

**EMPLEO DE NIVELES ALTOS DE MELAZA DE CAÑA (*Saccharum officinarum*)  
EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS, UN NUEVO ENFOQUE.  
I - FASE DE LEVANTE\***

ArthurOwen\*\*  
Arnobio López  
Iván Jiménez

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En Colombia y especialmente en el Valle del Cauca, hay una fuerte industria azucarera que produce amplias cantidades de melaza de caña como subproducto. En este país al igual que en el resto del mundo se han hecho muchos estudios para determinar los niveles máximos de melaza a utilizar en raciones para cerdos, con el objeto de reducir los costos de la alimentación. El Programa de Porcinos del ICA durante la década de los 60, trabajó en esta área y suspendió el proyecto cuando llegó al llamado "Barrera" del 20 y el 30%; niveles máximos de melaza pura (sin diluir) agregados al 80 y 70% del resto de la ración seca, para las fases de levante y ceba respectivamente.

Al final de la década de los 70, surgió la idea de que quizá era posible, utilizando un enfoque distinto, conseguir que el animal ingiriera niveles (por equivalencia de materia seca) muchos más altos; niveles que a pesar de ser superiores al 20 y 30% (para el levante y para la ceba) obviarían las desventajas, encontradas por los otros autores cuando excedían los citados niveles.

El nuevo enfoque en cuestión consistió en ofrecerle al animal permanentemente una disolución de melaza en agua. También por separado y en cantidad restringida un suplemento principalmente proteínico (90% MS) reforzado de vitaminas y minerales. Se especulaba que con el continuo consumo de la disolución melaza-agua era factible que en un período de 24 horas, el animal alcanzaría (por equivalencia de materia seca) ingerir niveles de melaza mucho más altos que aquellos usualmente empleados por los poricultores y la industria de alimentos concentrados, quienes mezclan la melaza con la porción seca de la ración.

El experimento que a continuación se describe corresponde al proyecto global: "Uso de niveles altos de los subproductos de la caña de azúcar en la alimentación del cerdo\*\*\*". Este proyecto contempla la investigación del uso de la disolución de melaza en agua en todas las fases del ciclo de vida del cerdo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

Los primeros trabajos de investigación con melaza en alimentación para cerdos parecen haberse realizado en Hawái (9) Estados Unidos (1-7) y Filipinas (8).

En los estudios iniciales de Henke (9) y Willet y Col. (19) se indica que el 20% de melaza en reemplazo de granos cereales de la ración es el límite máximo que permite ganancias de peso satisfactorias en cerdas jóvenes. Iwanaga y Otogaki (1959) demostraron que la tolerancia a la melaza aumenta en cerdos de mayor peso y edad.

En este estudio se reportó que cerdos con pesos de 13 - 34 - 35 - 60 • 69 - 90 kg presentaban diarreas cuando el contenido de la melaza en la dieta era superior a 10, 20 ó 30%, respectivamente. Otros investigadores Blanco (2); Moneada y Maner (13); Iwanaga (10); 1959; Presión y Willis, (17), han confirmado repetidamente el efecto laxante de dietas para cerdos de todas las edades cuando la concentración de melaza es mayor de 30%. Sin embargo, niveles inferiores a 30% han sido usados satisfactoriamente en la mayoría de los casos. El bajo costo por unidad de energía y la amplia disponibilidad son factores que favorecen un incremento en el uso de este subproducto para alimentación de cerdos en el trópico. De acuerdo a Bray (3) y Morrison (15) la melaza alcanza un valor nutritivo, equivalente a 70 - 80% con relación al maíz.

---

\* Contribución de la Regional 5 y División de Ciencias Animales del ICA.

\*\* Respectivamente: Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Líder Investigación de Monogástricos. Regional 5, M.V.Z., MS., Jefe Sección Porcinos y M.V.Z., MS, Seccional Porcinos hasta Junio/77. Apartado Aéreo 151123 Bogotá.

\*\*\* Financiado parcialmente con fondos de préstamo de AID.

Uno de los métodos que logran prevenir en gran parte la diarrea producida por niveles altos de melaza, consiste en la inclusión de productos fibrosos en la ración. Brocks e Iwanaga (5) incorporaron 13% de bagazo de caña en dietas con 50% de melaza, logrando en esta forma eliminar el efecto laxante. Sin embargo, los aumentos de peso y la eficiencia de conversión alimenticia de los cerdos, disminuyeron significativamente, posiblemente como resultado de una reducción drástica en la concentración de energía digestible. Otra alternativa propuesta por Preston y Willis (17) y Maclead *et al.* (12) se basa en la adición de azúcar crudo a la melaza antes de ser incorporada a la dieta final, o bien en usar directamente miel enriquecida. De esta manera se reduce el porcentaje de ceniza en la dieta, además de incrementarse la concentración energética.

Uno de los resúmenes más completos hechos recientemente en Colombia Buitrago *et al.* (6) cita los distintos niveles de melaza obtenidos por una serie de investigadores; no obstante ninguno de ellos han utilizado el nuevo enfoque que se utilizó en el presente trabajo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

El experimento se llevó a cabo en la Granja Experimental del ICA en Palmira - Valle que tiene las siguientes condiciones: 1.006 m.s.n.m., 1.000 mm de precipitación media anual, 23,8 C de temperatura media anual y que corresponde a un clima caliente moderado.

Se efectuaron una serie de ensayos preliminares con pequeños grupos de cerdos de distinto peso, para estudiar cuál era la mejor solución de agua-miel a usar; se determinó, que la solución que tuvo mayor aceptación y consumo por parte de los animales por peso fue: siete partes de agua y tres partes de melaza pura (Brix promedio 89,0 grados).

Experimento de Levante: Se utilizaron un total de 72 cerdos mestizos Duroc x Landrace (D x L) que fueron agrupados por peso promedio, la mitad (18,32 kg) en el bloque liviano y la otra mitad (23,55 kg) en el bloque pesado, pues se sospechaba que las diferencias en peso promedio inicial tendría un efecto de consideración en los resultados. Los cerdos para cada bloque fueron sorteados al azar y balanceados por sexo a sus respectivos tratamientos.

