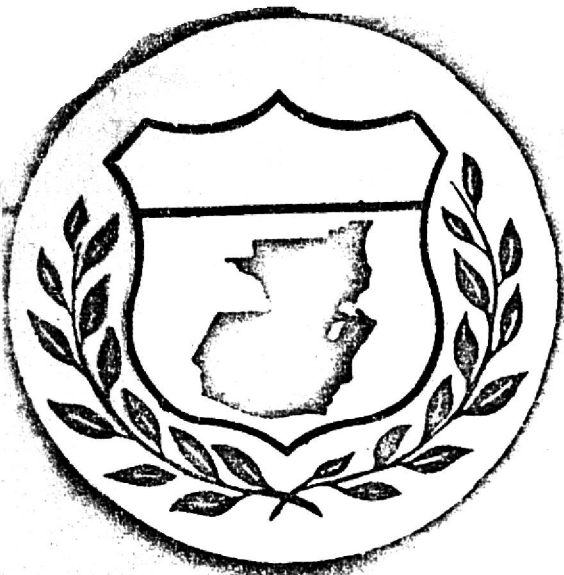




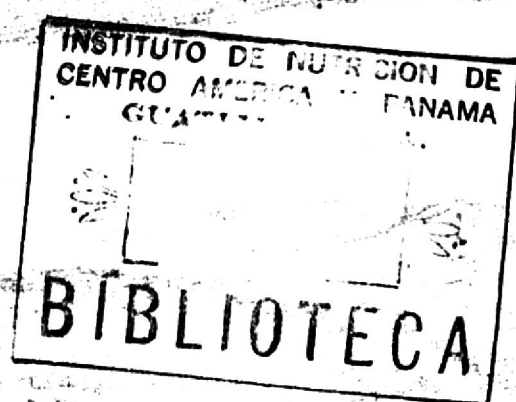
REVISTA "AGA"

PUBLICACION OFICIAL DE LA ASOCIACION
GENERAL DE AGRICULTORES Y DE LA ASOCIACION
DE CRIADORES DE GANADO REGISTRADO

FUNDADA EN 1920

AÑO 15- EPOCA IV— No. 16

NOVIEMBRE 1972



**FUENTES DE PROTEINAS EN LA AMERICA CENTRAL
PARA LA INDUSTRIA PORCINA**
ROBERTO JARQUIN R', M. S.
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
(INCAP)



SEGUNDA PARTE

CUADRO No. 13

**RESPUESTA DE LOS CERDOS
ALIMENTADOS CON RACIONES A
BASE DE GRANILLO DE TRIGO
EN SUBSTITUCION DEL MAIZ**

Raciones	Peso		Indice de utilización del alimento ¹	O/o de proteína en die- ta
	Inicial kg	Final kg		
Maíz + harina de semilla de algodón	56.6	93.5	4.20	11.4
Maíz + harina de soya	57.0	93.3	4.12	11.6
Maíz + granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	57.0	91.0	4.16	11.2
Maíz + granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	56.8	89.3	4.45	11.8
Maíz + granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	56.8	84.2	4.63	12.6
Granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	57.0	76.8	5.72	12.6

¹ Alimento consumido/ganancia de peso.

Como puede verse, el granillo de trigo substituyó del 10 al 40% del maíz de la ración. Todas las raciones contenían 10% de harina de algodón excepto la No. 2, en la que la harina de algodón se substituyó por harina de soya. Todas las raciones se hicieron isoproteicas, (alrededor de 11.5% de proteína), por la adición de residuos de yuca, alimentándose a cerdos de 15 semanas de edad. Se calculó que estas raciones contenían entre 1500 a 1700 kcal por libra. Es probable que el nivel calórico esté ligeramente reducido. Los resultados se muestran en el Cuadro No. 14. Puede verse que no hubo ninguna diferencia en los parámetros medidos entre la harina de algodón y la de

soya en animales de esta edad, y que los niveles de 10% ó 20% de granillo de trigo, produjeron ganancias de peso similares a las obtenidas con maíz. Niveles más altos de granillo de trigo resultaron en ganancias de peso inferiores y eficiencias de utilización menores. Es posible que todo el efecto no sea debido únicamente al granillo de trigo, ya que también aumentó el porcentaje de residuo de yuca en la ración la cual causó un aumento en la cantidad de fibra y disminuyó el contenido de calorías. Estos datos requieren más estudio.

