

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**UTILIZACION DE BETAINA COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO
EN EL ACABADO DE LOS CERDOS.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

PRESENTAN:

**GERARDO LEON DIAZ
GILBERTO OROZCO RUIZ
BENJAMIN REYES ALBA
FEDERICO ENCISO FLORES**

**DIRECTOR: M. en C. Irma Elizondo Espinoza
ASESORES: Ph.D. José Rogelio Orozco Hernández
MVZ. Gerardo Simón Estrada M.**

**LAS AGUJAS, NEXTIPAC, MPIO. ZAPOPAN, JAL.,
MARZO DE 1997.**

Gracias a DIOS, por habernos otorgado la capacidad de: ver, oír, oler, gustar y sentir. Además de disponer del lenguaje para organizar nuestras acciones con el propósito de autoconservarnos, y de ésta manera elegir las alternativas para conseguir nuestros más altos propósitos haciendo uso de la **INTELIGENCIA** y **VIRTUD**. Porque de nada sirve la riqueza, poder, sabiduría y belleza, si se carece de la Inteligencia y virtud.

Agradecemos sinceramente el gran apoyo recibido de:

LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

La directora de tesis: **M. en C. IRMA ELIZONDO ESPINOZA**

Los asesores: **Ph. D. JOSÉ ROGELIO OROZCO HERNANDEZ**
MVZ. GERARDO SIMON ESTRADA M.

"GRUPO EJIDAL DE TRABAJO No. 1" del ejido de Tololotlán Mpio. de Tonalá, Jal.

"Laboratorio BIOQUIMEX REKA SA. de CV. de la Cd. de Querétaro, Qro."

A todos aquellos maestros que de alguna manera nos motivaron con sus consejos a seguir adelante, a pesar de los obstáculos encontrados en el camino. Especialmente a:

M. en C. WALDINA P. REYES VELAZQUEZ

MVZ. MA. EUGENIA LOEZA CORICHI

MVZ. SILVIA RUVALCABA BARRERA

Ph. D. JOSÉ ROGELIO OROZCO HERNANDEZ

MVZ. VICTOR MERCADO PEREGRINA

MVZ. JORGE HERNANDEZ GOBORA

MVZ. JAVIER SANCHEZ ARIAS

M. en A. FRANCISCO JAVIER LAGOS NAVARRETE

CONTENIDO

	<u>paginas</u>
Resumen.....	x
Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	10
Justificación.....	11
Hipótesis.....	12
Objetivos.....	13
Material y Métodos.....	14
Resultados.....	19
Discusión.....	35
Conclusiones.....	38
Bibliografía.....	39

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
BIBLIOTECA CENTRAL

RESUMEN

Los estimulantes del crecimiento magro logran aumentar el rendimiento en canal, los aminoácidos donadores de grupos metilo reducen el contenido graso del cerdo, siendo un ejemplo la betaina. El presente estudio tuvo como objetivo el evaluar el efecto de la inclusión de betaina en una dieta sorgo-pasta de soya sobre los parámetros productivos de cerdos en finalización. Se utilizaron 120 cerdos de cruce de razas Landrace, Hampshire, Large white y Duroc, distribuidos al azar a dos tratamientos (Betaina vs. Testigo). La ganancia total de peso de los cerdos suplementados con betaina fué más elevada (32.63 vs. 31.18 kg; $P < 0.05$), con menor consumo total de alimento (114.8 vs. 131 kg; $P < 0.05$). El peso de la canal caliente (72.77 vs. 80.04 kg; $P < 0.0001$), el rendimiento de la canal (76.57 vs. 77.40%; $P < 0.05$) y los cortes primarios (40.64 vs. 42.93 kg; $P < 0.0001$) fueron más bajas con betaina, pero, el rendimiento de cortes primarios (55.96 vs. 53.72%; $P < 0.0001$) fué más elevado. La grasa dorsal (1.35 vs. 1.85 cm $P < 0.0001$) fué menor con betaina. El costo de la canal fué de \$ 1,077.76 con betaina y de \$ 1,165.51 para el testigo. Los machos tuvieron una ganancia total de peso más elevada y una conversión alimenticia más baja, independientemente del tratamiento, que las hembras, siendo la conversión más baja en los machos que recibieron betaina. De los animales suplementados con betaina las hembras tuvieron menos grasa dorsal que los machos (1.16 vs. 1.38 cm; $P < 0.05$). En conclusión, la suplementación de betaina permitió reducir la grasa dorsal y la conversión alimenticia, y aumentó el rendimiento porcentual de cortes primarios.

INTRODUCCIÓN

Los cerdos se encuentran entre las especies más antiguas de los animales domésticos, remontándose a más de 8,000 años, junto con el perro, la cabra y el caballo (20).

Los cerdos son ungulados (mamíferos que caminan sobre las uñas, las que se transforman en pezuñas o cascos), pertenecen al suborden de los artiodáctilos (un par de dedos) y a la familia *Suidae*. Parece que las razas modernas, *Suis domesticus*, descenden por lo menos de dos grupos salvajes: las razas del norte de Europa, jabali salvaje *Suis scrofa* y las del sur de Europa, Asia y África, que surgieron de los cerdos malayos, posiblemente del cerdo de collar, *Suis vittatus* (1, 25).

Las razas actuales son el resultado de diversos grados de cruzamiento entre los grupos originados y sus descendientes. Se cree que el cerdo hubiera sido domesticado después del ganado bovino y las ovejas, pero antes que el caballo. Escogido por su capacidad para engordar rápidamente y en forma económica, el cerdo ocupa el segundo lugar en la conversión de alimento en carne comercial, después del pollo (15, 25, 26, 28).

La porcicultura, forma parte de un acervo cultural adquirido a través del encuentro para unos, choque para otros, de dos continentes y varias culturas hace cinco siglos. Aunque en México desde la llegada de los españoles han existido los cerdos, la porcicultura, importante fuente de proteína de alta calidad, actividad generadora de ingreso y multiplicadora de empleo,

no presenta en el país el nivel que tiene en otras regiones del mundo, o que tienen otras ganaderías en México (14).

Esto debido a que la porcicultura en México, se caracterizaba por una tecnología deficiente en todos los aspectos y niveles de explotación, predominando el tipo rústico de traspatio, que aún prevalece en muchas regiones, sin organización de los productores, ni programas de integración estructural, productiva y/o comercial. Esto, aunado a las necesidades de consumo creciente de cárnicos, y no satisfechas, la porcicultura nacional ha permanecido prácticamente estancada, haciéndose más notorio en la última década, perdiendo terreno ante otras ganaderías y, lo que parece más grave, ante la porcicultura de otros países. El problema en sí radica, en que en la última década, los países de América Latina y del Caribe han estado inmersos en una profunda crisis económica que ha afectado a la mayor parte de las actividades económicas entre ellas la ganadería.

Crisis provocada por el bajo ingreso percapita, aunado a la inequitativa distribución de la riqueza, y al sobre endeudamiento y transferencia de importantes recursos que podrían ser destinados al desarrollo de la actividad productiva, y son canalizados al exterior como pago de utilidades e intereses (14, 17, 19, 22).

Para poder entender la industria porcina, en la actualidad se debe estar conscientes de que la cadena productiva del sector porcino, es una de las más complejas por la densidad de productos que se generan en la porcicultura: cerdo en pie, carne, grasa, vísceras, pieles,

embutidos y carnes frías, cada uno de ellos con sistemas y circuitos de comercialización particulares, en los que intervienen diversos agentes económicos (11).

La industria porcícola se debe ubicar como una de las principales fuentes de alimentos básicos y se tiene que resaltar su importancia en el desarrollo económico del país. Es necesario cambiar el concepto de que el cerdo es de explotación artesanal, que se tiene como una alcancía o un pasatiempo.

El concepto de una granja de cerdos, debe ser el de una fábrica de carne y de producción en serie, además de considerarla como una industria de transformación de básicos, en la cual se debe recurrir a la tecnología con que se cuenta ahora como un apoyo para la industrialización del cerdo y manejarla con todos sus adelantos.

Para lo cual es necesario implementar la producción en forma planeada y ordenada para obtener mayores beneficios y optimizar la inversión que redunde en mayores utilidades (4-6, 23).

La tecnología moderna ofrece diversos productos que se utilizan en la alimentación los que ayudan a obtener el tipo de cerdo ideal para abasto, el cual muestra un desarrollo muscular máximo y un espesor mínimo de grasa, contribuyendo a la consecución de rendimientos elevados de todos los cortes magros preferidos, mediante cerdos sometidos a una alimentación completa con ganancias de peso eficientes (3, 5, 6, 20).

CENTRO UNIVERSITARIO U...
BIBLIOTECA CENTRAL
... BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Uno de éstos productos es la betaina, conocido desde los años 40's, sin embargo, los estudios sobre su función en el metabolismo, han sido escasos. Esto puede explicar el porqué de su poca aplicación en el campo de la nutrición.