Antes de empezar el experimento, durante una semana, los cerdos asignados al bloque liviano recibieron a voluntad y los del bloque pesado 2 kg cerdo-día, respectivamente una ración con el 20% de melaza incorporada con el objeto de adaptarlos a un consumo de melaza de aproximadamente 400 gramos día y para que éstos alcanzaran el peso inicial (del experimento) deseado. Los cerdos fueron alojados en corrales de malla metálica y piso de cemento, provistos de un comedero de cemento para alimento líquido y tenían libre acceso a agua fresca permanentemente.

Para el experimento se usó un diseño de bloques completamente al azar, los resultados fueron analizados estadísticamente por el Departamento de Biometría del ICA conforme a procedimientos usuales, y se utilizaron un total de 72 cerdos, 36 por bloque, distribuidos 12 animales a cada uno de los seis tratamientos, seis animales a cada corral (tratamiento/bloque) que fue la unidad experimental.

El experimento se montó de tal manera que al variar los suministros semanales del alimento completo o de los componentes de la ración (suplemento \ agua-melaza), según el tratamiento; todos los animales (y respecto a qué tratamiento pertenecerían) tuvieron una ingesta iso-proteica y que el consumo de materia seca (MS) por animal/día también fuera la misma para todos los animales. Se hizo un gran esfuerzo durante todo el experimento, a medida que los animales aumentaban de peso para que se cumplieran los requisitos arriba mencionados; para que la única variable fuese la concentración energética (kilocalorías/kg) de la materia seca ingerida, ésta última se procuró fuera constante para todos los animales.

Para poder manipular los suministros semanales se formularon cinco raciones experimentales las cuales aparecen en la Tabla 1, con el cálculo estimado de algunos de los nutrientes. Las raciones formuladas para los tratamientos 1 y 2 son alimentos balanceados completos y fue el único alimento que recibieron los cerdos para el respectivo tratamiento; las formulaciones para los tratamientos 3, 4, 5 y 6, corresponden a suplementos que fueron suministrados en forma controlada en combinación con cantidades de agua-melaza también controlada para procurar una ingesta por parte de los distintos grupos de animales, que fuera iso-proteica y que el consumo de materia seca también fuera igual.

1. Los alimentos completos (trat. 1 y II) fueron el único alimento suministrado a los animales de los respectivos tratamientos. Los tres suplementos balanceados para los tratamientos: III, IV, V y VI. Fueron suministrados en combinación de cantidades controladas de agua-melaza.

2. Cantidades reales formuladas.

3. Premezcla comercial de vitaminas y minerales para cerdos.

4. Liquidación estimada según valores de la tabla de composición de alimento de la América Latina.

En la Tabla 2 se presentan las proyecciones de los consumos promedios planeados para cada cerdo según el tratamiento para materia seca, proteína bruta y

de melaza. También aparecen los resultados y las desviaciones de lo intentado (programado). Para poder manipular las ingestas (promedios) cerdo día por corral, se pesaron los cerdos, y se llevaron registros de consumo de los distintos componentes de la ración cada semana; elaborando tablas de suministros para los distintos grupos de cerdos también cada semana para modificarlos a la medida que los animales crecían, para procurar que todos los grupos ingirieran como promedio durante toda la fase de levante (hasta los 47 kg), 2,0 kg de materia seca. Los animales fueron todos de similar constitución genética y recibieron manejo rutinario igual para todos los grupos.

TABLA 1. Composición y liquidación de las porciones secas de las raciones utilizadas según tratamientos.

Ingredientes <sup>2</sup> %	Preparaciones según tratamientos				
	Alimento Completo			Suplementos	
	I	II	III	IV -V	VI
Maíz	41,70	28,20	35,00	33,20	30,00
Torta de Soya	14,70	19,00	25,40	29,50	34,70
Sorgo	40,00	28,20	35,00	32,20	29,50
Melaza	-0-	20,00	-0-	-0-	-0-
Harina de Hueso	3,00	4,00	4,00	4,50	5,00
Sal Yodada	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50
Premezcla <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Análisis Calculado <sup>4</sup>					
Materia seca, %	90,00	88,00	90,00	90,00	90,00
Proteína bruta, %	14,80	15,00	18,90	20,50	22,50
Energía Dig., Kcal/kg	3390	3147	3314	3357	3245
Lisina, %	0,633	0,746	0,885	1,074	1,229
Calcio, %	0,61	0,80	0,83	0,93	1,03
Fósforo total, %	0,45	0,55	0,59	0,56	0,72

1. Los alimentos completos (Trat. I y II) fueron el único alimento suministrado a los animales de los respectivos tratamientos. Los tres suplementos balanceados para los tratamientos: III, IV, V y VI, fueron suministrados en combinación de cantidades controladas de agua-melaza.

2. Cantidades reales formuladas.

3. Premezcla comercial de vitaminas y minerales para cerdos.

4. Liquidación estimada según valores de la tabla de composición de alimentos de la América Latina.

TABLA 2. Proyecciones, resultados y desviaciones de ingestas programadas cerdo/día.

Composición de la ingesta total de toda fuente.	Alm Completo Suplemento + Melaza					
	Tratamientos					
Consumo promedio cerdo día'						
Materia seca, proyectada, kg	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Materia seca, obtenida, kg	1.793	1.826	1.749	1.793	1.723	1.725
Materia seca, diferencia, kg	-0,207	-0,174	-0,251	-0,207	-0,277	-0,275
Proteína bruta, proyectada, g	320	320	320	320	320	320
Proteína bruta, obtenida, g	298	315	306	329	309	2D6
Proteína bruta, diferencia, g	-22,0	-5,0	-14,0	-1,0	-11,0	-14,0
Melaza, proyectada, % <sup>(2)</sup>	0	20	24,10	28,33	32,54	36,7
Melaza, obtenida, %	0	20	22,64	25,19	29,84	37,12
Melaza, diferencia, %	0	0	-1,46	3,14	2,70	+0,42

1. La materia seca total de la ingesta, como la proteína y los porcentajes de melaza son provenientes según el tratamiento del concentrado completo y/o del suplemento más la solución de agua-melaza (7:3).
2. El porcentaje de melaza de la ingesta total (porción seca + melaza), excluye el agua agregada para hacer la solución de agua-melaza (7:3), este parámetro en este trabajo se denomina "Equivalente seco-miel".

