

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS ALTOS.

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**RENDIMIENTO CÁRNICO DEL CERDO ALIMENTADO CON HARINA DE
SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS.**

TESIS PRESENTADA POR
ERIKA ALVARADO LOZA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN SISTEMAS PECUARIOS

Director: M. en C. José de Jesús Uribe Gómez.
Asesores: Ph.D. José Rogelio Orozco Hernández.
Ing. José de Jesús Álvarez González

Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Noviembre 2003.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	2
EMPLEO DE LA HARINA DE SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS.	9
HARINA DE AVES DE DESECHO	10
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVOS.....	15
MATERIAL Y MÉTODOS	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
CONCLUSIÓN.....	32
LITERATURA CONSULTADA.....	33

RESUMEN

La constante búsqueda y evaluación de las diferentes fuentes de ingredientes proteicos aporta opciones para la alimentación animal. Existe una renovación constante de la población avícola que genera un producto rico en proteína fuente de los aminoácidos y ácidos grasos esenciales para el monogástrico, como el cerdo en iniciación. El presente experimento fue diseñado para evaluar niveles crecientes del ingrediente en la alimentación de cerdos del destete hasta el peso al mercado. Para ello se emplearon 40 lechones híbridos, los cuales fueron separados en grupos de 5 animales cada uno en corraletas. Se evaluó la inclusión de 0, 2.5, 5 y 7.5% (base MS) de harina de subproducto de ave (**HSA**) en raciones elaboradas a base sorgo-pasta de soya para todas las etapas productivas de los cerdos. El consumo fue monitoreado diariamente la ganancia de peso comparando el peso inicial y final. El peso inicial fue empleado como co-variable para la ganancia diaria de peso. Los parámetros fueron afectados con la inclusión de HSA ($P < 0.05$) en la ración. Por otro lado, disminuyó el rendimiento en canal y el contenido de grasa total ($P < 0.05$), mas no otros cortes de interés comercial. En conclusión, aumentar el nivel de HSA en lechones en la etapa de iniciación disminuye los parámetros productivos.

ABSTRACT

Searching and assessing proteinaceous ingredients to be used in single stomach animals is a constant task. On the other hand, there is a continuous renewal of poultry population which generates a protein source of aminoacids that can be used in pig feeding. The objective of the trial was to assess increasing levels of a poultry by-product meal in practical pig feeding, from weaning to market weight. Forty newly weaned hybrid pigs were separated into 5 animal group to assess the addition of 0, 2.5, 5 y 7.5% (dry matter basis) of a poultry by-product meal (**HSA**) to a sorghum-soybean meal in pigs. The intake was daily measured and the weight gain was calculated using initial and final measurements. The initial weight was used as co-variable for the gain. Most of the production parameters were negatively affected with the addition of HSA ($P < 0.05$). Carcass yield and fat content were reduced ($P < 0.05$), however the yield of mexican style cuts varied differently. In conclusion, increasing the addition of HSA affects negatively some of the production parameters and yield of part in pigs.

INTRODUCCIÓN

Tarea sustantiva de cualquier sistema de producción pecuaria es proveer proteína para la alimentación humana, la cual cada día se incrementa exponencialmente. Además la producción debe tender a disminuir costos y el tiempo de salida al mercado, así como su impacto en el medio ambiente que rodea la explotación.

La situación ha creado la necesidad de optimizar recursos nutricionales tanto tradicionales, como la búsqueda de alternativas de ingredientes que satisfagan los requerimientos y que no representen una competencia directa en la alimentación del ser humano, además de no causar efectos adversos en los parámetros productivos ni en la salud de los animales.

Existen productos generados a nivel agroindustrial como de origen pecuario (desperdicios de rastros y empacadoras de desechos avícolas) y pesqueros, los cuales podrían ser fuentes de energía y proteína para la alimentación de cerdos y aves.

Algunos de estos desechos, a pesar de ser fuente potencial de nutrimentos, representan una contaminación ambiental si se tiran sin tratamiento alguno, tal es el caso de la mortalidad de las aves de desecho y del desperdicio de la industrialización de la carne de pollo. Ambos pueden ser transformados, mejorando su conservación, inocuidad, digestibilidad y biodisponibilidad en la alimentación animal evitando sean fuentes de contaminación.

En la región de Los Altos de Jalisco, la avicultura optimiza sus recursos y genera un subproducto (harina) obtenida de las gallinas de desecho la cual por su naturaleza proteica pudiera ser empleada en la alimentación de otras especies, por ser fuente de aminoácidos esenciales. Sin embargo, la información de su uso es escasa o nula en cerdos en las diferentes etapas productivas.

REVISIÓN DE LITERATURA.

La demanda de alimentos se incrementará, no sólo en el país sino internacionalmente, por lo que se necesitará mejorar la productividad pecuaria, optimizando el uso de todos los recursos con los que cuenta el productor, pero enfatizando en la alimentación animal, evitando desperdicios y buscando fuentes alternas de proteína y energía (30).

Por lo que será tarea sustancial e inherente a los sistemas de producción animal, el producir proteína de alto valor biológico (digestible y biodisponible), para la alimentación del ser humano (39).

Tal es el caso de los sistemas de explotación intensiva de cerdo, en las cuales por el avance acelerado de la genética se busca incrementar la ganancia diaria de peso, meta principal en los sistemas de producción de animales para el abasto, para lo que se requiere de alimento de fácil aprovechamiento (10).

Además la industria porcícola esta avanzando rápidamente en la cantidad de carne producida y tecnología vanguardista, rebasando los niveles de productividad y calidad de los productos, debido a factores tales como financiamiento, mayor grado de competencia de mercado y un sector de investigación aplicada bien enfocada. Los mejoramientos en la genética, construcciones, manejo, nutrición y sanidad son factores que han jugado un papel determinante (28).

Por tanto, los porcicultores mexicanos deberán atender los programas de alimentación del cerdo, puesto que una subalimentación genera pérdidas en la productividad y reducciones en la calidad de la canal que se miden en pesos, aunque la administración excesiva de nutrimentos también podría resultar costosa (3).