La betaina es un compuesto natural con importantes funciones en el metabolismo de animales y plantas. Químicamente, betaina (glicina betaina, trimetilglicina) es un compuesto de amonio cuaternario, con tres grupos metilo unidos al átomo de nitrógeno de una molécula de glicina. Y su pureza mínima para el alimento es del 97% (8, 10, 27).

Las propiedades químicas únicas de la betaina son debidas a su estructura bipolar y a sus grupos de metilo químicamente reactivos, quienes pueden ser donados durante reacciones enzimo-catalizadoras (Figura 1).

La betaina es químicamente estable, tolerando temperaturas de hasta 200°C. La betaina está presente en todos los organismos vivos, aunque en cantidades sumamente variables. La betaina no es tóxica y la mayoría de los organismos la utilizan como fuente de grupos metilo en reacciones de metilación, solamente unos pocos acumulan betaina en concentraciones altas. De ahí que la betaina no este presente, en cantidades significativas, en la mayoría de los alimentos.

De los acumuladores de betaina los más conocidos, son las plantas pertenecientes a la familia *Chenopodiacea* (ejemplo: remolacha azucarera) y algunos microbios e invertebrados

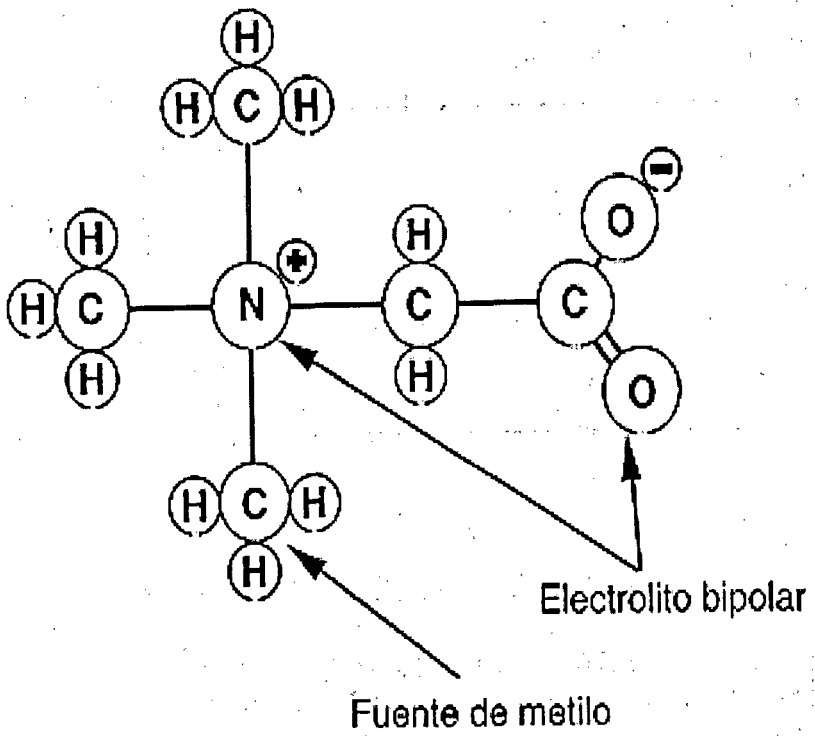


FIGURA 1. Fórmula estructural de la molécula betaina.

marinos. La razón principal de la acumulación de betaina en éstos organismos es de proteger las células del estrés osmótico en condiciones de sequía o alta salinidad (Figura 2).

La función estabilizadora de la betaina, bajo diferentes condiciones de estrés metabólico, ha llevado a nuevas aplicaciones en la alimentación animal, tales como el alivio del estrés causado por su transferencia a agua de mar en salmónidos, el estrés por coccidia en pollos, el estrés por destete, y diarrea en lechones y terneros (8, 10, 27).

El impacto de la betaina en el acabado de los cerdos, es debido a su función directa en las reacciones de metilación, la betaina estimula la movilización de lípidos del hígado e influye en el nivel de lipoproteína de la sangre. La betaina estimula también la síntesis de carnitina, mejorando la oxidación de ácidos grasos en la mitocondria. De hecho, la betaina reduce y/o redistribuye la grasa de la canal en numerosas especies animales entre ellas pollos, peces y cerdos (10). En cerdos en engorda, la proteína alcanza un nivel estable, mientras que el aumento de grasa corporal se acelera a medida que el animal gana peso, incrementándose de 13% en el músculo al nacer, hasta 109% a las 28 semanas de edad (9). Produciendo un aumento significativo en el contenido de grasa de la canal, grosor de la grasa dorsal, y una disminución en el contenido de carne magra.

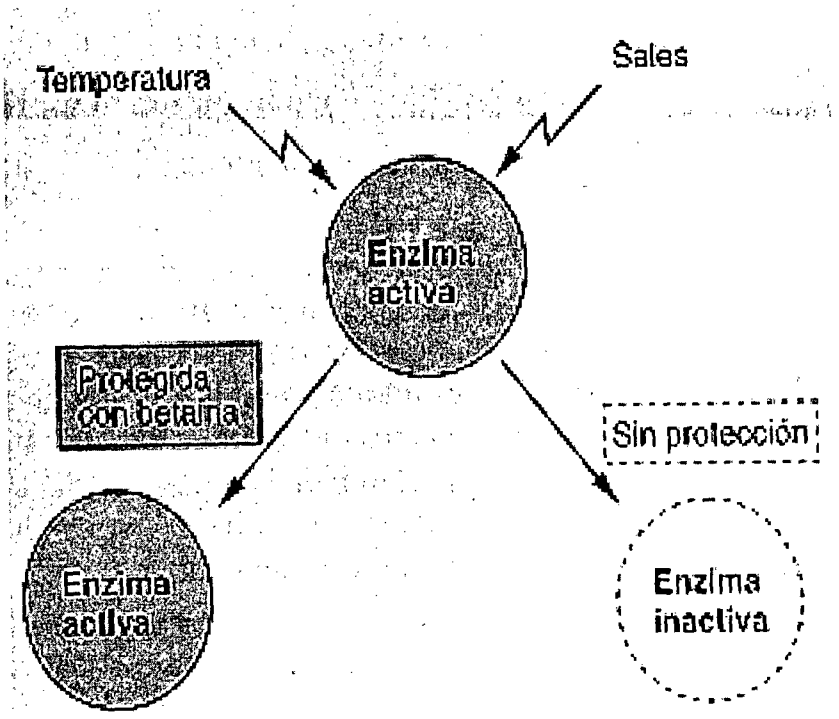


FIGURA 2. Funciones protectoras de la betaina.

Estos cambios pueden ser mitigados, hasta cierto punto, restringiendo el alimento y utilizando dietas bajas en energía, aunque éstas medidas invariablemente conducen a una reducción del crecimiento y una producción menos eficiente (8-10, 27).

Varios ensayos han sido efectuados para demostrar los efectos beneficiosos de añadir betaina en la dieta, sobre el contenido de grasa y otros parámetros de calidad de la carne. Ensayos realizados en Australia, USA y Finlandia, utilizando raciones comerciales de maíz-soya y de trigo-cebada. Estas raciones cumplían con todos los requisitos de aminoácidos esenciales y otros nutrimentos. La betaina fué suplementada en cantidades de 1-2 kg/tonelada (2, 12, 13, 16, 21, 24).

De acuerdo a la información obtenida en USA se deduce que los cerdos engordados a pesos más altos y/o con una mayor tendencia a acumular grasa, tuvieron una respuesta positiva que los cerdos de pesos inferiores (10). La betaina redujo pronunciadamente las variaciones en los valores de grasa dorsal, resultando en una mayor uniformidad.

Simultáneamente con la disminución de la grasa dorsal, el área del músculo largo dorsal, tiende a aumentar. Al disminuir la grasa dorsal y aumentar el área muscular, el valor calculado en porcentaje de carne magra, aumentó en todos los ensayos.

En cerdos cebados a pesos elevados, un periodo relativamente corto de suministro de betaina fué suficiente para reducir la grasa dorsal. Por el contrario, para conseguir un aumento del área muscular, fué necesario un periodo de tiempo más prolongado de suplementación.

Durante la fase de acabado, después de dos semanas el incremento de la grasa dorsal cesó casi totalmente en los cerdos suplementados con betaina en la dieta, mientras que dicho grosor continuó en aumento sin interrupción en los animales alimentados con dieta de control. El beneficio económico de añadir betaina a la dieta depende mucho del sistema de apreciación por el que la canal es valorada.