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Puesto que se conceptuó que el peso inicial de los cerdos era un factor importante de tener en cuenta cuando se utilizan niveles altos de melaza, se optó por utilizar el diseño de bloques al azar. Los animales se dividieron en grupo pesado y liviano. Los resultados más importantes del experimento, por bloques aparecen en la Tabla 3. Se puede apreciar que estadísticamente sólo hubo diferencias significativas entre bloques para los parámetros: peso final, eficiencia alimenticia (en base seca), ingesta total cerdo día (en base seca) y aumento promedio cerdo día; de éstas solo los dos últimos parámetros fueron altamente significativos.

Los resultados de la Tabla 3, muestran, como era de esperarse, que los lechones del bloque pesado (peso promedio 23,6 kg) crecieron más rápidamente que aquellos del bloque liviano (peso promedio 18,3 kg), y que esto fue cierto tanto para el grupo control (sin melaza) como para tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6 (con melaza). Los lechones del bloque pesado que recibieron agua-melaza (tratamientos 3, 4, 5 y 6) aventajaron en promedio en su aumento diario de peso a los correspondientes del bloque liviano en aproximadamente 112 gramos diarios; motivo por el cual los pesados alcanzaron el peso final 14 días antes que los livianos. Esto es un efecto normal a causa de que a igualdad de condiciones aquellos animales que inician el levante con mayor peso y edad llegan al peso final primero que aquellos de menos edad y peso.

El hecho de que los cerdos del bloque pesado hubieran ingerido más materia seca diariamente en promedio que los del grupo liviano se explica por su mayor tamaño.

Se cree que animales de mayor edad y peso deben adaptarse más rápidamente a niveles altos de melaza y en consecuencia tolerar estos niveles mejor. Ninguno de los resultados de arriba mencionados permite inferir que los cerdos del bloque pesado toleraron los niveles altos de melaza mejor que los cerdos del bloque liviano. Sin embargo los datos de eficiencia alimenticia (en base seca) muestran que los cerdos del grupo pesado tuvieron mejor eficiencia alimenticia que aquellos del grupo liviano, aun cuando se esperaría lo contrario en condiciones normales. Este hecho permite sugerir que los cerdos más pesados hacen mejor uso del alimento que los livianos, cuando son alimentados con niveles altos de melaza; sin embargo, si se examina la eficiencia alimenticia del tratamiento uno (control) separadamente por bloques, se encuentra que, el grupo pesado aventaja al grupo liviano en eficiencia alimenticia (base seca). A estos sólo se puede agregar que los autores consideran que los cerdos (por azar) del grupo liviano del tratamiento uno ("Control Seco") fueron de mala calidad, pudiéndose aclarar esto al compararlos con los cerdos del bloque liviano del tratamiento dos ("Control húmedo").

**TABLA 3. Resultados por bloques (pesado y liviano) del uso de agua-melaza en ración de cerdos.**

Parámetros Cifras Promedios: <sup>1</sup>	Bloque Pesado						Bloque Liviano					
	Tratamientos						Tratamientos					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Peso inicial cerdo, kg.	23,50	23,29	23,29	24,20	23,79	23,33	18,33	18,33	18,33	18,42	18,10	18,38
Peso final cerdo, kg.*	47,13	48,46	47,71	50,40	47,00	46,13	44,38	46,38	47,50	47,13	46,10	45,92
Aumento cerdo período, kg.	23,63	25,17	24,42	26,20	23,31	22,79	26,04	28,04	29,17	28,71	28,00	27,54
Duración período días	28	35	35	35	35	35	42	42	49	49	49	49
Número cerdos	6	6	6	52	6	6	6	6	6	6	52	6
Aumento cerdo día, gr.**	844	719	698	749	663	651	620	668	595	586	571	562
Consumos promedio cerdo día:												
Porción seca (90% MS), kg.**	2.111	1.710	1.685	1.678	1.522	1.384	1.913	1.648	1.455	1.446	1.360	1.241
Melaza (75% MS), kg.	-0-	.428	.499	.692	.572	.717	-0-	.412	.421	.412	.642	.790
"Equivalente seco-miel (87% MS), kg.	-0-	2.138	2.184	2.370	2.094	2.065	-0-	2.060	1.876	1.858	2.002	2.031

Sol. agua-miel (22,5% M.S), kg.	-0-	-0-	1.663	2.306	1.808	2.390	-0-	-0-	1.405	1.373	2.141	2.632
Total ingesta base fresca, kg.	2.111	2.138	3.348	3.984	3.330	3.738	1.913	2.138	2.860	2.820	3.501	3.874
Total ingesta al 100% MS, kg.*	1.899	1.860	1.871	2.029	1.799	1.752	1.722	1.792	1.626	1.611	1.706	1.709
Eficiencia (100%MS)*	2,25	2,59	2,68	2,71	2,71	2,69	2,78	2,68	2,73	2,75	2,99	3,04
% Melaza del equiv. seco-miel	-0-	20,00	22,85	29,2	27,32	34,72	-0-	20,00	22,44	22,17	32,07	38,90

1. Cifras promedios de seis o cinco animales por corral (Unidad Experimental).

2. Un animal retirado del experimento por razones distintas a éste.

3. \* \*\* Indican significancia entre bloques al 5% y 1% respectivamente.

Respecto al peso final, éste se programó que fuera de 46 kg, época en la cual terminaría la fase de levante, sin embargo en la ejecución del experimento, los grupos de cerdos que se pesaban semanalmente, como se puede apreciar no terminaban la semana final con los 46 kg exactamente; al punto que los cerdos del bloque pesado como grupo terminaron más pesados que los livianos. Esta diferencia fue estadísticamente significativa y es un reflejo del más rápido crecimiento de estos cerdos; es decir, no coinciden el día en el cual los cerdos alcanzaban en promedio los 46 kg de peso con el día de pesaje establecido.