CUADRO No. 14

COMPOSICION DE LAS DIETAS

Primer etapa del estudio
Ocho semanas después del destete

	1	2	3	4
Granillo de trigo	70.0	70.0	70.0	70.0
Harina de pescado	15.0			7.5
Harina de soya		15.0		
Harina de algodón			15.0	
Melaza	9.0	9.0	9.0	9.0
Salmina	3.0	3.0	3.0	3.0
Premix Pfizer (Layer)	0.5	0.5	0.5	0.5
Aurofac	0.2	0.2	0.2	0.2
Harina de alfalfa	2.3	2.3	2.3	2.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Proteína en dietas, q/o	22.2	20.8	19.1	20.7

* Salmina: Mezcla de minerales, 33% de hueso, 33% de carbonato de calcio, 33% de sal común y 1% de elementos menores.

En otros experimentos se usó el granillo de trigo en 70% de la ración, como se muestra en el Cuadro No. 15. La proteína se balanceó con harina de pescado, harina de soya o harina de algodón, ésta última con o sin suplemento de harina de pescado. Las raciones contenían también minerales, vitaminas y antibióticos y las calorías se balancearon con melaza.

Estas raciones fueron administradas a cerdos recién destetados por un período de ocho semanas. Como se muestra en el Cuadro No. 16, al cabo de este período los concentrados proteicos de las diferentes raciones se redujeron al 4%, se eliminó el antibiótico y la melaza se incrementó al 20% de la ración. Los resultados de estos dos experimentos se muestran en el Cuadro No. 17 (14)

CUADRO No. 15

COMPOSICION DE LAS DIETAS

Segunda etapa del estudio - Ocho semanas después de la etapa ant.

	1	2	3	4
Granillo de trigo	70.00	70.00	70.00	70.00
Harina de pescado	4.00			2.00
Harina de soya		4.00		
Harina de algodón			4.00	2.00
Melaza	20.00	20.00	20.00	20.00
Salmina*	3.00	3.00	3.00	3.00
Premix Pfizer (Layer)	0.50	0.50	0.50	0.50
Harina de alfalfa	2.50	2.50	2.50	2.50
Totales	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína en dietas, %	16.5	16.5	16.0	16.4

* Salmina: Mezcla de minerales, 33% de hueso, 33% de carbonato de calcio, 33% de sal común, 1% de elementos menores.

Los pesos ganados por el animal al finalizar la primera etapa del estudio, no fueron significativamente diferentes entre sí. Las ganancias de peso diario fueron óptimas de acuerdo a las esperadas para los animales de la edad que se usaron en el experimento. En la segunda etapa del estudio, las ganancias diarias fueron ligeramente inferiores a las esperadas debido, probablemente, a un exceso de proteína y a un nivel ligeramente inferior de calorías en la dieta. De estos resultados se puede concluir que el granillo de trigo puede ser utilizado eficientemente para el cerdo, utilización que podría ser superada si se suplementa con fuentes calóricas adecuadas.

CUADRO No. 16

RESULTADOS DE LA PRIMERA Y SEGUNDA ETAPAS DEL ESTUDIO

Grupo	Peso inicial Kgs.	Peso final Kgs.	Peso ganado Kgs.	Ganancia diaria Kgs	Eficiencia de alimentación
1	13.1	45.6	32.5	0.58	2.0
2	13.0	44.4	31.4	0.56	2.5
3	13.0	42.7	29.7	0.53	2.7
4	14.4	47.4	33.0	0.59	2.5
1	45.6	88.4	42.8	0.76	4.0
2	44.4	82.5	38.1	0.68	4.0
3	42.7	81.3	38.6	0.68	4.2
4	47.4	88.6	41.2	0.74	4.3

Otra de las fuentes de proteína nativas del área que pueden ser usadas en raciones para cerdos, lo constituyen las harinas de ajonjolí y de corozo. Squibb y colaboradores (15), usaron con éxito las harinas de ajonjolí y de corozo en niveles de hasta 40% individualmente, o de 20% en combinación. La deficiencia de lisina, características de la harina de ajonjolí, puede obviarse con la adición de un 3% ó 4% de harina de sangre. Sin embargo, ninguna de estas fuentes proteicas ha alcanzado popularidad debido a su producción esporádica y a su mercado inestable.