Las principales aplicaciones de betaina en la industria porcícola son las siguientes: durante el estres postdestete de lechones (1 a 2 kg/tonelada las primeras 3-6 semanas postdestete), remplazo de colina en cerdos o lechones (0.2 a 0.6 kg/tonelada en relación al nivel de colina) y para mejorar la calidad de la canal (1 a 1.5 kg/tonelada de alimento). Los niveles reales dependen de varios factores, como el contenido de proteína y energía, así como de las materias primas utilizadas (8, 10, 12, 13, 21, 27).

Por lo anteriormente señalado se hace necesario realizar de forma experimental, la aplicación de éste producto en la alimentación del cerdo, para evaluar su efectividad. Y de ésta manera lograr canales de mayor calidad, con más rendimiento de carne magra, mayor beneficio económico. Así mismo, amortiguar el reto de la porcicultura mexicana ante sus socios comerciales (USA y Canadá).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria porcícola importante fuente de proteína de alta calidad, actividad generadora de ingreso y multiplicadora del empleo, no presenta en México el nivel que tiene en otras regiones del mundo.

Esto debido a que la porcicultura en México se caracterizaba por una tecnología deficiente en muchos aspectos y niveles de explotación. Sin organización en los productores ni programas de integración estructural, productiva y/o comercial. Esto aunado a las necesidades de consumo de cárnicos crecientes y no satisfechas, que demandan mejor precio, calidad y aceptación. Por lo que, la industria porcícola se debe presentar como una fábrica de carne y de producción en serie, además de considerarse como una industria de transformación de básicos. En la cual se debe recurrir a la tecnología con que se cuenta ahora como un apoyo y manejarla con todos sus adelantos.

Por lo que se considera necesario realizar estudios sobre los productos alimenticios que ofrece ésta tecnología moderna, que ayuden a obtener el tipo de cerdo ideal para carne, el cual muestre un desarrollo muscular máximo y un espesor mínimo de grasa contribuyendo a la consecución de rendimientos elevados de todos los cortes magros preferidos, mediante cerdos sometidos a una alimentación completa con ganancias de peso eficientes.

JUSTIFICACIÓN

En el sector porcícola, el estado de Jalisco es el principal productor a nivel nacional, el tipo de explotación que se realiza es de carácter intensiva tecnificada, semi-tecnificada y de traspatio. Las principales razas que se explotan son; Landrace, Duroc, Yorkshire y Hampshire, y los sistemas de alimentación son a base de alimentos balanceados con aceite o cebo de res y otros con escamochas, fuentes ricas en energía lo que ocasiona una acumulación excesiva de grasa, reduciendo la calidad y rendimiento magro de la canal.

Ante ésta situación uno de los retos para productores y médicos veterinarios es implementar diversas estrategias que permitan mejorar los parámetros productivos. Una alternativa se encuentra en la tecnología moderna, la cual ofrece productos que se utilizan en la alimentación del cerdo. Uno de éstos productos es la betaina, compuesto natural con importantes funciones en el metabolismo de animales y plantas.

Por lo que es necesario evaluar la inclusión de éste producto en la alimentación en el acabado de los cerdos, que permita medir su efectividad y de ésta manera lograr canales de mejor calidad, con más rendimiento de carne magra y sobre todo mayor beneficio económico.

HIPÓTESIS

Sí, la betaina funciona directamente en las reacciones de metilación del organismo, estimulando la síntesis de carnitina y movilización de lípidos en el hígado, reduciendo y/o redistribuyendo la grasa de la canal, e influyendo en el nivel de lipoproteína en sangre, mejorando la oxidación de ácidos grasos en la mitocondria, entonces al utilizar la betaina en la alimentación en forma experimental en el acabado de los cerdos, se espera lograr canales con bajo contenido de grasa dorsal y alto rendimiento cárnico.

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
BIBLIOTECA CENTRAL

OBJETIVOS

General;

Determinar la efectividad de la suplementación con betaina en el acabado de los cerdos.

Particulares;

- 1) Determinar la conversión alimenticia entre los grupos.
- 2) Estimar el rendimiento magro de la canal en los diferentes tratamientos.
- 3) Evaluar el efecto del tratamiento en la capa de grasa dorsal.
- 4) Calcular el costo-beneficio con la inclusión de betaina y sin betaina por concepto de alimentación.
- 5) Determinar el efecto del sexo y la interacción sexo*tratamiento sobre el comportamiento productivo de cerdos en finalización

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en granja porcícola, ubicada en Toluatlán Municipio de Tonalá Jalisco. La prueba tuvo una duración de 44 días.

Se utilizaron 120 cerdos híbridos (F2; hembras y machos), con peso inicial promedio para testigo de 72.17 kg y para los de prueba 62.33 kg, de las razas Landrace, Hampshire, Large white y Duroc, debidamente desparasitados con febendazol y vacunados de acuerdo al programa profiláctico de la granja. Al inicio de la prueba los cerdos se identificaron (arete con diferente color), se pesaron y se les midió la grasa dorsal con una regleta y un aparato de ultrasonido (Renco, Preg-Alert, Modelo 2b). Los animales se distribuyeron al azar en 6 corrales, con medidas de 3.45 por 7.57 m, haciendo una superficie de 26.12 m² por corral con capacidad de 20 cerdos cada uno (1.31 m² por cerdo).

Cada corral contó con un comedero tipo tolva con 5 bocas, dos bebederos tipo chupón, piso 90% cemento y 10% rejilla, techo de lámina de aluminio, ventanas a una altura de 2.50 m del piso con malla mosquitera.

El agua fué ofrecida para consumo a libre acceso y provenía de pozo profundo. El alimento fué mezclado mecánicamente en la granja. La ración de base (**TESTIGO**) estaba constituida de sorgo molido y pasta de soya (Cuadro 1), con un 18% de proteína cruda. La ración experimental contenía además de la ración testigo 1.5 kg de Betaina (Betafin, Cultor Ltd. Finnsugar Bioproducts) por tonelada de alimento.

CUADRO 1. Ración de base utilizada en el presente experimento.

INGREDIENTES	kg/Ton.
Sorgo, 9%	656.00
Soya, 47%	219.00
Cebo de res	7.50
H. de carne 45%	40.00
Premix iniciador	40.00
Gluco fat	4.50
Desparasitante (Febendazol)	0.10
Milbond Tx ^{MC}	1.25
Sabor Ram ^{MC}	<u>0.50</u>
Total	988.85
Análisis químico calculado.	
E.M. cerdo	3.25 Mcal/kg
Proteína (mínimo)	18.00%
Lísina	1.04%
Met+Cis.	0.61%
Triptofano	0.20%
Treonina	0.67%
Fósforo	0.85%
Calcio	1.03%
Grasa	6.62%
Fibra	4.06%

Los cerdos se pesaron en forma individual en báscula con capacidad de 500 kg, se calculó el consumo de alimento en base al consumo del corral, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los cerdos fueron sacrificados en el rastro de la empacadora de la granja. En la canal caliente se determinó el peso (incluyendo piel, cabeza y patas en kg) y el grosor de la grasa dorsal con regleta de 6 pulgadas sobre la línea media y perpendicular a ésta, a la altura de la décima costilla. Estas mediciones fueron hechas en segundos, sin interrumpir la línea de matanza, y con los datos obtenidos se calculó la producción de cortes primarios [cabeza de lomo, entrecot (lomo con hueso), espaldilla, jamón (pierna), y tocino]. El rendimiento porcentual de los cortes primarios, producción de cortes primarios kg, y el rendimiento económico de la canal caliente, en forma individual, fué calculado utilizando las siguientes ecuaciones desarrolladas por el Inst. Nal. de Invest. Forestales y Agropecuarias (7):

1) PRODUCCIÓN DE CORTES PRIMARIOS (Kg)

$$Y = 10.07 + (0.46 \times \text{Canal Caliente}) - (2.14 \times \text{Grasa Dorsal})$$

2) RENDIMIENTO PORCENTUAL DE CORTES PRIMARIOS

$$Y = (\text{Kg Cortes Primarios} / \text{Peso de la Canal Caliente}) \times 100.$$

3) RENDIMIENTO ECONÓMICO

$$Y = (\$ \text{ Valor Cortes Primarios} \times \text{Rendimiento Porcentual de Cortes Primarios}) + (\$ \text{ Valor Resto de la Canal} \times \text{Rendimiento Porcentual del Resto de la Canal}).$$

La diferencia en el rendimiento económico resultó en relación de precios de la empacadora de la granja, entre los cortes primarios y los del resto de la canal, como los muestra el cuadro 2.

Los resultados obtenidos, se analizaron estadísticamente como un experimento con diseño completamente al azar utilizando el procedimiento General Linear Model del programa SAS. Dentro de los factores de variación se utilizó el peso inicial como covariable. Cuando existió diferencias entre tratamientos, éstos fueron separados por la prueba de Duncan (18).

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
 BIBLIOTECA CENTRAL

CUADRO 2. Valor económico de cortes primarios y secundarios al 31 Agosto 1996.