No obstante los esfuerzos hechos para la ingesta diaria de materia seca, en promedio, por animal para todos los tratamientos y para la fase fuese de dos kilogramos, esta meta no se obtuvo. Sin embargo las desviaciones entre lo programado y lo obtenido fueron relativamente pequeñas, siendo las más altas aquellas registradas para tratamientos tres y cuatro del bloque liviano. A causa de estas desviaciones, los porcentajes de melaza de las ingestas del equivalente "Seco-miel" fueron: 0, 20,0, 22,85, 29,2, 27,32 y 34,72% respectivamente para tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 en su orden para el bloque pesado y para el bloque liviano éstos fueron: 0, 20,0, 22,44, 22,17, 32,07 y 38,90% para tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente. Es de notar que en promedio para la fase, hubo animales cuya ingesta diaria fue de 3,98 kg en base fresca y la diferencia entre este consumo y el grupo control (2,11 kg) está dado principalmente por el agua agregado a la melaza para formar la solución agua-miel (7:3); esto ocasionó que los cerdos tomaran la solución continuamente y que eliminaran grandes cantidades de agua por la orina. Este experimento demuestra que es posible conseguir que lechones pequeños (18,5 - 23,5 kg) pueden ingerir por equivalencia de materia seca, niveles de melaza en base "seco-miel" (suplemento o concentrado + melaza) mucho más allá del 20%, aun cuando el animal crece cerca del 15% menos rápido que aquellos alimentados con una ración seca (sin melaza - MS =90% MS) y 10% menos rápido que aquellos recibiendo una ración con el 20% de melaza incorporada a la porción seca (87% MS).

Los resultados para los tratamientos globales, incluidos los dos bloques, aparecen en las Tablas Nos. 4, 5 y 6. El aumento promedio diario de peso durante el período de levante fue 709, 693, 646,656, 693 y 607 gramos para tratamientos del uno al seis en su orden, sin embargo estadísticamente no hubo diferencias entre estos crecimientos, aún cuando los cerdos del tratamiento seis crecieron 102 gramos menos rápido que aquellos del tratamiento uno, y en consecuencia se demoraron una semana más que los primeros para alcanzar los 46,0 kg de peso. Los cerdos del tratamiento cinco aumentaron a la misma rata (693 g/ día) que aquellos del tratamiento dos, aún cuando los primeros tenían casi el 10% más de melaza (del equivalente seco-miel) de su ingesta que los últimos. Se puede apreciar que los cerdos del tratamiento seis tuvieron en promedio un aumento diario de peso de 607 gramos, no obstante de que el porcentaje de melaza del equivalente seco-miel de su ingesta fue del 37,12%; este crecimiento se considera aceptable para la fase de crecimiento en muchas granjas comerciales. Es de tener siempre presente a través de este trabajo, de que a nivel ingesta cerdo día, en promedio, éstas fueron aproximadamente iso-protéicas seca; de tal manera, la variable que se estudia es: la concentración energética de la materia seca de las ingestas, las diferencias de éstas están dadas por los distintos niveles de melaza consumidas, pues se recuerda que todas las fracciones de las ingestas se manipularon, variando semanalmente los suministros, para que todos los cerdos tuvieran igual ingesta de materia seca y de proteína

Los resultados de los análisis de varianza para el consumo promedio cerdo día de melaza (sin diluir, 75% MS), de la solución agua-miel (melaza + agua agregada) y del "equivalente seco-miel" (porción seca, suplemento o concentrado + melaza sin diluir) fueron forzosamente altamente significativa en virtud del nivel cero de melaza asignado al tratamiento uno (control seco, sin melaza); a causa de esto, se hicieron pruebas de Duncan para todos aquellos parámetros cuyo análisis de varianza dieran resultados estadísticamente significativos.

Según la prueba de Duncan, el consumo de melaza fue igual para tratamientos 2,3 y 4 (419,454, 524 gramos) e igual para tratamientos 5 y 6 (601 y 759 gramos). Estas igualdades en el consumo de melaza no se reflejan estadísticamente en los datos de aumento de peso, ya que éstos no demostraron diferencias estadísticas significativas. Desde el punto de vista práctico sólo se nota un crecimiento relativamente lento (607 gramos/día) en los animales del tratamiento seis, quienes tuvieron una ingesta de melaza en promedio de 759 gramos diarios. Al examinar los resultados, se aprecia, aún cuando los datos para aumento de peso no fueron lineales; que los cerdos en crecimiento, en promedio toleran bien ingestas diarias de 600 gramos de melaza, pudiendo producir aumentos de peso cerca de los 690 gramos diarios en promedio, siempre y cuando la melaza se diluya en agua.

Respecto al consumo de agua-miel según la prueba de Duncan, ésta fue igual para tratamientos 3, 4, 5 y 6 (1.913, 1.746, 2.002 y 2.531 kg cerdo/día), o sea según esta prueba estadística, todos los cerdos de aquellos tratamientos que recibieron agua-miel, tuvieron igual consumo de ésta; aún cuando como hemos visto, los consumos de melaza fueron distintos. Esto hace pensar que los animales a los cuales se les ofreció un menor nivel de melaza, dada como agua-miel, consumían más de este en un esfuerzo para satisfacer sus necesidades de energía. De los resultados se aprecia que durante el levante los cerdos en promedio, pueden ingerir diariamente 2,0 kg de agua-miel, y más, además del suplemento seco. La experiencia durante el experimento, fue que los cerdos tienden a dejar el suplemento seco por consumir el agua-miel, por ello fue necesario controlar el consumo de éste. El consumo cerdo-día promedio de "equivalente seco-miel" (87% MS) fue de 0, 2.095, 2.005, 2.080, 2.014 y 2.045 kg para tratamientos del uno al seis en su orden, hubo diferencias estadísticamente significativa a causa del nivel cero de grupo control. Según la prueba de Duncan estos consumos son iguales para tratamientos del 2 al 6 respectivamente.