Por ello será determinante buscar alternativas de ingredientes que sean fuente de proteína. En este sentido, los porcicultores en los sesentas buscaban reciclar la mortalidad avícola (4, 6), lo cual prevaleció hasta los tiempos contemporáneos y debido a restricciones impuestas con la campaña nacional contra la influenza aviar ha disminuido ésta práctica. Sin embargo, su utilización ha contribuido al sostenimiento de la producción pecuaria mexicana.

A pesar de las agravantes en contra de tal proceso, debido a la incertidumbre en la composición químico proximal de esos productos, además de la falta de homogeneidad de la materia prima (subproductos o desperdicios procesados) y a la sanidad de los mismos (salmonelosis, coliformes, encefalitis espongiforme bovina) siguen siendo proveedoras de ingredientes.

Aunque otros autores como Sallmann *et al.* (31) hacen referencia a la calidad de la grasa contenida en subproductos y el riesgo de su administración sin antioxidantes o exceso en las raciones, debido al incremento en la formación de radicales. Cuarón (4) y Patzelt *et al.* (27) en su revisión de los problemas legales que afectan la utilización de desperdicios de aves obtenidos en rastros en la alimentación animal, reportan que a pesar de la prohibición es posible utilizar estos desperdicios en la alimentación del cerdo si son calentados a 90°C durante 60 minutos con mezclado continuo y/o son procesados en autoclave a una temperatura de 121°C y una presión de 3 bar por 20 minutos.

Conviene recordar que la industria del reciclaje contribuye a mantener limpio el medio ambiente, ya que recicla solo en Estados Unidos cada año aproximadamente 20 millones de toneladas métricas de material perecedero (carne de res, cerdo y pollo) de las industrias alimentaria, restaurantera, de supermercado y carnicería (4, 12, 16, 24).

Además la industria transforma los desperdicios en ingredientes para fabricar productos de uso cotidiano tales como jabones, cosméticos, barnices y suplementos alimenticios como lo son grasas altas en energía y harinas de proteína de alta calidad para la alimentación animal (29).

En México se considera que la utilización de subproductos es prioritaria, ya que la población porcina para el año 1999 era 15'747,833 cabezas a nivel nacional y de que el consumo mensual de estos subproductos de origen animal es de 40,000 toneladas (4, 33).

Por otro lado, al momento de obtener la carne, no todo son filetes, existen además residuos que superan el 50% del peso vivo del animal (denominado rendimiento). Sin embargo, estos residuos tienen una diversidad de características físicas y químicas, cuyo aprovechamiento eficaz, es determinante para la rentabilidad de la producción ganadera (37).

Tales subproductos de la ganadería se deben aprovechar y competir con otras fuentes proteicas de origen vegetal, pero al no utilizarse se pierde un valioso potencial alimentario de estos recursos, que como ya se comentó anteriormente al no ser procesados se convierten en fuentes de contaminación ambiental (24).

Las harinas de subproductos animales presentadas como una fuente de proteína, son el producto obtenido colateralmente como residuo de las industrias empacadoras y procesadoras de carne (pescado, aves, cerdos bovinos, etc.), así como desperdicios de carnicería y fileteado de pescado, los cuales son procesados por la industria de reciclamiento una vez que se desengrasa, sufre la cocción y son deshidratados en desperdicios sólidos de origen animal (6, 8, 11, 16, 20, 21, 23, 28, 37).

Para el procedimiento del reciclaje de las harinas, básicamente se utiliza el proceso en seco, que consiste en deshidratar la materia prima para posteriormente separar la grasa de los sólidos proteicos (23). Cabe mencionar que la materia prima previamente molida se somete a cocimiento de 120°C a 135°C, dejando escurrir la grasa durante una hora, quedando con aproximadamente un 25% de grasa en el residuo sólido. Enseguida se prensa el restante quedando con sólo un 10% de grasa, volviéndose a moler y así obtener la harina de proteína animal (23, 29).

Los productos proteínicos de origen animal son presentados generalmente en forma de harina y en el mercado se puede encontrar los siguientes:

- * Harina de carne y hueso, harina de huesos, harina de carne.
- * Harina de sangre.
- * Harina de pescado, hidrolizado de pescado, hidrolizado ácido de desperdicios de pescadería.
- * Concentrados proteínicos.
- * Harina de subproductos de la avicultura (**HSA**), harina de plumas hidrolizadas.

Estos tipos de harinas son fuentes de proteína, aminoácidos, energía, minerales (calcio y fósforo), ácidos grasos esenciales y otros nutrimentos vitales. Actualmente se está utilizando el concepto “**PROTEÍNA IDEAL**” en donde el balanceo de raciones para los animales se basa en los aminoácidos esenciales, los cuales son requeridos para mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción de cualquier especie (21, 25, 26, 29, 35).

La utilización de harinas de origen animal en las raciones, provee de un concentrado con los aminoácidos de manera económica, siendo un suplemento balanceado de aquellos considerados como esenciales (metionina, metionina + cisteína, lisina, etc...). Las harinas representan un suplemento energético debido al contenido de lípidos, ácidos grasos esenciales, vitaminas y otros nutrimentos vitales (4, 5, 6, 7, 12, 13, 19, 23, 24, 29, 38). Además son fuentes calcio, fósforo y de minerales traza con alta biodisponibilidad.

Por otro lado, las harinas aumentan la ganancia de peso de manera económica, colaborando así a la producción pecuaria al convertir por completo esos materiales considerados desperdicio en productos con valor biológico y utilidad económica (23).

Sin embargo, es determinante considerar que la digestibilidad de los nutrimentos está íntimamente ligada a los procesos que se le den al producto. Por ejemplo, la proteína de la pluma no es biodisponible pero aumenta al ser hidrolizadas con vapor. Así, el cocimiento con vapor de las gallinas de desecho con todo y plumas puede limitar la disponibilidad de proteínas y aminoácidos del producto obtenido (6, 12, 15, 18, 24, 38, 39). Además la energía metabolizable contenida en las harinas y desechos de aves depende principalmente del porcentaje de grasa respectivo, lo cual es una característica que hace variar este tipo de harinas (23, 40).

Las HSA en Estados Unidos de Norteamérica (EUA), es considerada una de las principales fuentes de proteína de calidad para los animales, ya que su industria avícola produce anualmente más de 7 mil millones de pollos, sin contar los desechos que constituyen la gallina de postura al terminar su ciclo productivo (2, 9, 12, 29).