Valor cortes primarios		Valor cortes secundarios:	
Pierna	\$ 20.00	Cabeza	\$ 6.50
Entrecot	21.50	Patas	6.50
Espaldilla	18.00	Cuero	5.00
Tocino	19.50	Cola-espinazo	16.00
Cabeza de lomo	20.00		
Total	\$ 99.00	Total	\$ 34.00
Promedio	19.80	Promedio	8.50

RESULTADOS

Los cerdos tratados con betaina tuvieron un peso promedio de 94.97 kg contra 103.35 kg del grupo testigo, representando 8.11% menos de peso corporal (Gráfica 1; $P < 0.0001$). Sin embargo, la ganancia de peso promedio fué de 1.45 kg, que equivale a 4.49%, mayor en los animales del grupo suplementado con betaina comparado a los de la ración no suplementada (Gráfica 2; $P < 0.05$). El sexo de los animales mostró una interacción con el tratamiento sobre éste parámetro (Cuadro 4; $P < 0.006$).

Con la adición de betaina, cada cerdo consumió 114.80 kg de alimento (promedio acumulado), mientras que los del grupo testigo consumieron 131.00 kg, resultando en una diferencia de 16.20 kg (12.36%) menor (Gráfica 3; $P < 0.05$).

En el parámetro de conversión alimenticia (kg alimento: kg peso vivo), los cerdos que recibieron la betaina tuvieron 3.66:1 y los no tratados 4.53:1 requiriendo 870 g menos de alimento los del grupo de prueba para lograr la misma ganancia de peso, lo que se refleja en una mejor conversión alimenticia (Gráfica 4; $P < 0.0001$). Los machos que recibieron betaina presentaron una conversión más baja (0.41) que las hembras del mismo tratamiento y la diferencia fué menor en un 0.58 en el macho betaina con respecto al macho testigo. Las hembras en el tratamiento betaina presentaron un diferencial de 1.13 en el parámetro conversión respecto a la hembra testigo, tanto ésta observación como en el caso de los machos se reflejaron en la interacción sexo*tratamiento del análisis estadístico de los datos (Cuadro 4; $P < 0.003$).

El peso de la canal caliente logrado con betaina fué de 72.77 kg lo que es 7.27 kg (9.08%) menor que en el grupo testigo, cuyo peso fué de 80.04 kg (Gráfica 5; $P < 0.0001$). En cambio, el rendimiento porcentual de la canal de los animales con betaina fué 0.83% menor que los animales testigo (Gráfica 6; $P < 0.05$). Por otro lado, las hembras que recibieron el tratamiento betaina presentaron un peso de canal caliente más bajo comparado tanto con el macho del mismo tratamiento, como con los animales del tratamiento que sirvió de testigo (Cuadro 4; $P < 0.006$).

El rendimiento (kg) de cortes primarios en el grupo suplementado con betaina fué de 2.29 kg (5.33%) menor, comparado con el grupo testigo (Gráfica 7; $P < 0.0001$). No se observó interacción entre sexo * tratamiento sobre éste parámetro (Cuadro 4; $P > 0.06$).

Por otra parte, el rendimiento porcentual de cortes primarios se incrementó en 2.24% considerando que el rendimiento del grupo tratado con betaina fue de 55.96% y el del grupo testigo 53.72% (Gráfica 8; $P < 0.0001$). Las hembras que recibieron el tratamiento betaina presentaron el porcentaje más elevado de cortes primarios (56.36%) comparado tanto con los machos del mismo tratamiento y con los animales del tratamiento testigo (Cuadro 4; $P < 0.002$).

La grasa dorsal promedio al final del experimento, de los animales tratados con betaina fué de 1.35 cm a diferencia de los testigos que presentaron 1.85 cm existiendo una diferencia de 0.5 cm lo que equivalió a 27.03% de disminución (Gráfica 9; $P < 0.0001$). Por otro lado, el

porcentaje de grasa dorsal fué de 0.71 puntos porcentuales más bajo en las hembras que recibieron el tratamiento betaina. Los machos del tratamiento betaina tuvieron 0.49 puntos porcentuales menos grasa que los machos del tratamiento testigo (Cuadro 4; $P < 0.0006$).

El rendimiento económico de la canal caliente en los cerdos tratados con betaina fué de \$ 1,077.76 comparado con \$ 1,165.51 de los animales testigo, resultando \$ 87.75 menos de ganancia en promedio por cerdo (Gráfica 10; $P < 0.0001$). No se presentó efecto de la interacción sexo*tratamiento para éste parámetro (Cuadro 4; $P > 0.05$).

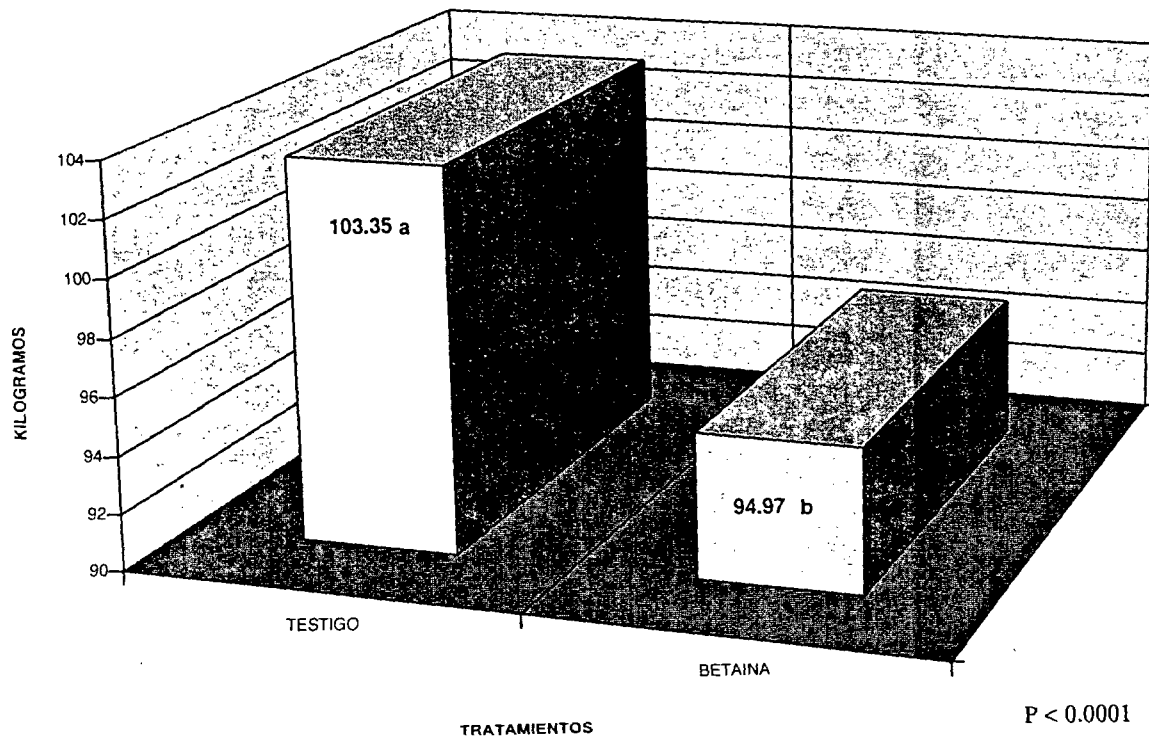
El costo por concepto de alimento, en la etapa de finalización del cerdo con la inclusión de betaina, fué en promedio de \$ 204.30, mientras el costo sin utilizar betaina fué de \$ 233.14 resultando una ganancia de \$ 28.84 por cerdo. Además de haberse obtenido una conversión alimenticia más alta y por consiguiente una eficiencia alimenticia más elevada (Cuadro 5).

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
BIBLIOTECA CENTRAL

CUADRO 3. Resumen de los parámetros obtenidos en promedio en los diferentes tratamientos.