La única fuente de proteína que se encuentra disponible en el área es la harina de semilla de algodón, la cual ha sido bien estudiada (16). Esta, sin embargo, presenta el inconveniente de contener un principio tóxico, el gossipol, al cual son muy susceptibles los animales monogástricos. El cuadro No. 17 (17), muestra los resultados de un estudio realizado, en el INCAP, en el que se alimentaron cerdos recién destetados con raciones que contenían de 8% a 20% de harina de algodón que había sido obtenida por el procedimiento de prensa y sin ningún tratamiento adicional. La fuente de proteína en la ración basal fue la harina de ajonjolí y ésta fue substituida por los diferentes porcentajes de harina de torta de algodón utilizados. Como puede verse por los resultados de aumento total de peso, aumentó diario de peso por cerdo, eficiencia de conversión y utilización proteica, la substitución hasta de 15% de harina de ajonjolí por harina de algodón, resultó en parámetros similares a los obtenidos con la ración basal. La adición de 20% de harina de algodón, sin embargo, resultó en una baja significativa de estos parámetros, indicando que a este nivel se empiezan a manifestar los efectos tóxicos del gossipol.

CUADRO No. 17

RESULTADOS OBTENIDOS EN CERDOS CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE ALGODON EN LA RACION POR DIEZ SEMANAS

	Ración No.				
	1	2	3	4	5
Torta de semilla de algodón %	-----	5	10	15	20
Aumento total de peso (kg)	139	138	142	144	54
Aumento diario de peso cerdo (kg)	0.49	0.49	0.50	0.51	0.19
Eficiencia de conversión ¹	318	385	308	300	434
Utilización proteica ²	1.80	1.50	1.80	1.80	1.20

1. Kg. alimento consumido/100 kg aumento de peso
2. Kg. aumento de peso/kg. proteína ingerida

CUADRO No. 18

EFFECTO DE LA COCCION Y DE LA ADICION DE HIDROXIDO DE CALCIO Y SULFATO FERROSO A UNA RACION PARA CERDOS EN CRECIMIENTO QUE CONTIENE 42% DE HARINA DE ALGODON

Ración	Gosipol libre en dieta* mg/ 100 g		Peso, kg.		Efic. de utilización	Mortalidad
	Antes	Desp.	Inic.	Final		
Control* *			9.4	38.6	2.98	0/10
Harina de algodón cruda***	40	21	9.3	20.7	7.50	8/10
Harina de algodón cocida	42	18	9.2	28.9	4.62	7/10
Harina de algodón cruda + 1% Ca(OH) ₂ + 0.1% FeSO ₄ ·7H ₂ O	26	7	9.2	35.0	3.62	1/10
Harina de algodón cocida + 1% Ca(OH) ₂ + 0.1% FeSO ₄ ·7H ₂ O	30	7	9.3	34.0	3.86	0/10

* Contenido antes y después de tratamiento.

** El control consistió en un concentrado comercial para cerdos en crecimiento.

*** El contenido de harina de algodón fue de 42%.

El otro procedimiento para hacer menos tóxico el gosipol, es conocido desde hace algún tiempo y consiste en la adición de sales ferrosas a la harina de algodón, o a la ración que la contiene. El hierro se une a la molécula de gosipol haciéndola no absorbible. En estudios que realizamos en el INCAP (18,19), encontramos que la adición de 0.1% de sulfato ferroso, más la adición de 1% de hidróxido de calcio eliminan la toxicidad del gosipol en cerdos en crecimiento. Estudios previos realizados por nosotros (26,27), habían demostrado que el pH ácido aumentaba la cantidad de gosipol libre en harinas de algodón, mientras que a medida que el pH cambiaba al lado alcalino, la cantidad de gosipol disminuía. La medida del gosipol se llevó a cabo por medios químicos y por métodos biológicos, en animales de laboratorio como ratas y pollos, especies ambas susceptibles a los efectos tóxicos del gosipol. En los estudios en cerdos a los que me he referido, usamos animales de 8 a 10 semanas que fueron alimentados con las dietas que se presentan en el Cuadro No. 19 (18). Como puede verse, la adición de hidróxido de calcio y sulfato ferroso redujo el contenido de gosipol libre, tanto en la harina de algodón cruda como en la cocida. Los pesos finales de los animales que recibieron harina de algodón con la adición de los dos compuestos minerales, no fueron significativamente diferentes de los alcanzados por el grupo control, como no lo fueron la eficiencia de utilización y la incidencia de mortalidad, lo que indica que la harina de algodón se encontraba prácticamente sin gosipol libre.