TABLA 4. Resultados promedios de uso de agua-miel (7:3) en raciones para cerdos de levante.  
Alimento completo Suplemento más agua - miel

Parámetros		Tratamientos					
		I	II	III	IV	V	VI
Peso inicial cerdo, kg.		20,92	20,81	20,81	21,05	21,20	20 3=
Peso final cerdo, kg.	NS	45,75	47,42	47,60	48,64	46,59	46 C <sup>^</sup>
Aumento X cerdo período, kg.		24,83	26,61	26,19	27,59	25,39	25 "
Duración período, días		35	38,50	42	42	42	42
Número de cerdos		12	12	12	11	11	12
Aumento X cerdo día, gr.	NS	709	693	646	659	693	607
Consumo X cerdo día:							
Porción seca (90% MS), kg.	**	a 1.992	b 1.676	b 1.551	be 1.556	bc1.413	c 1.286
Melaza (75% MS) kg.	**	a - 0 -	b .419	b .454	b .524	c.601	c .759
Equiv. seco-miel (87% MS), kg.	**	a - 0 -	b 2.005	b 2.080	b 2.014	b 2.045	
Solución agua-miel, kg. >	**	a - 0 -	a - 0 -	b 1.513	b 1.746	b 2.002	b 2,53-
Total ingesta base fresca, kg.	*	a 1.992	a 2.095	bc3.064	bc3.303	bc3;416	c 3.8 <sup>11</sup>
Tota ingesta materia seca.kg.	NS	1.793	1.826	1.749	1.794	1.723	1 .725
Eficiencia base seca	NS	2,53	2,63	2,69	2,74	2,85	2,89

\* = Diferencia significativa al 5%.

\*\* - Diferencias altamente significativas (1%) y NS = No significativo.

Según prueba de Duncan, números precedidos con la misma letra son iguales entre sí.

TABLA 5. Estimativos de los consumos promedios cerdo día de: materia seca, energía digestible y proteína bruta de cerdos en levante alimentados con agua-miel (7:3).

Parámetros		Alimento Completo					
		Suplemento más agua-miel Tratamientos					
		1	2	3	4	5	6
Aumento X cerdo día, gr.	NS	709	693	646	656	693	607

Total ingesta materia seca, kg.	NS	1.793	1.826	1.794	1.793	1.723	1.725
Eficiencia alimenticia base seca	NS	2,53	2,63	2,69	2,74	2,85	2,89
Consumo X cerdo día							
MS prov. del suplemento, kg.	..	a 1.793	b 1.511	be 1.404	be 1.400	cd 1.272	d 1.156
MS prov. de la melaza, kg.	..	a - 0 -	b .315	b .345	b .393	b .451	b .569
Total en dig. (100% MS), Kcal.	..	a 6.820	ab6.615	b 6.422	ab6;638	b 6.463	c 6.197
En. Dig. proven, del supl., kg.	..	a 6.820	b 5.503	b 5.203	b 5.209	bc4.862	c 4.201
En. Dig. prov. de la melaza, kg.	..	a - 0 -	b 1.112	b 1.219	b 1.429	b 1.601	b 1.996
Prot. prov. del suple., gr.	NS	298	307	297	311	297	291
Prot. prov. de la melaza, gr.	..	a - 0 -	b 8	b 9	c 18	bc12	bc15
Total prot. ingerida, gr.	NS	298	315	306	329	309	306
Relación energía/prot. ingerida	.	a 22,89	b 21,04	b 20,99	c 20,10	a 20,98	c 20,28
Relación energía/MS ingerida	..	a 3,77	ab3,63	b 3,37	ab3,69	ab3,68	b 3,58

\* — Diferencia significativa al 5%

\*\* = Diferencias altamente significativas (1%)

Según prueba de Duncans, números precedidos con la misma letra son iguales entre

Sí NS = No significativo

TABLA 6. Valores relativos del aporte de la melaza a las ingestas totales, promedios cerdo día.<sup>1</sup>

Aporte de la melaza a la ingesta día		Alimento Completo Suplemento más agua-miel <sup>2</sup>				
		Tratamientos				
		1	2	3	4	5
% de melaza del equiv. seco-miel (3)	0	20,0	22,64	25,19	29,84	37,12
% de melaza de la ingesta total (B. fresca)	0	20,0	14,80	15,90	17,60	19,90
% de melaza de la ingesta total (100% MS)	0	17,3	19,70	22,00	26,20	33,00
% de la ingesta total de prot. prov. de la melaza	0	2,53	3,03	5,47	3,88	4,90
% de la ingesta total energ. dig. prov. de melaza	0	16,8	19,00	21,5	24,80	32,20
Aumento promedio cerdo día, kg	0,709	0,693	0,646	0,656	0,693	0,607
Eficiencia alim. (base seca)	2,53	2,63	2,69	2,74	2,85	2,89
Aumento peso, % del tratamiento No. 1	100	97,7	91,1	92,5	97,7	85,6
Relac. Efic. Alim./efic. Alim. del tratam. No. 1	1,0	1.040	1.063	1.083	1.136	1.142

1. Cerdos en levante (21 - 47 kg).

2. Solución agua-melaza (7:3).

3. Equivalente seco-miel igual porción seca (concentrado o suplemento) al 90% MS más melaza (sin diluir) al 75% MS.

Los consumos promedios cerdo-día de la porción seca (concentrado o suplemento al 90% MS) fueron: 1.992, 1.676, 1.551, 1.556, 1.413 y 1.286 kg para tratamientos del uno al seis respectivamente; hubo diferencias estadísticamente significativas para este parámetro y según prueba de Duncan tratamientos 2,3, 4 y 5 son iguales y también lo son tratamientos 5 y 6.