Existen varios tipos de HSA que son las obtenidas de: mortandad, vísceras, resto de carne y huesos, desechos de incubadora y finalmente de plumas (23). Por lo que la calidad de cualquiera de ellas varía en la cantidad y calidad de proteína según el subproducto utilizado, pero también depende de la frescura de la materia prima y de la uniformidad en la recuperación de los productos.

La materia prima empleada para la obtención de HSA de calidad deberá ser limpia, molida y reciclada de los desperdicios de rastro tales como pescuezos, patas, vísceras, huevos no desarrollados o eclosionados, sin tener plumas y estar libre de salmonela, a más de almacenarse en un lugar fresco y seco con etoxiquina como antioxidante.

Esta HSA deberá poseer un análisis químico proximal que aporte un 58 a 62% de proteína; de 12 a 15% de grasa y 18 a 23% de cenizas. Además se le considera fuente de lisina (Lys) y metionina (Met). Dentro de sus características físico - químicas debe de presentar un color dorado a medio marrón y un olor fresco a carne de aves. Cabe mencionar que esta HSA puede sustituir la harina de pescado a nivel proteico en la alimentación de monogástricos. La HSA de calidad ha sido incluida en raciones para pollos y pavos con resultados alentadores sobre la producción.

Además la HSA es utilizada en la alimentación de mascotas, principalmente en gatos por su bajo contenido de minerales, además por el sabor y olor que aporta la ración (7, 23, 24, 29). Ello sugiere que en otras especies monogástricas pudiera ser empleada como fuente de proteína y nutrimentos esenciales cuando la demanda es elevada, sobre todo para garantizar la producción.

Otro subproducto es la harina de plumas, la cual se obtiene de la hidrólisis de las plumas limpias y frescas de aves recién sacrificadas. Se utiliza presión y calor, obteniéndose un producto rico en cistina, con un 68 a 93% de digestibilidad de acuerdo a la temperatura de hidrólisis empleada (23).

Por otro lado, si junto con las plumas se procesan patas y cabezas variarán los niveles de proteína y grasa. La harina pura deberá contener mínimo 80% de proteína y 3 a 5% de grasa total. Deberá ser de color marrón dorado ligero si se usan plumas claras, marrón oscuro o negro si se utilizan plumas oscuras, el olor debe denotar frescura (7).

Kherrati *et al.* (16) buscando reciclar desperdicios y subproductos de rastros de aves mediante fermentación, encontraron que mezclándolos con 15% de melaza, inoculados con *Lactobacillus plantarum* e incubar a 22 – 24°C durante 10 a 15 días disminuyeron las bacterias Gram negativas, *Clostridium*, así como *Salmonella spp.*, y el producto tuvo un nivel elevado de grasa y proteína.

Por otro lado, Medan y Basso (20) ensilaron vísceras, cabezas y patas de aves, moliéndolas y tratándolas con HCl al 2% (o pH = 2) a la temperatura del cuarto por 21 días, observaron una conservación adecuada de ellas. Lo anterior indica que los ensilados fueron potencialmente fuentes económicas de alimento para los animales.

En otro experimento llevado a cabo por Lallo *et al.* (17) ensilando desperdicios de aves (patas, plumas y cabezas) con la adición de melaza + un inóculo (*Streptococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus acidophilus*) sustituyendo en 100, 200 y 300 g/ kg de materia seca de la ración de cerdos castrados, no encontraron efecto en el consumo, ganancia diaria de peso o en la conversión, rendimiento en canal y cortes finos, concluyeron que el ensilado puede sustituir arriba de 300 g/kg de la ración en crecimiento y finalización sin afectar el crecimiento sano y la salud de los cerdos.

EMPLEO DE LA HARINA DE SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS

PAVOS. Boiling y Firman (2) al sustituir 40, 30 o 20% pasta de soya con HSA encontraron que en las raciones de pavos de 0 a 4 semanas de edad no hubo diferencias en el desarrollo posterior a las 18 semanas de edad.

PECES. Steffens *et al.* (35) en su evaluación de HSA con o sin plumas, determinando su composición química y comparada con harina de pescado, sustituyéndola en 27 y 54% y probada en la trucha arcoiris, concluyeron que la ración con 27% que incluía plumas hidrolizadas obtuvo un crecimiento adecuado, mientras la sustitución completa de la harina de pescado (54%) disminuyó el parámetro.

POLLOS o BROILERS. Douglas *et al.* (6) evaluando la eficacia proteica (PER) y la proporción neta de proteína de las harinas de carne y hueso, harinas de subproductos avícolas, harinas de borrego con diferentes temperaturas de preparación, utilizando pollos encontraron que el PER con la HSA fue generalmente similar al de harina de borrego o de carne y hueso. En general los resultados indicaron que la relación neta existente entre la proteína y la PER fueron afectados de alguna manera por la materia prima y la temperatura del proceso al cual fue sometido el mismo ingrediente antes de ser ofrecido al animal, los que sí afectaron al PER y NPR de la harina de carne y hueso.

CERDOS. Como ya fue anotado por Lallo *et al.* (17) el ensilado de los subproductos de pollo a base de melaza y bacterias fermentadoras productoras de ácido láctico pueden ser empleados en la ración de cerdos en crecimiento y finalización sin afectar el crecimiento de éstos.

Hindle *et al.* (11) determinaron la digestibilidad y valor nutritivo de varios subproductos en cerdos y observaron que los desperdicios en húmedo de aves de rastros pueden ser suplementos de nutrimentos en las raciones. Sin embargo, los autores reportan que la calidad nutritiva puede variar entre lotes de ingredientes, debiendo ser examinados cuidadosamente antes de ser utilizados.

De igual manera, Basso *et al.* (1) utilizando vísceras frescas de pollo de engorda en las raciones de crecimiento y finalización de cerdos, no encontraron diferencia en la ganancia de peso con los del tratamiento control en la etapa de crecimiento, caso contrario en la etapa de engorda, donde el grupo control obtuvo más ganancias de peso.

Los resultados de la mayoría de los estudios anteriores son alentadores hacia el uso de los subproductos de sacrificio de las aves en la misma especie, como fuente de energía y de proteína.

HARINA DE AVES DE DESECHO.