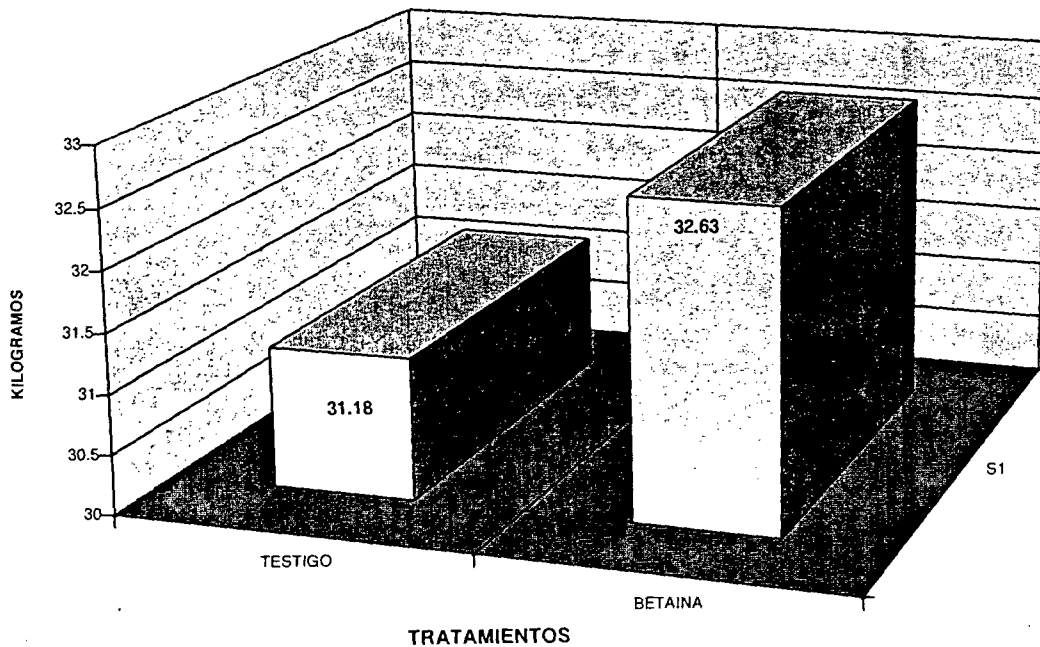
Concepto	Betaina	Testigo
Peso final, kg	94.97	103.35
Ganancia de peso, kg	32.63	31.18
Consumo de alimento, kg	114.80	131.00
Eficiencia alimenticia	0.27	0.22
Conversión alimenticia	3.66	4.53
Canal caliente, kg	72.77	80.04
Rendimiento de la canal, %	76.57	77.40
Cortes primarios, kg	40.64	42.93
Rendimiento de cortes primarios, %	55.96	53.72
Grasa dorsal final, cm	1.35	1.85
Costo de la canal, \$	1,077.76	1,165.51
Costo alimentación, \$	204.25	233.14