La ingesta total promedio cerdo día en base fresca fue: 1.992, 2.095, 3.064, 3.303, 3.416 y 3.817 kg para tratamientos del uno al seis en su orden, siendo las diferencias estadísticamente altamente significativas; según prueba de Duncan los resultados para tratamientos 1 y 2 son iguales, también lo son los tratamientos 3, 4 y 5 siendo el tratamiento 6 distinto a los demás. La diferencia entre el consumo cerdo día en base fresca y del "equivalente seco-miel", está dada por el agua agregada a la miel para diluirla y para formar la solución de agua-miel (7:3). Así se tiene que los consumos de agua-miel promedio cerdo día fueron: 0, 1.513, 1.764, 2.002 y 2.531 para tratamientos del uno al seis en su orden. Según prueba de Duncan los consumos de tratamientos 3 al 6 son iguales. Estos datos nos indican que en promedio cerdos en la fase de levante pueden adaptarse a consumir considerable volumen de líquido, hasta 2,5 kg como lo demuestran los resultados del tratamiento seis y este consumo es independiente al de agua pura al cual tenían acceso los cerdos pero que no se midió en este experimento.

Respecto al consumo promedio total cerdo día en base seca (100% MS) esta fue: 1,7, 93, 1.826, 1.749, 1.794, 1.723 y 1.725 kg respectivamente para tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. No hubo diferencias estadísticamente significativas para este parámetro; lo cual

significa que se logró que las ingestas de los cerdos en promedio para todos los tratamientos fueran "iso-materia seca", lo cual quiere decir que las diferencias observadas en los crecimientos de los distintos grupos de animales, no fue causado por diferencias en el consumo de materia seca, si no a otro factor o factores.

No se observó diferencias estadísticamente significativas en las eficiencias alimenticias en base seca, que fueron: 2,53; 2,63; 2,69; 2,74; 2,83 y 2,89 para tratamientos del uno al seis en su orden; aun cuando se nota una tendencia de desmejorarse la eficiencia a la medida en que aumentaron los porcentajes de melaza de las ingestas de los cerdos.

Basados en los consumos obtenidos y en los contenidos calculados para materia seca (MS) proteína bruta (PB), y energía digestible (ED); se estimaron los datos de las Tablas 5 y 6.

De los consumos promedios cerdo día por tratamiento de la Tabla 5, sólo la proteína proveniente del suplemento y el total proteína ingerida, no fueron estadísticamente significativas. Respecto a la proteína "proveniente del suplemento, éstas fueron manipuladas por suministro controlado del suplemento para que fueran distintas para los distintos tratamientos, con el objeto, de que a nivel ingesta, el consumo total de proteína cerdo día resultara iso-proteico. Como se puede apreciar en el primer caso no se obtuvo lo que se esperaba, es decir los consumos de proteína provenientes del suplemento no fueron distintos. Sin embargo el consumo total de proteína cerdo día, en promedio sí fueron iguales para todos los tratamientos, o sea se consiguió que la ingesta de todos los animales fuera iso-proteica, que es fundamentalmente lo que se buscaba.

Como se puede apreciar, la proteína ingerida animal día proveniente de la melaza fue insignificante para todos los tratamientos. Estadísticamente hubo diferencia altamente significativa para este parámetro y esto se debió al nivel cero de melaza asignada al tratamiento uno. En este experimento no se hizo mayor esfuerzo por balancear los amino-ácidos esenciales de la ración completa (tratamiento uno) más allá de la manipulación de las materias primas, es decir no se adicionó amino-ácidos esenciales sintéticos para balancear estrictamente éstos. Este mismo

criterio se utilizó con las demás dietas experimentales (porción seca). Para observar cómo se afectaban los niveles de amino-ácidos a la medida en que se concentraban la proteína progresivamente de los suplementos de tratamientos del tres al seis, se liquidó teóricamente el contenido de Usina de la ingesta (100% MS), el cual fue 14,0; 15,1; 17,0; 21,4; 20,5 y 23,5 gramos cerdo día en promedio respectivamente para tratamientos del uno al seis más los diferentes consumos de Usina no mostraron efecto aparente entre grupos.

Respecto a la MS proveniente del suplemento y a la MS proveniente de la melaza, de la ingesta promedio cerdo día, éstas mostraron diferencias altamente significativas ya que toda la MS consumida por los cerdos del tratamiento uno, provino del concentrado (no contenía melaza), los cerdos de este grupo tuvieron un consumo de MS proveniente del suplemento (1.793 kg) más alto que cualquier otro grupo; por la misma razón, este grupo tuvo cero consumo de MS proveniente de la melaza. Aun cuando la prueba de Duncan indica que la ingesta de MS proveniente de la melaza es igual para tratamientos del 2 al 6, es evidente que este aumentó en forma lineal conforme aumentaba el porcentaje de melaza de la ingesta de los cerdos.

Respecto a la ingesta promedio cerdo día de energía digestible (kilocalorías) las diferencias observadas entre tratamientos fueron estadísticamente altamente significativas para: la energía proveniente de la melaza, para aquella proveniente de la porción seca y para la ingesta total de energía en base seca. La energía proveniente de melaza fue altamente significativa en razón al nivel cero de melaza del tratamiento uno, según prueba de Duncan tratamientos del dos al seis son iguales; no obstante se aprecia que hay una diferencia de 884 kilocalorías entre tratamientos dos y seis. La ingesta de la energía proveniente de la porción seca, como aquellas provenientes de la melaza fueron lineales en sentido inverso el uno del otro, como fue programado, en procura de que la ingesta total de energía cerdo día fueran similares. Las ingestas total de energía cerdo día fueron: 6.820, 6.615, 6.422, 6.638, 6.463 y 6.197 kilocalorías para tratamientos del uno al seis en su orden. Los cerdos del tratamiento seis fueron los que menos cantidad de energía total ingirieron diariamente y fueron aquellos que recibieron la mayor proporción de energía procedente de la melaza y menor porción procedente de la porción seca. Por otra parte los cerdos del tratamiento uno, fueron aquellos que mayor cantidad de energía total recibieron diariamente, éstos obtuvieron toda la energía de la porción seca, pues este grupo no recibió melaza. Los datos permiten mostrar con claridad una relación directa entre aumento de peso diario del cerdo, con la ingesta diaria de energía total o de algunas de las fracciones de ésta, según proviene de la porción seca o de la melaza.

