la más pobre la del tratamiento que contenía melaza invertida sin lisina. El efecto detrimental que se presentó en la ganancia de peso en las aves que recibieron melaza invertida, pudo estar relacionado con una disminución en la cantidad de lisina disponible de la dieta ocasionado por el secado a que fue sometida; esto se puede explicar por la respuesta obtenida en las aves alimentadas con melaza invertida a la adición de lisina, lo que repercutió en una ganancia de peso y conversión alimenticia similar ($P > 0.05$) a la obtenida en la dieta testigo y la dieta que incluía 20% de melaza normal. Posiblemente la suplementación de lisina a la dieta con melaza normal redujo el crecimiento debido a un exceso de este aminoácido. Se observa en el Cuadro 6 un mayor consumo de agua de beber en los pollos alimentados con melaza de caña, lo que originó mayor humedad de las excretas, ésta fue superior y estadísticamente diferente a la del grupo testigo ($P < 0.05$), lo que indica que la inversión enzimática de la melaza no produjo respuesta favorable sobre el efecto laxante de la melaza de caña mediante el proceso de inversión y hace pensar que la causa de este efecto no es debido a una insuficiente actividad

CUADRO 6

Comportamiento de pollos alimentados con melaza de caña normal e invertida de una a cinco semanas de edad (Experimento 2)

Variables	TRATAMIENTOS					D.E.
	1 (T)	2 (M.N.)	3 (M.N. + lisina)	4 (M.I.)	5 (M.I. + lisina)	
Ganancia de peso promedio (g)	695. b ²	708 a	616 b	474 c	688 a	41.52
Consumo de alimento (g)	1378.63 a	1233.9 a	1170.79 b	1142.20 b	1366.65 a	75.63
Conversión alimenticia	1.98 b	1.87 b	1.90 b	2.40 a	1.98 b	0.11
Humedad en heces (%)	75.4 a	82.3 b	80.9 b	78.4 b	82.2 b	0.89
Consumo de agua (ml)	3200 a	4604 b	4194 b	3309 ab	4842 b	

¹ Testigo (T), Melaza Normal (M.N.), Melaza Invertida (M.I.).

² a, b, c Dentro de cada parámetro valores con letra distinta son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

de hidrólisis enzimática como lo indican Velázquez, Ly y Preston (1969), sino que probablemente existan otros factores en la composición de las melazas, patrones de fermentación microbiológicos, que de una forma u otra estén relacionados con este fenómeno laxante. Cuervo *et al.* (1972) concluyen que existen otros minerales presentes en las melazas de caña que pudieran potencializar al potasio también presente en grandes cantidades y que probablemente esto sea responsable del efecto laxante.

La determinación de glucosa sanguínea (Cuadro 7) fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$) por lo que es posible sugerir que los azúcares simples sean metabolizados por el organismo de los pollos conforme van siendo absorbidos. Esto probablemente esté relacionado con lo descrito por Ly y Velázquez (1970) quienes no encontraron diferencias en los valores de glucosa sanguínea después de 3 horas de haber sido alimentados los animales con dietas basadas en granos de cereales o melazas con y sin azúcar adicionada. Respecto a la actividad de invertasa intestinal (Cuadro 7) no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el tratamiento testigo y los que incluían melaza. Hubo una mayor actividad no significativa en los pollos alimentados con melaza invertida más lisina, esto pudo deberse a que se encontraba más glucosa presente en los intestinos de los animales debido al efecto de inversión enzimática de la melaza empleada en este

tratamiento. Sin embargo, es posible que la actividad de invertasa en intestino del pollo no se aumente ni se inhiba al tratar de adaptar a los animales a dietas con gran cantidad de sacarosa o con azúcares simples sino que se mantienen aproximadamente los mismos niveles de enzima en el intestino (Silva, 1977). De los datos de este experimento se puede sugerir que la actividad de sacarosa es eficiente en los monogástricos alimentados con melaza, lo que descarta a esta enzima como la causa del efecto laxante por niveles altos de melaza de caña en la dieta, pues la inversión enzimática de la melaza no tuvo ningún efecto benéfico sobre la humedad de las excretas.

Summary

Two experiments were conducted to study the effect of high levels of cane molasses on performance, feces moisture and sucrase activity. In the first experiment with crossbreed pigs Yorkshire Landrace (barrow and gilts 1, with initial average weight of 50 kg, were fed the following diets: cane molasses 40% and sucrose 40% diets and sorghum + soybean meal control diet. The results obtained indicated not significant differences ($P > 0.05$) in weight gain: 0.619, 0.609 and 0.760, feed consumption: 2.40, 2.85 and 2.90 kg and feed conversion: 3.88, 4.68 and 3.81 respectively. Moisture

CUADRO 7

Efecto de la melaza normal e invertida en pollos de una a cinco semanas de edad (Experimento 2)

Observaciones	Tratamientos ²			D.E.
	1 (T)	3 (M.N. + Lisina)	5 (M.I. + Lisina)	
Glucosa sanguínea, mg/100 ml.	219.95 ^a	228.86 ^a	218.60 ^a	10.84
Actividad invertasa intestinal (mg glucosa/ml) ¹	11.64 ^a	17.95 ^a	29.51 ^a	4.53

¹ Cantidad de glucosa liberada al desdoblarse la sacarosa por la invertasa intestinal.