GRAFICA No 1
EFECTO DE LA BETAINA SOBRE EL PESO FINAL



$P < 0.0001$

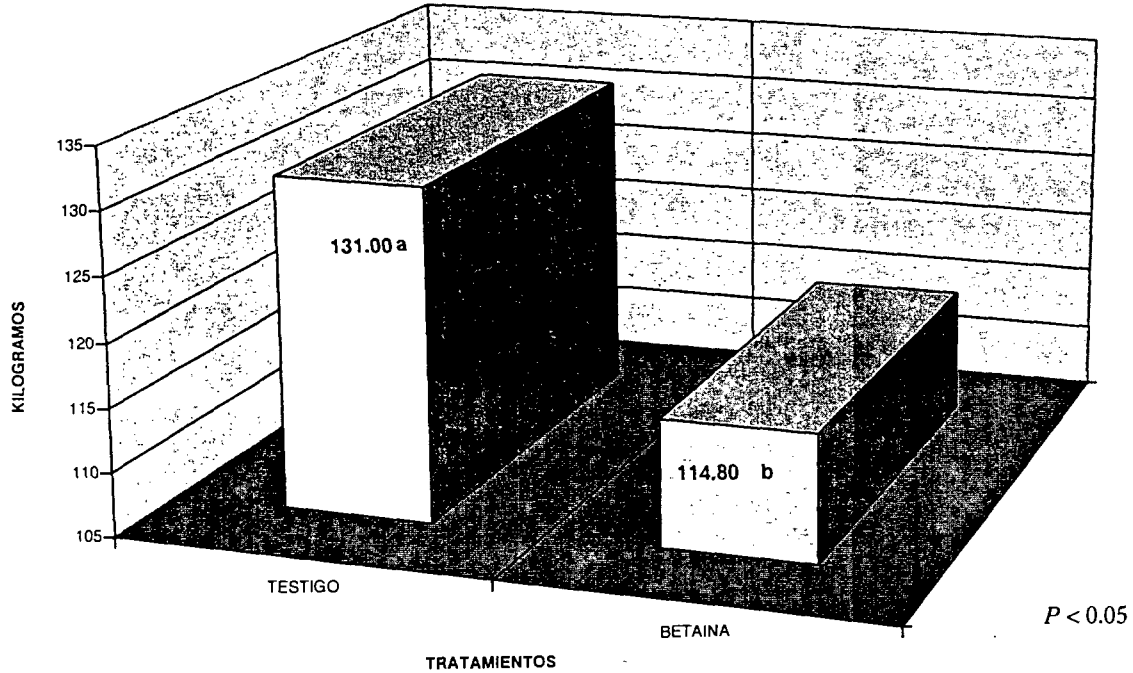
GRAFICA No 2
INFLUENCIA DE LA BETAINA EN LA GANANCIA TOTAL DE PESO



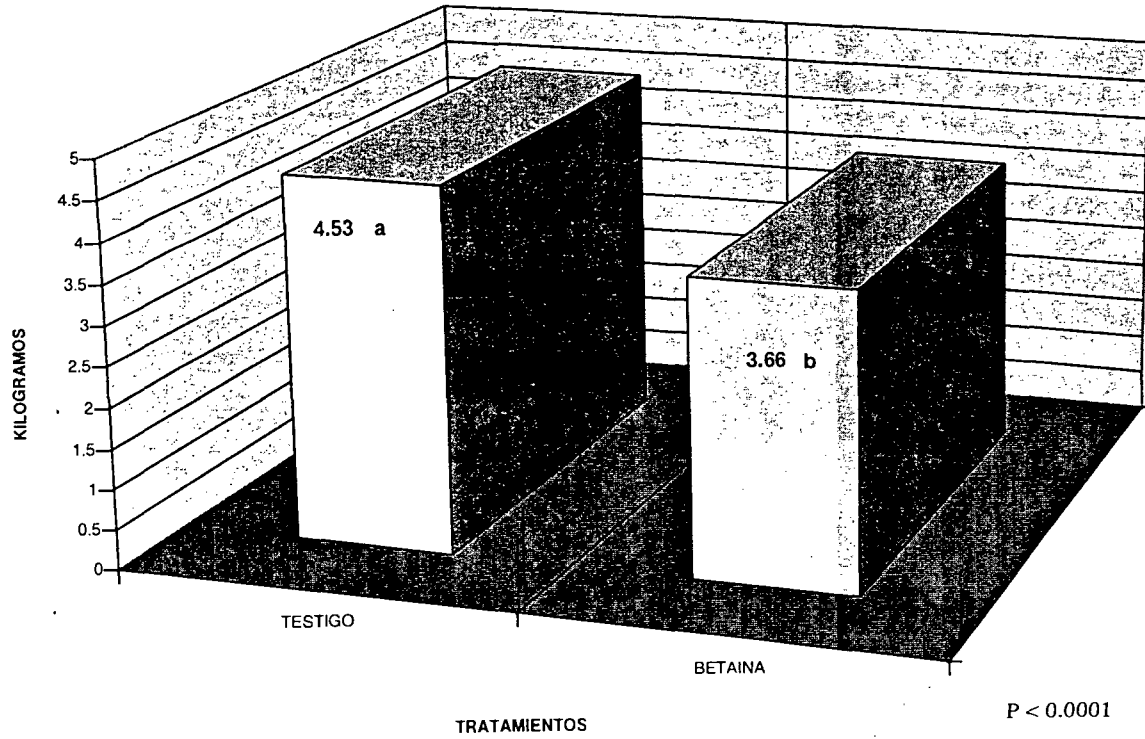
$P < 0.05$

GRAFICA No 3

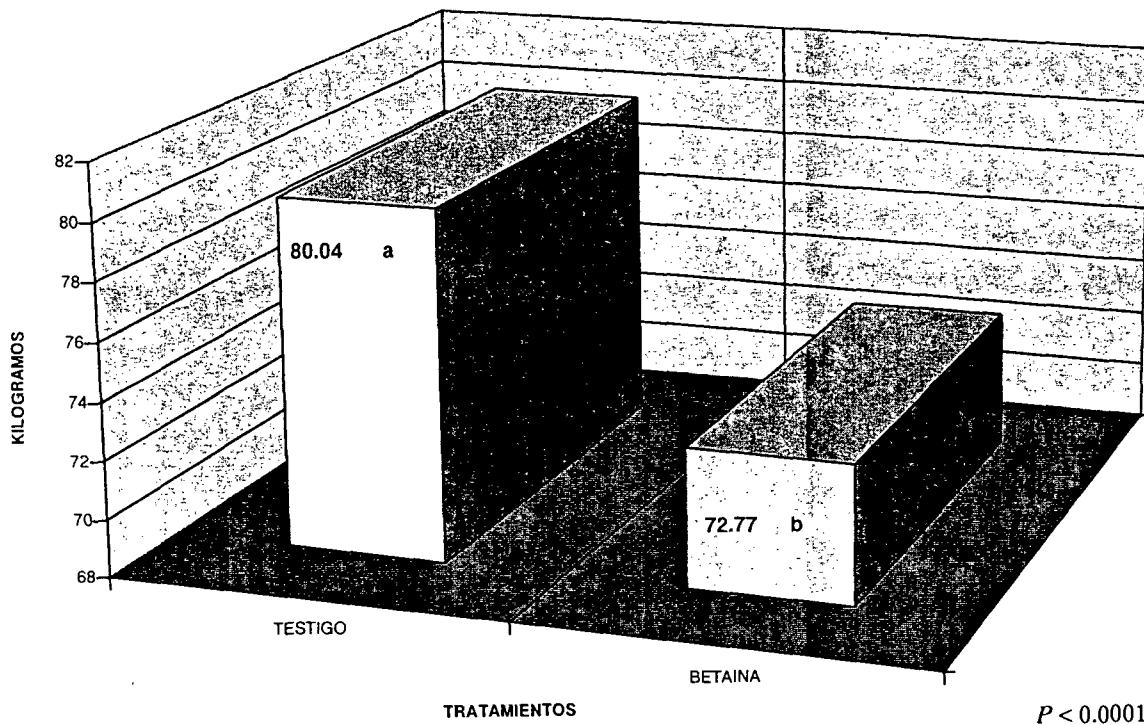
INFLUENCIA DE LA BETAINA EN EL CONSUMO DE ALIMENTO ACUMULADO



GRAFICA No 4
EFECTO DE LA BETAINA EN LA CONVERSION ALIMENTICIA

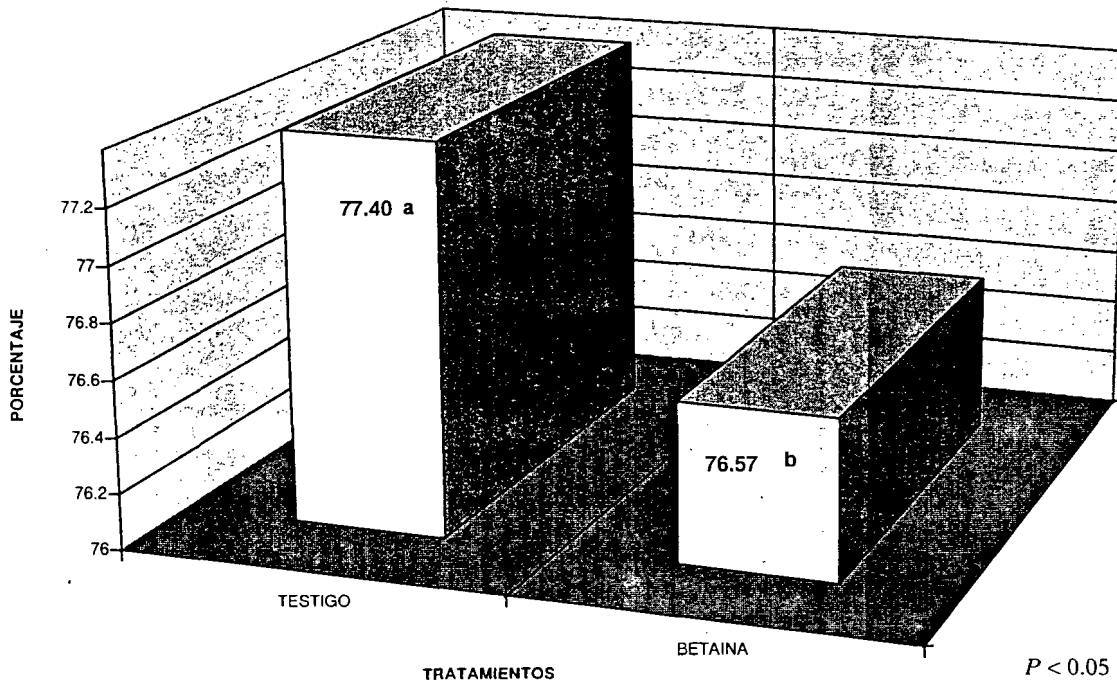


GRAFICA No 5
EFECTO DE LA BETAINA EN LA CANAL CALIENTE



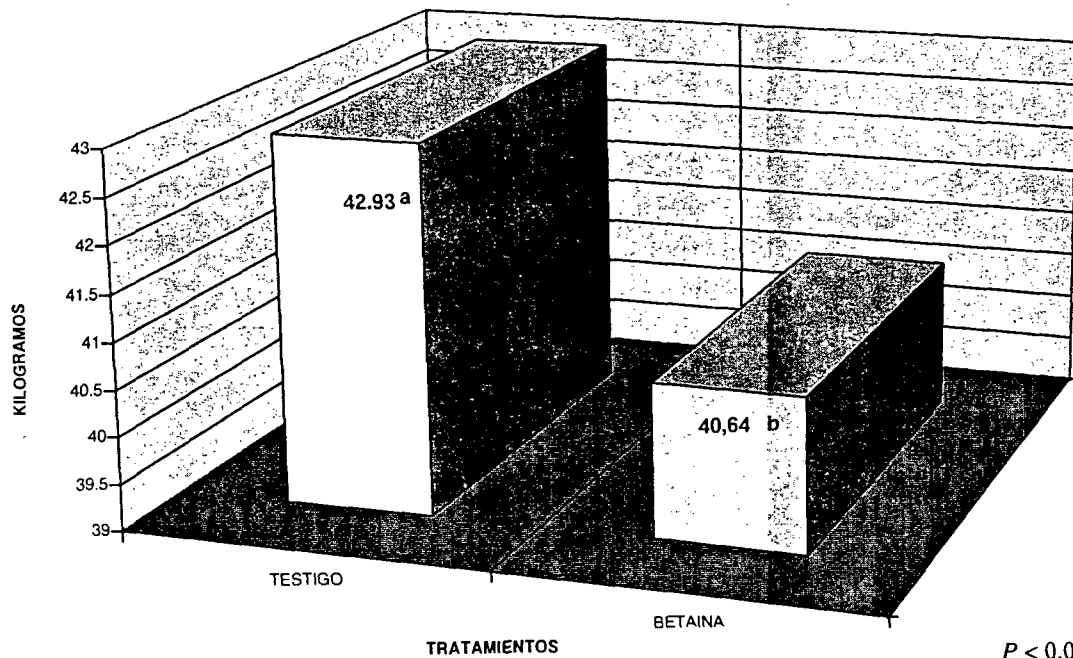
GRAFICA No 6

EFFECTO DE LA BETAINA EN EL RENDIMIENTO PORCENTUAL DE LA CANAL



GRAFICA No7

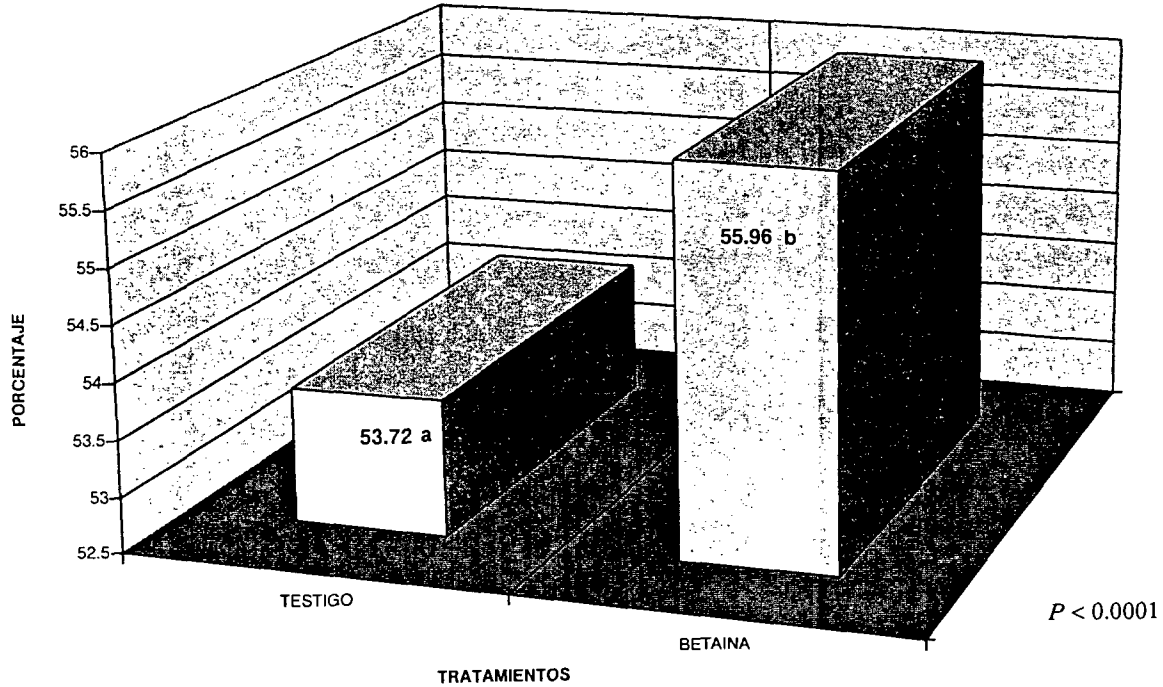
EFFECTO DE LA BETAINA EN EL RENDIMIENTO DE CORTES PRIMARIOS



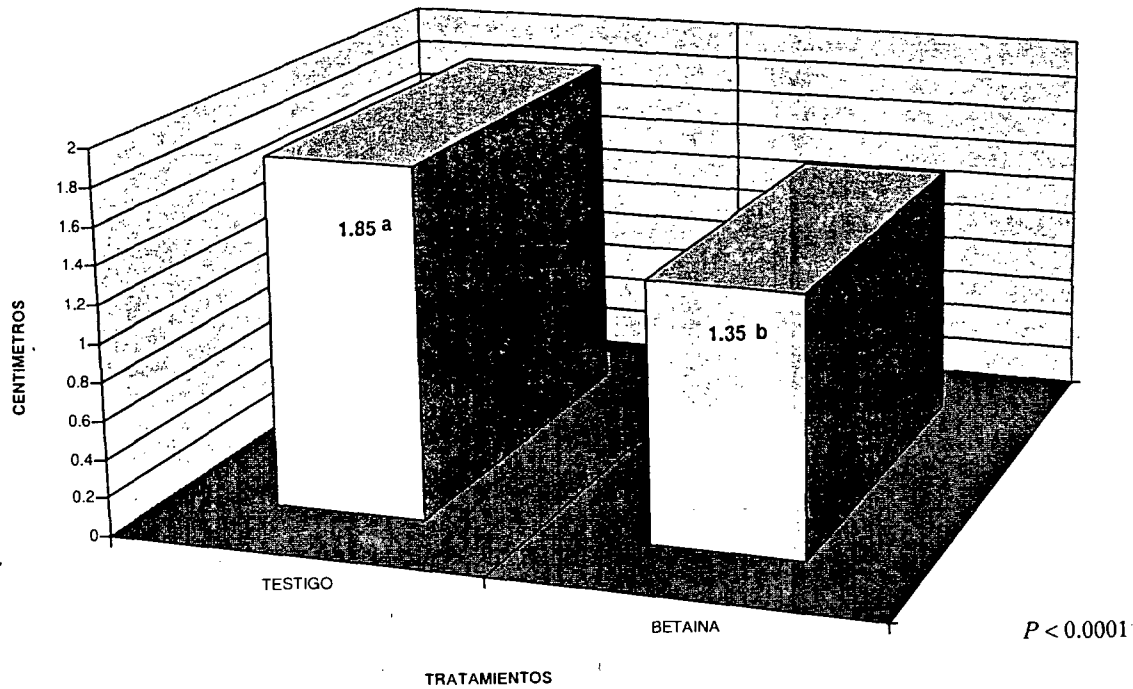
$P < 0.0001$

GRAFICA No 8

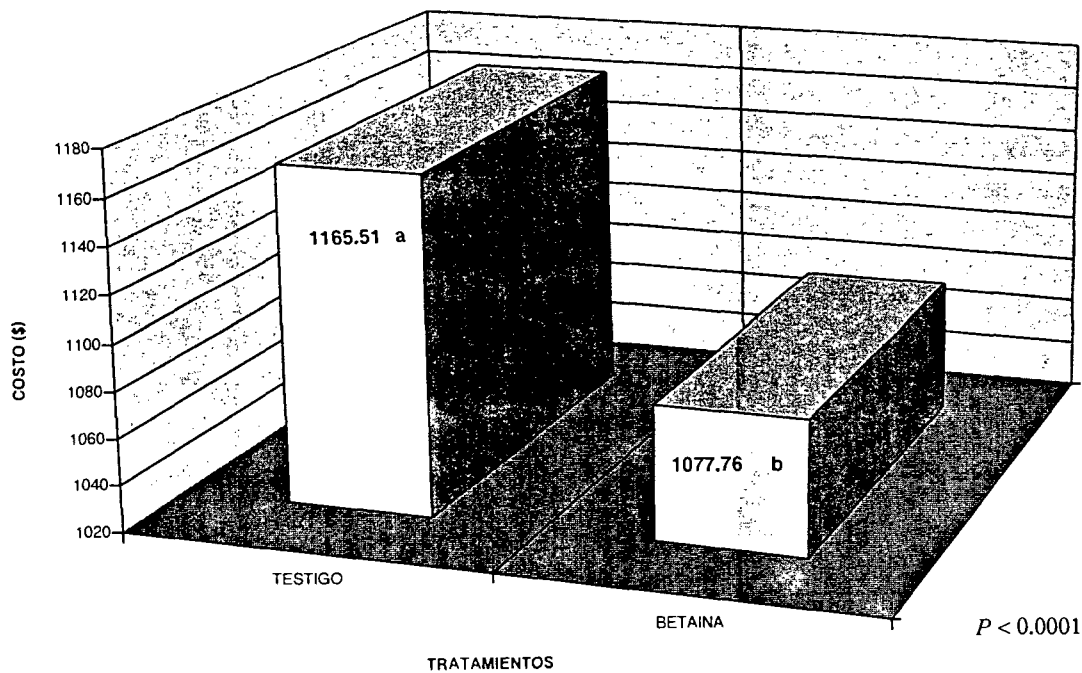
EFFECTO DE LA BETAINA EN EL RENDIMIENTO POCENTUAL DE CORTES PRIMARIOS



GRAFICA No 9
EFECTO DE LA BETAINA EN LA GRASA DORSAL FINAL



GRAFICA No 10
EFECTO DE LA BETAINA EN EL COSTO DE LA CANAL CALIENTE



CUADRO 4. Efecto de la interacción tratamiento * sexo sobre los parámetros productivos del cerdo.

	BETAINA		TESTIGO	
	Hembra	Macho	Hembra	Macho
Número de animales	7	53	21	39
Peso final, kg	94.86	94.98	100.09	105.10
Conversión alimenticia	4.02	3.61	5.15	4.20
Peso canal caliente, kg	73.64	72.65	77.48	81.42
Grasa dorsal, cm	1.16	1.38	1.81	1.87
Ganancia de peso, kg	29.64	33.03	27.47	33.18
Rendimiento de la canal, %	77.60	76.43	77.35	77.42
Cortes primarios, kg	41.46	40.53	41.83	43.52
Rendimiento cortes, %	56.36	55.91	54.08	53.52
Costo canal, \$	1,094.50	1,075.55	1,131.28	1,183.94