Se considera de interés liquidar la relación energía digestible a proteína de la ingesta de los distintos grupos y la relación energía digestible ingerida a materia seca total ingerida para los mismos en un intento de relacionar éstos con el aumento de peso promedio cerdo día. Como se aprecia, los datos son erráticos y no se puede establecer relación consistente entre estos parámetros. Se puede observar que el mejor crecimiento diario se obtuvo con aquellos cerdos cuya ingesta

(tratamiento uno) tenían una relación energía a proteína de aproximadamente 23:1 y el peor crecimiento se obtuvo (tratamiento seis) con una relación 20.3:1, seguido por el tratamiento 4 que tendrá una relación de 20.1:1.

En la Tabla 6 están los valores relativos del aporte de la melaza a las ingestas totales, en promedio cerdo día para los distintos tratamientos. Estos datos no fueron tratados estadísticamente.

El porcentaje de melaza del equivalente seco-miel de las ingestas promedio cerdo día para tratamientos del uno al seis en su orden fueron: 0, 20.0, 22.64, 25.19, 29,84 y 37.12. Este último nivel del 37,12 % del tratamiento seis, sostuvo un crecimiento diario de 607 gramos, que es similar a los 600 gramos diarios obtenidos por Combs y Wallace (1970) citado por Buitrago *et al.* (1978), para cerdos de similar peso utilizando el 40% de melaza incorporada a la porción seca. Sin embargo es necesario anotar que Combs y Wallace balancearon la dieta con amino-ácido sintético, mientras que en este estudio, adrede no se balancee los amino-ácido en forma muy estricta. Es decir, los suplementos (porción seca) utilizados en este experimento, los amino-ácidos fueron balanceados hasta donde se pueda, manipulando las materias primas, que es la práctica prevaleciente entre la mayoría de los porcicultores colombianos.

El porcentaje de melaza de las ingestas promedios cerdo día expresado en base materia seca (100%) fue para tratamientos del uno al seis en su orden: 0, 17.3, 19.7, 22.0, 26.2 y el 33%; que aportaron respectivamente el 0, 16.8, 19.0, 21.5, 24.8 y el 32.2% de la energía digestible (calculada) ingerida cerdo día.

El aumento de peso promedio diario para los tratamientos del dos al seis expresados como porcentaje del crecimiento del grupo control (100%) no mostró un comportamiento lineal a la medida que los cerdos ingirieron niveles crecientes de materia seca procedente de la melaza; pues se puede observar, que los cerdos de los tratamientos dos y cinco, tuvieron un crecimiento igual (97,7% del grupo control) aún cuando los cerdos del tratamiento dos sólo ingirieron el 17,3% de materia seca procedente de la melaza mientras que los cerdos del grupo cinco ingirieron el 26,2 %, de materia seca procedente de la melaza.

La eficiencia alimenticia (base seca) para tratamientos del dos al seis, expresados como una relación respecto a la eficiencia del grupo control (uno) fue desmejorando en forma creciente a la medida que los cerdos ingerían mayor proporción de materia seca procedente de la melaza; estas relaciones en su orden para tratamientos del dos al seis fueron: 1.040, 1.063, 1.083, 1.136 y 1.142.

## 5. CONCLUSIONES

1. Aún cuando las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas para aumento promedio diario de peso y eficiencia alimenticia, se aprecia una disminución de la rata de aumento de peso de los cerdos a la medida en que aumenta el porcentaje de melaza de la ingesta cuando ésta sustituye los granos; la eficiencia alimenticia (base seca) desmejora en forma lineal a la medida que aumenta el nivel de la melaza de la ingesta.
2. Cerdos jóvenes de 23 a 46 kg de peso pueden ingerir hasta el 33% de materia seca de su ingesta total diaria y el 32% de la energía digestible proveniente de la melaza, aún cuando cerca del 95% de la proteína tiene que provenir del suplemento proteínico-energético.
3. Los cerdos en este período pueden ingerir hasta 2,5 kg diarios en promedio de una solución de agua-miel más 1,3 kg de un suplemento seco (90% MS) para una ingesta total en base fresca de 3,8 kg día; de la solución de agua-miel, 760 gramos es melaza y 1.740 gramos es agua.
4. Se demostró que fisiológicamente cerdos jóvenes (23 - 46 kg) durante el período de levante toleran hasta el 37% de melaza de caña de su ingesta total diaria en promedio, sin efectos detrimentales aparentes, obteniendo en promedio un aumento de peso diario de 607 gramos y una eficiencia alimenticia (base seca) de 2.89:1; cuando se utiliza la técnica de suministrar la melaza (pura) diluida en agua para formar una solución de "agua-miel" (siete partes de agua por tres partes de melaza), dicha solución se debe suministrar controladamente, en combinación con un suplemento proteínico-energético dado en forma restringida.
5. Se estima, que se podría utilizar posiblemente un nivel del 40% de melaza de la ingesta total diaria de cerdos durante este período, si se balanceara estrictamente los amino-ácidos esenciales (adición de sintéticos) del suplemento proteínico-energético; se advierte que en este experimento, deliberadamente no se recurrió a la adición de amino-ácidos sintéticos para balancear estrictamente todos los amino-ácidos esenciales.
6. Que esta técnica de suministro de la melaza, permite utilizar niveles bastante más altos de ésta en la alimentación de cerdos jóvenes, que la que permite el sistema convencional, que consiste en agregar melaza

pura (sin diluir) a la porción seca (granos y tortas) de la ración. La técnica convencional presenta problemas de maquinaria durante la mezcla de la melaza pura con la porción seca y empastamiento del producto final, cuando, los niveles de melaza para cualquier tipo de animal excede el 30%. Además la mayoría de los autores reportan problemas de diarrea y heces excesivamente blandas, cuando cerdos jóvenes ingieren dietas cuyo porcentaje de melaza es superior al 20%.