² Testigo (T), Melaza Normal (M.N.), Melaza Invertida (M.I.).

³ a Dentro de cada parámetro valores con la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

feces were observed in pigs fed 40% molasses. Enzymatic activity of intestinal sucrase was lower ($P < 0.05$) for pigs feed cane molasses (1.18). In the second experiment with broiler chicks of a commercial strain, a factorial arrangement 2×2 vs. control was employed; diets with 20% of cane molasses vs. inverted cane molasses 20%; were supplemented with of 0, 0.305%

of L-Lysine-HCl. The control diet was starch + soybean oil meal. Results obtained in four weeks indicated lower performance ($P < 0.05$) for chicks fed inverted cane molasses without lysine, water intake increased in broilers fed cane molasses, and increased moisture in droppings ($P < 0.05$). Intestinal sucrase activity was not different ($P > 0.05$) among treatments.

Literatura citada

- A.O.A.C., 1970. Official methods of Analysis, 11th, Ed. *Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.*
- BLANCO, V., N.S. RAUN and E. VARGAS, 1964. Molasses a major energy source for swine. *J. Anim. Sci.* 23:368 (Abstr.).
- CUCA, G.M., E. AVILA, y A. PRÓ, 1980. La alimentación de las aves de corral, *Manual, Coleg. Post. Chapingo, México.*
- CUERVO, C., L. RESTREPO, D.H. BUSHMAN, and M. RENDÓN, 1972. The sugars and various cations present in cane molasses and their effect on diarrhea in chickens. *Poult. Sci.* 51(3):813.
- DAHLQUIST, A., 1961. The location of carbohydrates in the digestive tract on the pig, *Biochem. J.* 78:882.
- DUNCAN, D.B., 1955. Multiple range and multiple F-test, *Biometrics.* 11:1-42.
- HULTMAN, E., 1959. Método de la O-toluidina, *Nature.* 183:108.
- IWANAGA, I.I., K.K. OTAGAKI, E. COBB, and O. WAYMAN, 1959. High molasses ration for growing and fattening swine, *J. Anim. Sci.* 18:1172 (Abstr.).
- KAKADE, M.L. and I.E. LIENER, 1969. Determination of available lysine in proteins, *Anal. Biochem.* 27:273.
- LY, J. y R. BOUCORT, 1975. Microflora y Fermentación en el tracto gastrointestinal del cerdo joven. 1. Nivel de ácidos orgánicos. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 9:155.
- LY, J., M. PERAZA y J. DÍAZ, 1978. El uso de miel rica en el destete de lechones. 1. Actividad de la sacarasa y de la maltasa. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 12:73.
- LY, J. y M. VELÁZQUEZ, 1970. Algunas observaciones sobre la glucosa sanguínea en cerdos alimentados con dietas basadas en azúcar y miel final, miel rica o granos. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 4:201.
- MACLEOD, N.A., T.R. PRESTON, L.A. LASSOTA, M. B. WILLIS y M. VELÁZQUEZ, 1968. Miel y azúcar como fuentes energéticas para puercos. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 21:205.
- MARÍN, O.H. ALVAREZ, E. SANTOS, N.S. RAUN, 1968. Cuatro niveles de melaza y cinco premezclas vitamínicas en dietas para pollo de engorde. *A.L.P.A. Memo. V.* 3:152, Méx.
- MARRERO, L.J. y J. LY, 1976. Efecto de diferentes proporciones de miel rica y miel final en dietas para cerdos en crecimiento. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 10:55.
- OBANDO, H., M. CORZO, A. MONCADA y J.M. MANNER, 1969. Estudios del valor nutritivo de la melaza para cerdos. *Rev. ICA.* 4:3.
- PRESTON, T.R. and G.B. HAGELBERG, 1967. Turning sugar into meat. *New Scientist.* 5:31.
- ROBLEDO, S.M.T., 1975. Efecto del tratamiento químico de las mieles incristalizables en su digestibilidad para rumiantes. *Tesis Lic. Q.F.B. FAC.C.Q. UNAM.*
- SHIMADA, A.M., PERAZA, C., CABELLO F. y L. MARTÍNEZ, 1971. Digestibilidad aparente de los maíces Opaco-2, Harinoso-2 y común para el cerdo en crecimiento. *Téc. Pec. Méx.* 15-16:27.
- SILVA, R. MA. DEL C.M., 1977. Inversión enzimática de la melaza de caña y efecto en su valor nutritivo para el pollo. *Tesis Lic. Q.F.B., FAC. C.Q. U.A. Querétaro. México.*
- SNEDECOR, G.W. and G.W. COCHRAN, 1971. Statistical methods. *Iowa State University Press.* Ames. Iowa. U.S.A.
- UNPASA, 1981. Estadísticas Azucareras, México, *Comisión Nacional de la Industria Azucarera.*
- VELÁZQUEZ, M., J. LY, and T.R. PRESTON, 1969. Digestible and metabolisable energy values for pigs of diets based on high-tests molasses or final molasses and sugar. *J. Anim. Sci.* 29:578.