CUADRO 5. Costo-beneficio con la inclusión de Betaina por concepto de alimento

Concepto	Betaina	Testigo	Diferencia
Consumo de alimento por grupo, kg	6,879.70	7,859.00	(979.32)
Betaina, kg	10.32	---	10.32
Total, kg	6,890.00	7,859.00	(969.00)
Costo total de alimento, \$	12,258.00	13,986.66	(1,728.66)
Costo por kg de alimento, \$	1.78	1.78	---
Consumo por cerdo, kg	114.63	131.00	(16.37)
Betaina, kg	0.172	---	0.172
Total, kg	114.80	131.00	(16.20)
Costo total de alimento, \$/cerdo	204.30	233.14	(28.84)
Costo \$/kg de cerdo	6.51	8.06	(1.55)
Conversión alimenticia	3.66	4.53	0.87
Eficiencia alimenticia	0.27	0.22	0.05

Nota: Costo de alimento al mes de agosto de 1996.

Ración base \$ 1779.70/Tonelada.

Betaina \$1.38/kg

DISCUSIÓN

Como se demostró en el presente trabajo, al utilizar betaina se mejoraron algunos parámetros con respecto a estudios realizados en Australia, USA, y Finlandia (10).

La prueba del presente trabajo duró 44 días, tuvo una suplementación de 1.5 g/kg de alimento a base de sorgo-pasta de soya, y resultó en 27% de reducción (1.35 vs. 1.85 cm) del grosor de la grasa dorsal. Mathews y col. (13) con cerdos de peso inicial 55.5 kg y peso final 109.3 kg y adición de 1.25 g de betaina por kg de alimento en una prueba con duración de 57 días reportaron un aumento de 0.02 cm (2.22 vs. 2.20 cm) del grosor de grasa dorsal final. En cambio, Virtanen y Campbell (citados en 10) con raciones a base de maíz - pasta de soya, trigo-cebada, y la adición de 1.25 g de betaina por kg de alimento, en cerdos de 60 kg peso inicial y 103 kg peso final, redujeron un 16% (1.5 vs. 1.78 cm) la grasa dorsal final.