7. Otra ventaja de utilizar la técnica solución "agua-miel" es que se puede recurrir a niveles desusualmente altos de melaza en la alimentación de cerdos jóvenes cuando escasean los granos o cuando el diferencial de precios entre melaza y granos merite utilizar melaza en vez de granos como fuente de energía.
8. El sistema "agua-miel" se puede usar en cualquier lugar, pues no se requiere maquinaria ni energía motriz; por esto se adapta muy bien para pequeños campesinos que no tienen acceso a maquinaria.
9. Este sistema no obstante tiene la desventaja, de que a la medida en que se sustituye granos por niveles crecientes de melaza, también es necesario concentrar el contenido de proteína (y amino-ácidos) del suplemento proteínico-energético; a causa de éstos, la economía en dinero que se realiza por usar melaza en vez de granos, tiende a disminuir al tener que usar suplementos más concentrados en proteína. El resultado neto económico dependerá del precio relativo de las tortas, granos y melaza en un momento dado.
10. Los resultados promisorios de este ensayo amerita la continuación del estudio de la alimentación de cerdos en todas las fases de su ciclo de vida con niveles desusualmente altos de melaza suministrado en forma de una solución de agua-miel.

## 6. RESUMEN

En el Centro Agrícola Experimental de Palmira del Instituto Colombiano Agropecuario, a 1.040 metros sobre el nivel del mar y temperatura anual promedio de 24 C, se efectuó un experimento con cerdos híbridos (Duroc x Landrace) para determinar el porcentaje máximo de melaza de la ingesta diaria de cerdos jóvenes, cuando la melaza se suministra a los animales a voluntad en la forma de una solución de "aguamiel" (7 partes de agua a 3 partes de melaza) y separadamente el suministro restringido de un suplemento (90% MS) proteínico-energético. El experimento procura determinar, si es posible utilizando esta nueva técnica, en la cual los cerdos ingieren la solución de agua-miel durante todo el día, si éstos logran ingerir más materia seca y (energía) de su ingesta total diaria proveniente de la melaza, que la que consumen utilizando el sistema convencional, cuando se les suministra una ración completa, la cual contiene del 20 al 22% de melaza incorporada a un 80 al 78% de porción seca (granos y tortas). Según la experiencia y la literatura el uso del sistema convencional presenta problemas con la maquinaria durante el enmielado de la porción seca, empastamiento durante el almacenaje del producto final y fuertes diarreas en los animales, factores que limitan el uso de niveles superiores del 20% en el levante y cerca del 30% de melaza para la ceba en raciones para cerdos.

Se utilizó un total de 72 cerdos jóvenes, de peso inicial 23 kg y peso final 46 kg en un experimento cu-

3. BRAY, C.I.; SNELL, M.G.; MORRISON, F.L. y JACKSON, M.E. Feeding blackstrap molasses to fattening steers. Louisiana Agr. Exp. Sta. Bull. 394:1. 1945.
4. BROOKS, C.C. Molasses, sugar (sucrose), corn, tallow soybean all and mixed fats as sources of energy for growing swine J. Anim. Sci. 34:217. 1972.
5. BROOKS, C.C. y IWAIMAGA, 1.1. Use of cane molasses in swine. Diets J. Anim. Sci. 26:741. 1967.
6. BUITRAGO, J.A.; OSANDO, H.; MANER, J.H.; CORZO, M. y MONCADA, A. Subproductos de la caña de azúcar en la nutrición porcina. ICA-CIAT, Boletín 0555-3. 1978.
7. BURNS, J.C. Hog feeding experiments. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 131:7 De Alba, J. 1968. Alimentación de ganado en América Latina. Prensa Médica Mexicana (2a. ed.) México. 1909.
8. GOCHANGCO, D.R. A comparative study of corn and molasses as basal feeds for swine. Phillipine. Agr. 21:560. 1933.
9. HENKE, L.A. Cane molasses as a supplement to fattening rations for swine. Hawai Agr. Exp. Sta. Bull. No. 69. 1 933.
10. IWANAGA, 1.1. y OTAGAKI, K.K. High molasses rations for growing fattening swine. Proc. West. Secc. An. Soc. Anim. Prod. 10:27. 1959.
11. IWANAGA, 1.1.; OTAGAKI, K.K.; COBB, E. y WAYMAN, O. High molasses rations for growing fattening swine J. Anim. Spi. 18:1172. (Abstr.) 1959.

12. MACLEAD, N.A.; PRESTON, T.R.; LASSOTA, I.A.; WILLIS, M.B. y VELASQUEZ, M. Molasses and sugar as energy sources for pigs. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 2:205. 1968.
13. MANER, J.H.H.; OBANDO, PÓRTELA, R. y GALLO, J. Effect of levéis of refined sugar (sucrose on the performance of frowing-finishing pigs *J. Anim. Sci.* 29:130. Abstr.) 1969.
14. MONCADA, A. y MANER, J.H. Determinación del nivel de melaza utilizada durante el período de crecimiento y acabado de cerdos. ICA. Publicación miscelánea No. 1. Bogotá. Colombia. 1964.
15. MORRISON, F.B. Alimentos y alimentación del ganado ed. 21 Uteha. vol. 1 pp. 677. 1965.
16. OBANDO, H. y MANER, J.H. Valor nutritivo de la melaza para cerdos. ICA, Boletín Técnico No. 9. Bogotá, Colombia. 1971.
- 17.
- PRESTON, T.R. y WILLIS, M.B. Sugar carne as an energy source for the production of meat. *Outlook on Agriculture.* 6:1. 1969.
18. SCOTT, M.O. Use of molasses in the feeding of farn animáis. Sugar research Foundation. Technological Report Series No. 9. New York E.U. 1953.
19. WILLET, E.L.; WORK; S.H.; HEMKE, L.A. y MARUYAMA, C. Cañe molasses for pigs from weaning to a weight of 70 ponds. *Hawai Agr. Exp. Sta. Bull.* No. 3. 1946.