CUADRO No. 19

RESPUESTA DE CEREALES A SUPLEMENTOS PROTEICOS

Maíz amarillo	84.0	84.0	—	—	80.0	80.0	—	—
Melillo	—	—	84.0	84.0	—	—	80.0	80.0
Harina de soya	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—
Harina de algodón	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0
Harina de carne	—	—	—	—	4.0	4.0	4.0	4.0
Harina de alfalfa	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Minerales	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Peso inicial kgs.	43.3	42.9	43.2	43.6	43.9	43.6	43.5	43.7
Aumento kgs. de utilización del alimento	48.0	44.9	50.8	40.7	46.6	37.0	40.0	29.9
	3.56	.83	3.46	3.86	3.58	4.05	3.71	4.58

Quiero hacer énfasis en el hecho de que el nivel de harina de algodón usado en estas raciones fue de 42% de una harina de algodón procesada por pre-prensa solvente. Este nivel contrasta enormemente con el de 10% postulado como adecuado y 15% como máximo de harinas de algodón corriente, sin adición de hidróxido de calcio ni de sulfato ferroso. Son obvias las posibilidades que estos resultados abren a la industria porcina en Centro América.

Con el propósito de determinar parámetros bioquímicos que pudieran servir de base para detectar síntomas incipientes de toxicidad en animales de crianza, se determinó, en un experimento posterior, el efecto que el gosipol tiene sobre algunas de las enzimas séricas (19). En el Cuadro No. 20 se muestra la actividad sérica de la dehidrogenasa láctica, transaminasas oxalacética y pirúvica, aldolasa y leucino amino peptidasa; de éstas, la única que mostró valores anormales fue la transaminasa oxalacética, indicando que el gosipol es responsable del daño hepático que a menudo se encuentra en animales monogástricos que consumen harina de algodón con un alto contenido de gosipol libre.

CUADRO No. 20

ENZIMAS EN SUERO DE CERDOS ALIMENTADOS CON 42% DE HARINA DE SOYA O HARINA DE ALGODON

Harina de soya	609	148	50	34	15
Harina de algodón	480	191	78	37	28
Harina de algodón + almendra de algodón	690	183	175	39	21
Harina de algodón + Almendra de algodón + 1% Ca(OH) ₂ + 0.1% FESQ ₄	609	139	74	40	19

Se calculó que esta última ración contenía 0.014% de gopiol libre, sugiriendo que las harinas de algodón pueden utilizarse bien en nutrición porcina si no proporcionan más de 0.010% de gopiol libre. Otro aspecto a considerar, es que conforme aumenta el algodón en la ración disminuye el contenido de lisina, aminoácido importante sobre todo para cerdos jóvenes.

La División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, se ha interesado mucho en los últimos años, por dilucidar la naturaleza de la acción tóxica del gopiol, así como en encontrar procesos que la disminuyan o contrarresten.

La toxicidad de la harina de algodón debida al gopiol está bien documentada, ya que este producto se ha tratado de usar en animales monogástricos en los Estados Unidos y otros países (18,19). Se manifiestan por síntomas generalizados cuya falta de especificidad ha dificultado la labor investigativa a este respecto. Los animales monogástricos que consumen cantidades altas de gopiol, manifiestan falta de apetito, apatía, y en aquellos como los cerdos que poseen pelambre, el color y la apariencia del pelo cambian radicalmente. Los cerdos Duroc-Jersey, por ejemplo, presentan una pelambre amarillo-rojiza en vez de la pelambre rojo oscura característica. Los animales generalmente mueren súbitamente y los hallazgos patológicos micro y macroscópicos indican la presencia de edema pulmonar y lesiones cardíacas, hepáticas e intestinales. Estos síntomas, a pesar de su poca especificidad están definitivamente asociados a la cantidad de gopiol libre presente en el alimento. El gopiol se encuentra presente en la harina de algodón en dos formas, libre y ligado a otras moléculas. Ya que el gopiol ligado forma un complejo molecular demasiado grande para ser absorbido por la pared intestinal, su presencia no constituye un factor de importancia como determinante de la toxicidad de la harina de algodón. Por lo tanto, esta se encuentra determinada por la cantidad de gopiol libre presente, así como también por la adecuación de la ración en cuanto al contenido de lisina. Esta toxicidad puede ser disminuída de varias maneras. En primer lugar los estudios de Altschul, Clawson, Grau y King y sus respectivos colaboradores (20,21,22,23), demostraron que el proceso al que se somete la semilla para la extracción del aceite es de mucha importancia en lo que respecta a la harina obtenida, ya que gran parte del gopiol puede extraerse durante la extracción del aceite.