La utilización de gallinas de postura que ya han cumplido su ciclo productivo siempre ha representado un reto para la industria del huevo. Recientes acercamientos a la conveniencia de procesar este tipo de aves ha creado la necesidad de alternar esta harina. El uso de los subproductos de la avicultura no es nuevo, pero representa una de las fuentes disponibles de proteína en la industria productora de huevo. Se ha utilizado la harina de gallina en raciones de iniciación con resultados satisfactorios (9).

Sin embargo, en la mayoría de las pruebas alimenticias, con las harinas de ave de desecho han sido orientadas hacia la experimentación con pollo de engorda y pocos reportes sobre la alimentación de las mismas aves.

Cabe señalar que en México para el año 2001 se produjeron 229,238 toneladas de canal de pollo y gallina de desecho, ocupando Jalisco el primer lugar en porcentaje (respecto al total nacional), el cual si no es procesado podría convertirse en un problema con dos vertientes (30, 33). La primera es de espacio para almacenamiento y la otra, más grave, será la contaminación ambiental.

Como anteriormente se mencionó desde los años sesentas los desechos se daban crudos a los cerdos, por lo que ha sido primordial buscar alternativas de conservación y utilización no sólo de ellos sino evitar la transmisión de enfermedades (30, 33).

Con relación a las harinas de gallina de desecho, Douglas *et al.* (6) evaluaron 3 harinas de gallina de desecho y adicionándolas como fuente única de proteína en las raciones de pollos encontraron que las tres tuvieron una disminución en el crecimiento cuando sustituían 15% la harina constituida por maíz y harina de soya de la ración, concluyendo que las harinas de aves de desecho tienen un sustancial valor de ésta pero que la calidad nutricional puede variar grandemente entre muestras.

Kersey *et al.* (14) determinaron la composición de la harina de gallina de desecho y encontraron que la composición varió considerablemente en el contenido de nutrimentos, incluyendo a los aminoácidos, pero cuando se consideró sólo la proteína, la variación fue menor. De igual manera varió la digestibilidad de los aminoácidos en 0.20 y 0.002% de pepsina.

Por lo mismo otros autores como Vandepopuliere (38) cuestionan el valor nutricional de las harinas de gallina de desecho y su utilización en raciones de iniciación para pollos. Tal vez esta variación dependa como ya fue acotado por el tipo de proceso. Lyons *et al.* (18) determinaron que al procesar la gallina de desecho mediante un extrusor, la contaminación por patógenos de importancia en salud pública disminuía considerablemente.

Los autores reportan que se obtiene un producto inocuo con nutrimentos proteicos y energéticos que cuando son suministrados en las raciones ofrecidas al pollo de engorda en niveles de 3 – 9% mejoran la conversión y el crecimiento. Por su composición químico proximal, la harina de desecho de ave se deberá considerar dentro de las alternativas de ingredientes fuentes de proteína de valor biológico aceptable.

Así mismo, en gallinas alimentadas con el subproducto, no se encontró problema alguno en la producción, peso, o gravedad específica del huevo, ni en el peso corporal; encontrando además que la inclusión del 15% mantuvo la producción en el segundo ciclo (9, 40). Concluyendo que la harina de gallinas de desecho puede ser utilizada en la ración de gallinas de segundo ciclo con efectos mínimos en la palatabilidad y la disponibilidad de los nutrimentos.

Christmas *et al.* (5), incluyendo harinas de aves de desecho en raciones de pollo de engorda determinaron que la inclusión del 12% incrementaba la ganancia de peso comparado con las del testigo, concluyendo que el uso de la harina como fuente de proteína en raciones de pollo de engorda representaba una opción proteínica.

Las materia primas que actualmente son utilizadas en la alimentación de los cerdos presentan características variables. Por lo tanto, se pretende evaluar un insumo alternativo como fuente de proteína y energía en la alimentación de los animales explotados en confinamiento, como son los porcinos. De los anteriores existe poca información publicada (1, 4, 11, 17, 21, 34, 36) en revistas científicas respecto a su efecto de niveles crecientes de la HSA sobre los parámetros productivos por etapa de crecimiento y su relación con el rendimiento de canal y cortes en nuestro medio.

HIPÓTESIS.

La harina de subproductos avícolas por ser fuente de proteína, afecta positivamente el desarrollo del cerdo en sus diferentes etapas productivas.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el efecto del uso de harina de subproductos avícolas en la producción del cerdo para abasto.

PARTICULARES

- Determinar el comportamiento productivo de cerdos en las diferentes etapas de crecimiento, como respuesta a la adición de harina de subproducto avícola.
- Evaluar el efecto de la adición de harina de subproductos avícolas en rendimiento en canal y cortes de cerdos de abasto.

MATERIAL Y MÉTODOS.

La prueba se llevó a cabo en el Rancho Zacamecate, ubicado en el municipio de Tepatitlán, Jalisco, localizado en: latitud 20°49', longitud 102°46' y altitud 1795 msnm, con una temperatura media anual de 18-20°C, máxima de 26-30°C, mínima menor de 10°C, horas frío durante los meses de noviembre -febrero de 200 a 400 y una precipitación anual de 800-1200 mm al 70% de probabilidad.

El experimento fue dividido en tres etapas productivas (iniciación, desarrollo y engorda) del lechón para facilitar su análisis. En la primera etapa se contó con una caseta techada con cuatro jaulas elevadas de 2.5 m ancho por 4 m de largo. Las jaulas se dividieron en espacio suficiente para garantizar 0.4 m²/ lechón, se contó con 2 repeticiones (división) con diferente porcentaje de inclusión de la harina de subproductos de aves (Cuadro 1) y número similar para el tratamiento empleado como testigo; se contó con comederos de lamina tipo holandés, báscula de reloj y de plancha, bebederos automáticos, molino y revolvedora vertical de una tonelada de capacidad.

Los lechones que fueron empleados en esta prueba fueron desparasitados (ivermectina inyectable; Laboratorio Merck Sharp Dome) y vacunados (Triplebac^{MC}; Laboratorio Farmatec). Los animales fueron cruza, de las razas Landrace, Hampshire, Duroc. Los tratamientos a evaluar fueron la inclusión de harina de subproducto avícola (**HSA**) a niveles de 0, 2.5, 5 y 7.5% (base MS) en una ración a base de sorgo molido – pasta de soya (Cuadro 2). Lo anterior obedeciendo los requerimientos marcados para la etapa evaluada (Cuadro 3, 4).