Lawrence y col. (12) utilizando ración maíz - pasta de soya y suplementación de 0 ó 1 g de betaina por kg de alimento en cerdos en finalización (peso inicial de 60 kg y 110 kg de peso final) durante 56 días, lograron reducir el grosor de la grasa dorsal de 5.6% (2.86 vs. 2.88 cm). Además, Smith y col. (21) suplementando 1 g de betaina por kg de alimento y cerdos con peso inicial de 56.7 kg y 102 kg de peso final, observaron 11% de reducción (3.08 vs. 3.18 cm) de la grasa dorsal.

Por lo anteriormente observado, se puede deducir que el incremento del nivel de betaina en la ración y reduciendo el tiempo de engorda se logra disminuir más eficientemente el grosor de grasa dorsal.

En la ganancia diaria de peso Mathews y col. (13) obtuvieron 0.852 kg, Smith y col. (21) reportaron 0.990 kg, mientras que Virtanen y Campbell (citados en 10) observaron en hembras 0.840 kg y en machos 0.950 kg. En el presente trabajo la ganancia diaria de peso registrada fué de 0.674 kg para hembras y de 0.751 kg en machos. Diferencia posiblemente resultada de la calidad de la ración utilizada por los autores, la cual pudo haber variado en el contenido de energía. Además de un mayor consumo de alimento observado por esos autores. Por otro lado, pudo deberse a que los cerdos del presente iniciaron el experimento de diferente peso, ya que pudo ser que con la lotificación por pesos iniciales muy semejantes, se obtenga un efecto más evidente.

La eficiencia alimenticia reportada por Mathews y col. (13) fué de 0.29, similar a la encontrada en el presente trabajo (0.27). El rendimiento de la canal caliente reportado por Mathews y col. (13) fué de 74.85%, mientras en la presente prueba se registró 76.57%, resultando una diferencia de 1.72%. Pudiendo ser afectado por el promedio del peso de los cerdos utilizados en la presente prueba.

El rendimiento magro encontrado por Mathews y col. (13) fué de 51.50%, y los reportados por Smith y col. (21) de 51.81%, siendo ambos resultados inferiores al obtenido en el presente experimento (55.96%).

En lo que se refiere a ganancia de peso y eficiencia alimenticia, en el presente trabajo se obtuvieron resultados menores a los reportados por Mathews y col. (13), Smith y col. (21), Virtanen y Campbell (citados en 10). Mientras que el rendimiento magro logrado fué en porcentaje más elevado que el reportado por Mathews y col. (13) y Smith y col. (21). Esta diferencia pudo haberse debido a que los cerdos en el presente trabajo iniciaron la prueba con mayor peso inicial.

CONCLUSIONES

- 1.- La conversión alimenticia se mejoró con la inclusión de betaina.
- 2.- El rendimiento en canal es similar para hembras y machos y no fué afectado por la inclusión de betaina.
- 3.- El porcentaje de cortes primarios en más elevado con el tratamiento de betaina. Y en las hembras tienden a ser más altó que en los machos.
- 4.- La inclusión de betaina en ración de finalización de cerdos, a base de sorgo-pasta de soya, reduce la grasa dorsal.
- 5.- La adición de betaina reduce el costo de producción por concepto de alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Banco de México. 1995. Carne de cerdo, elementos de análisis de las cadenas productivas. División de divulgación y publicaciones FIRA, Reporte Técnico. pp 7, 23.
- 2 Brotschi, E.A., Hilbinger, C.L., Kahl, E.A., Vaules, W.A., Midis, N.A., Bluestajn, J.K. y S.H. Zeisel. 1995. Radioactive choline metabolism in guinea pig gallbladder. Is there measurable acetylcholine release. *Digestive Diseases & Sciences*. 40 (9): 1982-1989.
- 3 Cambadal, E.C. 1991. La alimentación, clave de la rentabilidad porcina en América Central (II). *Síntesis Porcina*. 10 (6) 39-48.
- 4 Campos, M.E. 1994. Fisiología y producción animal. Estencil. Univ. de Guadalajara.
- 5 Church, D.C. y W.G. Pond. 1990. La nutrición y su importancia en la agricultura moderna (I), Metabolismo de los nutrimentos (II). *En; Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Edit. Limusa. Primera Edición. pp 11, 13, 259-264.
- 6 Cole, D.J. 1994. Probióticos y enzimas. *En; IV Congreso en Biotecnología en la Industria de la Alimentación animal*. Lab. Apligén. Querétaro, Qro. pp 66, 67.
- 7 Cuarón, I.J. 1992. Rendimiento de la canal, su valor, evaluación y manipulación. *Desarrollo porcícola*. Vol. 3; pp 10-14.

- 8 Del Valle-Vázquez del Mercado, A. 1995. La Betaina en la nutrición porcina. Nuestro acontecer porcino. III (16): pp 4-6.
- 9 English, P.R., Baxter S. Fowler, V.R. y W.J. Smith. 1992. Producción y consumo de la carne de cerdo. Crecimiento y finalización del cerdo. Edit. Manual Moderno S.A. de C.V. Primera edición. pp 4-7.
- 10 Finnsugar Bioproducts. 1994. El Informe Betafin. Cultor Ltd. Finnsugar Bioproducts. Helsinki, Finlandia. Reporte Técnico. pp 6, 10, 12, 13, 20, 32-35, 44-45.
- 11 García, G.L. 1995. Nota Informativa del Sector Porcino. Desarrollo Porcícola. CONAPOR. II (15): pp 63-65.
- 12 Lawrence, V. B., Schinckel, A.P., Odeola, O., y K. Cera. 1995. Performance of pigs fed betaine from 60 to 110 kg body weight. J. Anim. Sci. 73 (Supp. 1): 195.
- 13 Mathews, J.O., Southern, L.L. y J.E. Pontif. 1995. Effect of betaine (Betafin-BCR) on growth, carcass characteristics of finishing pigs. J. Anim. Sci. 73 (Supp. 1): 195.
- 14 Pérez, E.R. 1992. Diagnóstico de la Porcicultura en América Latina y del Caribe. Desarrollo Porcícola. CONAPOR. Vol. 2 (9): pp 12-21.
- 15 Pollmann, S. 1989. Tejido magro y eficiencia. Industria Porcina. Vol. 9 (3): pp 26-32.

- 16 Preece, N.E., Baker, D., Butter, C., Gadian, D.G. y J. Urenjak. 1993. Experimental allergic encephalomyelitis raises betaine levels in the spinal cord of strain 13 guinea-pigs. *NMR Biomedicine*. Vol. 6 (3): pp 194-200.
- 17 Ramírez, N.R. 1991. La evolución de la porcicultura mexicana 1940-1990. *Síntesis Porcina*. Vol. 10 (2): pp 34-43.
- 18 SAS. 1985. *User's guide: statistics*. 5th. Edition. SAS Inst. Inc., Cary, N.C. USA.
- 19 Sierra, S.G. 1992. Problemas ambientales causados por la porcicultura. *Desarrollo Porcícola*. CONAPOR. Revista 11; pp 52,53.
- 20 Sims, A. J. y E.L. Johnson. 1976. *Cerdos. En; Introducción al estudio de las razas de los animales domésticos*. Edit. Acribia. España. pp 53-58.
- 21 Smith II, J.W., Owen, K.Q., Nelssen, R.D., Goodband, M.D., Tokach, K.G., Friesen, T.L., Lorhrmann, T.L. y S.A. Blum. 1994. The effect of carnitine, betaine and chromium nicotinate supplementation on growth and carcass characteristics in growing finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 72 (Supp. 1): pp 274.
- 22 Vargas, G.J., Trujillo, O.E. y D.M. Doporto. 1991. Evaluación productiva terminal en una granja porcina. *Veterinaria México*. UNAM. 22 (4): pp 272-277.

- 23 Vargas, V.J. 1989. Favoreciendo la formación de magro. *Industria Porcina*. Vol. 9 (2): pp 27, 28.
- 24 Vuillard, L. Madern, D. Franzetti, B., y T. Rabilloud. 1995. Halophilic protein stabilization by the mild solubilizing agents nondetergent sulfobetaines. *Analytical Biochemistry*. 230 (2): 290-294.
- 25 Warwick, J.E. y E.J. Legates. 1980. *El Cerdo (I)*. *En*; Cría y mejora del ganado. Edit. Mc. Graw-Hill de México. Tercera Edición. pp 13,16.
- 26 Wood, J.D. 1991. Factores que afectan la composición de la canal. *Síntesis Porcina*. Vol. 12; pp 9, 12.
- 27 Zabarás, K.B. 1996. La utilización de la betaina en la nutrición de los cerdos. Actualización sobre betaina. Laboratorio Bioquímex-REKA. Guadalajara, Jalisco.
- 28 Programa de impulso a la modernización de la porcicultura 1995-2000. Integradora de Empresas Porcícolas de Jalisco, S.A. de C.V. pp 1-18.