Bressani y Elías (24), estudiaron detenidamente las diferentes etapas de los procesos de pre-prensa solvente y prensa usados en la obtención del aceite de la semilla y encontraron que los cambios más importantes ocurren durante el prensado de la semilla, donde se evidencia un descenso significativo en el contenido de grasa, gopiol libre y lisina disponible, y un aumento en fibra cruda, proteína total y cenizas, mientras que el gopiol total permanece relativamente constante. Los estudios biológicos realizados en ratas con harinas provenientes de los diferentes pasos de procesamiento por medio de pre-prensa solvente, indicaron que la harina es sumamente tóxica antes de pasar por la prensa, pero que dicha toxicidad disminuye a medida que el material pasa de crudo a cocido.

La calidad final de la harina depende de que si en el proceso de extracción del aceite se ha usado algún solvente o se ha empleado calor. Los procesos que utilizan solventes, en los cuales es soluble el gopiol, son los que producen las harinas con el más bajo contenido de esta substancia. Sin embargo, debido al alto precio de los solventes y a que la recuperación de los mismos no es práctica ni económica, dichos procesos no se emplean en Centro América. Los procesos de pre-prensa solvente y de prensa hidráulica son los más empleados. En ambos procesos se emplea calor, pero si bien en el primero de ellos la temperatura puede ser controlada, en el segundo no es siempre posible hacerlo con el resultado de que la temperatura sube a niveles que resultan en detrimento de la calidad nutricional de la harina.

El uso de calor es muy importante, ya que el gopiol no es el único factor a considerar en lo que respecta a la calidad nutricional de las harinas de algodón. La cantidad de lisina presente es un factor de mucha importancia, y la cantidad disponible de este aminoácido depende de la temperatura usada en el proceso de extracción del aceite y de la cantidad de gopiol libre presente, ya que dicho pigmento se conjuga con el grupo epsilon amino de la lisina, haciendo al aminoácido no disponible para propósitos de absorción y utilización. El siguiente Cuadro (No. 18) (siguiente transparencia) (25), muestra la correlación que existe entre la eficiencia proteica y el porcentaje de epsilon amino lisina en diferentes harinas de algodón determinada en ratas (gráfica 145-63). El coeficiente de correlación fue de 0.62. Es evidente que a mayor contenido de epsilon amino lisina, mayor eficiencia proteica.

Creo que los resultados presentados anteriormente, demarcan los derroteros a seguir en la explotación de la industria porcina en el área centroamericana. Es evidente que mientras no se cultiven las fuentes de proteína vegetal que, directa o indirectamente, provean los concentrados proteícos adecuados para la formulación de raciones balanceadas para cerdos, la solución más factible consiste en la harina de algodón, producida bajo procesos tecnológicos controlados para obtener un producto de máximo contenido proteíco y mínimo contenido de gósipol libre, suplementada con hidróxido de calcio y sulfato ferroso. Ya los avances genéticos han demostrado su efectividad práctica, al producir variedades de algodón sin gósipol; esto abre nuevas perspectivas para la industria animal en el mundo entero.

CONCLUSIONES

1. El concepto nutricional de proteína involucra no sólo la cantidad de este nutriente, sino que también su calidad. Este último concepto es de más importancia que el de cantidad y está

determinado por la proporción de aminoácidos esenciales contenidos en la proteína y por la digestibilidad de ésta.

2. La relación entre proteína y energía es de suma importancia en la formulación de raciones para cerdos, ya que la densidad calórica de la dieta determina la cantidad de alimento consumido. Este deberá contener, por lo tanto, la cantidad de aminoácidos y otros nutrientes requeridos por el animal.
3. Aunque el área Centroamericana adolece de falta de fuentes calóricas, debe hacerse más experimentación sobre aquellas que, siendo subproductos de la industria de cereales, pueden ser utilizadas para este efecto.
4. Las fuentes proteícas son escasas en el área. La harina de algodón ofrece las mejores posibilidades en la industria porcina siempre y cuando se controle el procesamiento industrial que determina la cantidad de gósipol libre presente, así como la cantidad de lisina disponible.

El Autor observando el progreso de cerditos Handrace sujetos a experimentación, en la Finca Experimental del INCAP, situada en San Antonio Pachalí, Municipio de San Raymundo, Guatemala, C.A.-