La ración de base fue modificada para adecuarse a las necesidades del cerdo (22) según la etapa productiva a evaluar, empleando sorgo-pasta de soya siempre como ingredientes.

Cuadro 1. Composición química del harina de subproductos avícolas.

	rango	mínimo	máximo
humedad, %	7	1	10
grasa total, %	25	20	30
proteína cruda, %	55	50	60
cenizas, %	8	1	10
calcio, %	4	1	5
fósforo, %	1.5	1	2
peróxidos, meq/kg	6	4	8
digestibilidad pepsina, %	75	70	90

Cuadro 2. Raciones experimentales empleadas en iniciación.

Ingrediente	0	2.5	5	7.5
Sorgo, 8%	622.1	639.1	651.5	670.7
Soya integral, 36%	208.5	173.0	146.0	110.0
Pasta soya, 46%	127.0	121.0	107.0	98.0
Ortofosfato, 21	15.0	15.0	16.0	16.0
HSA*	0	25.0	50.0	75.0
Carbonato de calcio	10.0	9.0	11.0	11.0
Sal	3.9	3.9	3.8	3.8
Premezcla mineral/vit.	10.0	10.0	10.0	10.0
L-Lisina	1.7	2.2	2.2	2.2
DL-Metionina	1.2	1.1	1.1	1.0
L-Treonina	0.6	0.7	0.6	0.9
Triptosine	0	0	0.6	1.4

*Harina de subproductos avícolas.

Cuadro 3. Raciones experimentales empleadas en desarrollo.

	0	2.5	5	7.5
Sorgo	694.6	687.9	702.4	720.6
Soya integral, 36%	150	141	113	76
Pasta de soya, 46%	116	107	93	85
HSA*	0	25	50	75
Ortofosfato, 21	13.5	13	13	14
Calcio, 38%	10	10	12	12
Premezcla mineral/vit.	10	10	10	10
Sal refinada	3.8	3.8	3.7	3.6
L-Lisina	1.0	1.1	1.2	1.2
DL-Metionina	0.7	0.7	0.6	0.7
L-Treonina	0.4	0.5	0.6	0.5
Triptosine	0	0	0.5	1.4

*Harina de subproductos avícolas.

Cuadro 4. Raciones experimentales empleadas en finalización.

	0	2.5	5	7.5
Sorgo	750.7	740.6	749	766.1
Soya int., 36%	65	55	35	0
P. Soya, 46%	150	144	124	116
HSA*	0	25	50	75
Ortofosfato, 21	12	13	14	14
Calcio, 38%	7	7	12	12
Premezcla mineral/vit.	10	10	10	10
Sal refinada	3.8	3.8	3.7	3.9
L-Lisina	0.8	0.9	1.1	1
DL-Metionina	0.4	0.4	0.3	0.2
L-Treonina	0.3	0.3	0.4	0.5
Triptosine	0	0	0.5	1.3

*Harina de subproductos avícolas.

Durante la segunda y tercera etapa de crecimiento los animales fueron alojados en piso. Los parámetros que se midieron al final del periodo correspondiente y al experimento fueron: consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia diaria de peso (**GDP**; kg/día). El peso inicial en cada etapa productiva sirvió como covariable de la GDP.

Además al final de la tercera etapa los animales fueron sacrificados en un rastro TIF y se obtuvieron los parámetros de calidad de canal y cortes comerciales. Los parámetros antes mencionados fueron analizados estadísticamente como un experimento completamente aleatorizado (32) estableciendo un alfa de 0.05 para declarar diferencias y cuando éstas existieron los tratamientos se separaron por medio del método de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El consumo de alimento subió ligeramente en la etapa de destete ($P < 0.05$; Cuadro 5) sin mantener su incremento, posiblemente una observación furtiva. Sin embargo, en niveles superiores del 2.5% de HSA en la ración mostró un decremento hasta de 70 gramos por día en ésta fase productiva. Al determinar la relación entre el nivel de inclusión de HSA en la ración y el consumo, ésta fue baja ($r^2 = 0.029$), lo que descarta una posible dependencia del parámetro ($P < 0.05$) antes mencionado con los tratamientos.

Por otro lado, el descenso del consumo de alimento fue de aproximadamente un kilogramo, cuando se comparó el nivel de 7.5% de HSA contra el testigo ($P < 0.05$), en la segunda etapa del experimento. La reducción tendió a ser menor 750 gramos en la etapa de finalización con el mismo comparativo ($P < 0.05$). En lo general, se observó un detrimento en el consumo de alimento cuando se empleaba la HSA en la ración, independientemente del nivel empleado y de la etapa productiva del animal. Las observaciones reportadas anteriormente obedecen a los extremos de la ecuación donde se puede ver una disminución de proporción variable según la etapa productiva del animal.

Lo anterior puede haber obedecido a la posible presencia de elementos anti-nutricionales en la HSA que limitaron o inhibieron parcialmente el consumo voluntario del animal, como puede ser el caso de las aminas biogénicas de posible origen en la desnaturalización de la proteína durante la obtención de la HSA e inclusive de materia prima empleada ya en estado de descomposición.

Cuadro 5. Variaciones de los parámetros productivos de los porcinos con la inclusión (% de MS) de harina de subproductos avícolas.

	Porcentaje de inclusión			
	0	2.5	5	7.5
Etapa productiva				
Destete				
Consumo de alimento	1.292a	1.376b	1.255ac	1.228c
Ganancia diaria de peso	0.627ab	0.634b	0.586ac	0.575c
Conversión	2.073a	2.174b	2.180b	2.234c
Desarrollo				
Consumo de alimento	2.711a	2.282b	2.151b	1.719c
Ganancia diaria de peso	1.069a	0.889b	0.889b	0.579c
Conversión	2.535a	2.653a	2.417a	3.013b
Finalización				
Consumo de alimento	3.657a	3.224b	3.163b	2.897c
Ganancia diaria de peso	0.858a	0.876b	0.868c	0.850a
Conversión	4.231a	3.719b	3.686b	3.446b

a-c. Valor con literal disímil difiere estadísticamente ($P < 0.05$) con los otros tratamientos.

Por otro lado, la GDP presentó un promedio de 600 g/día en destete, con tendencia a disminuir a medida que el HSA aumentaba en la ración ($P < 0.05$; Cuadro 5), observándose una diferencia de 8% menos en el caso de 7.5% y el testigo. El modelo lineal calculado mostró poca relación del nivel de inclusión con el parámetro ($r^2 = 0.069$). La anterior respuesta pudiera ser producto de la falta de gustocidad del HSA lo que se reflejó en el consumo y su efecto en la GDP. Decidiéndose *a priori* no emplear saborizantes en todos los tratamiento para evaluar el producto.

Durante la etapa de desarrollo se observó una disminución de aproximadamente 100 gramos con 2.5 y 5% de HSA en la ración ($P < 0.05$), sin embargo, la disminución llegó a ser de hasta 500 gramos, posiblemente reflejando en parte la falta de consumo generada por la inclusión de HSA en la ración del cerdo. De igual manera al tratar de relacionar la GDP con el nivel de inclusión de HSA el efecto observado fue ligeramente negativo ($r^2 = 0.5976$; CV = 15.77%).

En la fase de finalización la diferencia entre los tratamientos resulto ser menor a la esperada, lo que sugiere un posible proceso de compensación en el consumo *per capita*, lo que puede haber generado las diferencias tan mínimas en la GDP observadas en esta etapa. Sin embargo, las diferencias denotan una discrepancia estadística entre ellas ($P < 0.05$; Cuadro 5).

Las observaciones en el consumo de alimento, así como en la GDP en todas las etapas productivas evaluadas en el presente experimento conllevan a encontrar una mejora en la conversión alimenticia a favor del nivel 7.5% de HSA en la ración del animal ($P < 0.05$; Cuadro 5).

Sin embargo, esto provocaría un aumento en la cantidad de días necesarios para llegar a obtener animales con el peso necesario para su mercadeo, ya que empleando la HSA se aumentaría el número de días, independientemente del nivel empleado cuando se toma en cuenta la GDP.

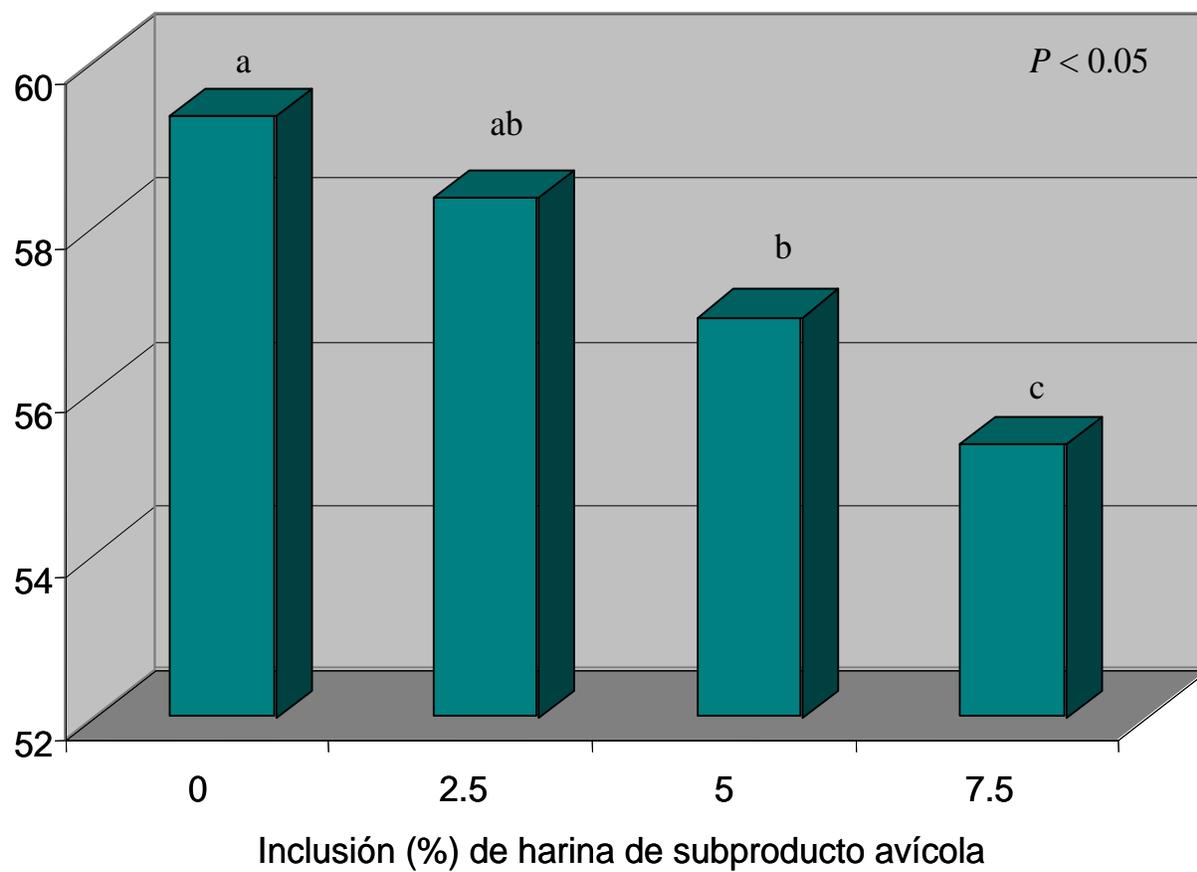
Por otro lado el rendimiento en canal promedió 57.48% observándose a medida que se incrementaba el nivel de inclusión de HSA un detrimento en el parámetro ($P < 0.05$; Gráfica 1). Lo anterior puede ser asociado con la calidad genética de la pira de la cual fueron obtenidos los animales, sin embargo, de nueva cuenta el efecto negativo del uso de la HSA se hizo patente.

La producción de jamón de pierna promedió 13.6 kilogramos por animal, encontrándose un aumento del mismo con el 2.5% de HSA en la ración (14.5 kg), para posteriormente descender ($P < 0.05$; Cuadro 6) hasta los 12.95 con el nivel de 7.5% de inclusión del ingrediente en el alimento. Mismo comportamiento de producción se encontró en el entrecot con la adición de HSA ($P < 0.05$; Gráfica 2).

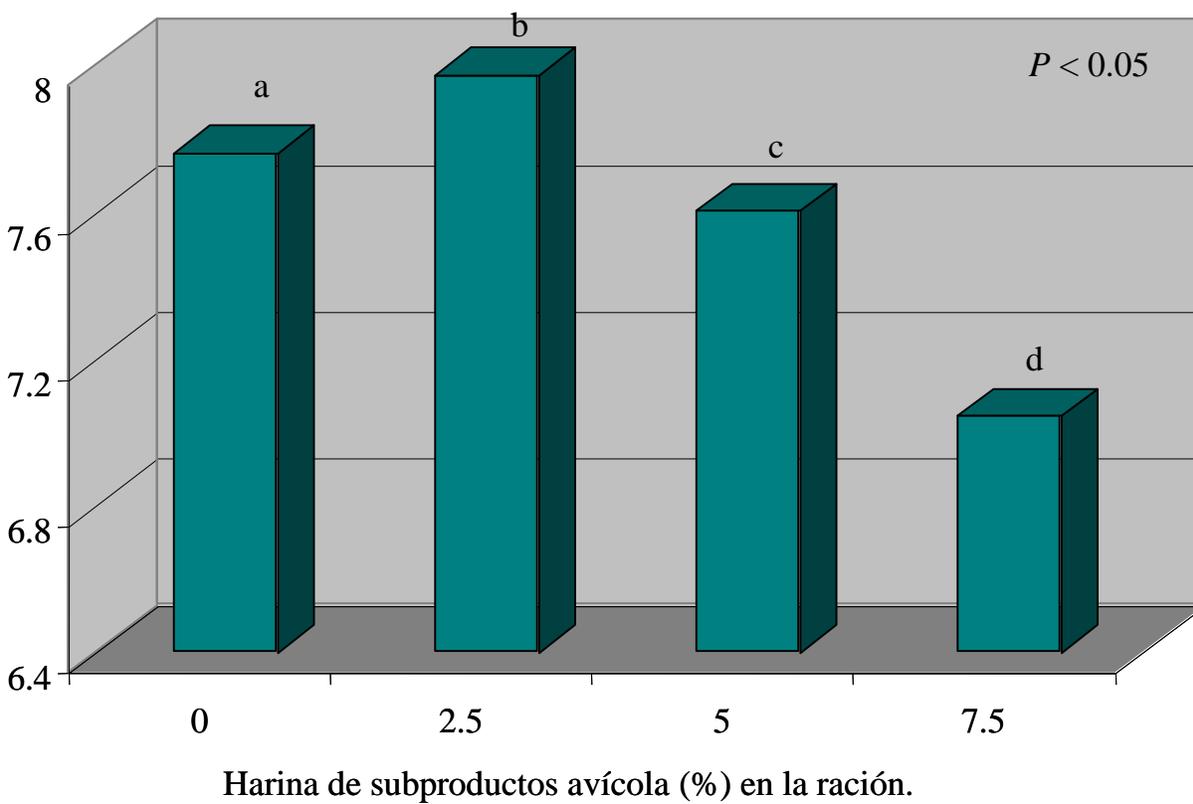
Sin embargo, la producción (kg) de espalda aumentó con la inclusión de la HSA presentándose en el nivel 2.5% la cantidad más elevada ($P < 0.05$; Cuadro 6). Pero posteriormente disminuyó a cantidades por encima del tratamiento empleado como testigo. La producción de patas fue similar entre los tres primeros niveles de inclusión de la harina de subproductos avícolas a la ración del cerdo, mas con el 7.5% ésta se redujo a 1.37 kg por animal ($P < 0.05$).

Por otro lado, la cantidad de lonja disminuyó ($P < 0.05$; Cuadro 6) con el aumento de la inclusión de la HSA a la ración. Además el tocino mostró un comportamiento cuadrático disminuyendo con el 2.5 y 5% de HSA para posteriormente aumentar con 7.5%. La papada mantuvo niveles similares entre los dos primeros tratamientos y con el 7.5% disminuyó drásticamente ($P < 0.05$).

Gráfica 1. Rendimiento en canal (%) con HSA en la ración del cerdo.



Gráfica 2. Producción de entrecot (kg) en cerdos.



Cuadro 6. Variaciones de los cortes útiles (kg) de los porcinos con la inclusión de harina de subproductos avícolas.

	Porcentaje de inclusión			
	0	2.5	5	7.5
Pierna	13.59a	14.49b	13.34c	12.95d
Espalda	6.38a	9.74b	9.46c	9.00d
Manos	1.53a	1.54a	1.52a	1.37b
Lonja total	2.15a	1.75b	1.10c	0.83d
Retazo	1.40a	1.53b	0.88c	1.95d
Tocino	8.09a	7.35b	7.03c	9.25d
Papada	2.66a	2.56b	2.46c	0.76d
Cuero	2.81a	2.61a	1.09b	2.53a
Costilla	2.72a	2.77a	2.04 b	2.46c
Cabeza del lomo	3.02a	3.02a	2.72b	1.54c
Retazo	1.39a	1.53b	0.88c	1.95d
Punta y cola	1.93a	1.82b	2.07c	2.45d

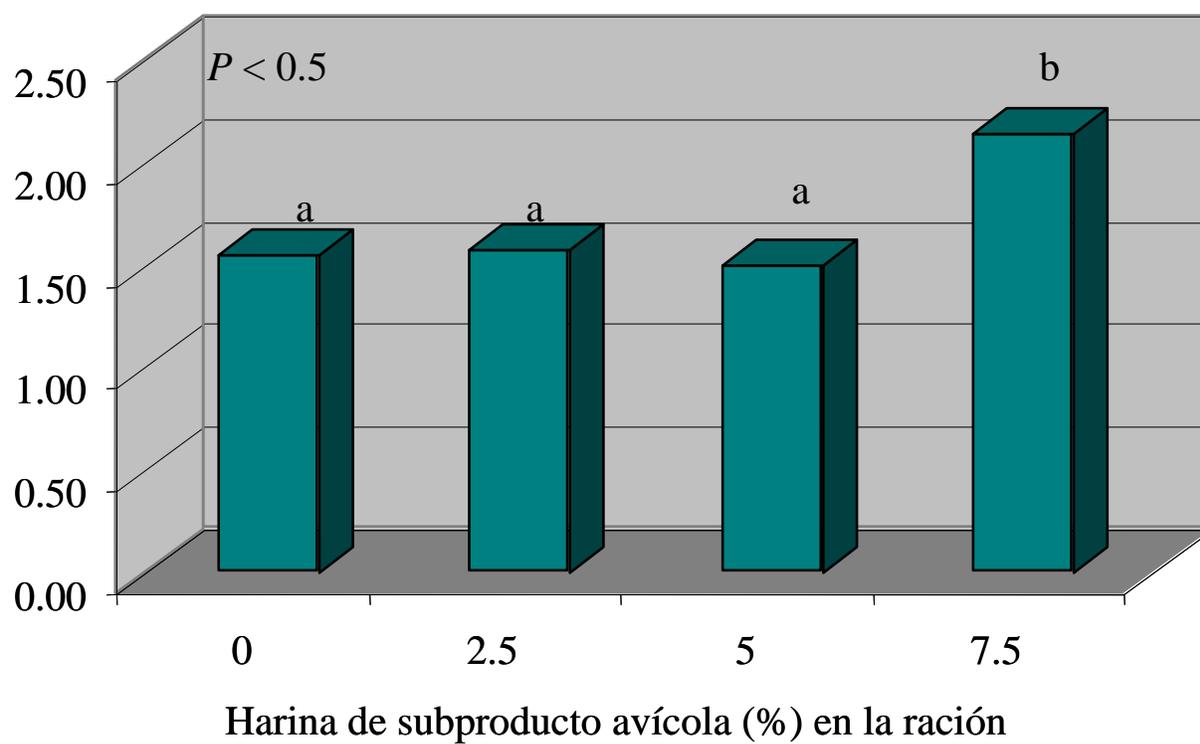
a-d. Valor con literal disímil difiere estadísticamente ($P < 0.05$) con los otros tratamientos.

De igual manera la producción de cuero presentó variaciones ($P < 0.05$; Cuadro 6) respecto al nivel de inclusión de HSA en la ración, obteniéndose una mayor cantidad con el tratamiento testigo. El rendimiento en costilla aumentó ligeramente con el 2.5% ($P < 0.05$), pero en lo general se mantuvo por debajo del tratamiento testigo.

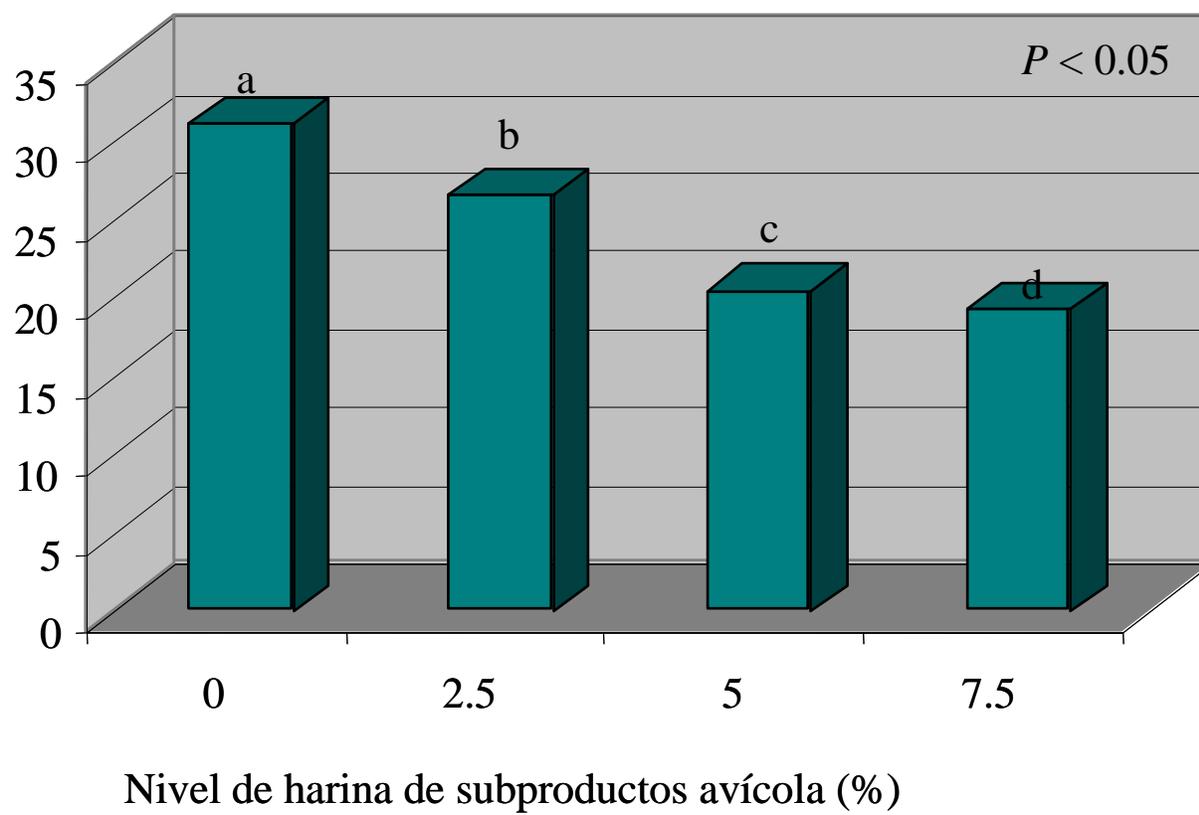
La producción de cabeza del lomo fue similar entre el testigo y el 2.5%, posteriormente disminuyó un 49% con la inclusión de 7.5% de HSA ($P < 0.05$). La producción de retazos durante la obtención de los cortes aumento en los niveles 2.5 y 7.5, pero fue inferior en el 5% de HSA ($P < 0.05$; Cuadro 6) respecto al tratamiento testigo. La punta y cola presentaron valores similares entre los tratamientos ($P < 0.05$), sin embargo aumentó un 22% con el nivel 7.5% de inclusión de HSA en la ración de los animales empleados.

La cantidad de chamorro obtenido en los animales experimentales fue similar entre los primeros tres tratamientos, pero fue netamente más alto con el nivel de inclusión de 7.5% de harina de subproductos avícolas a la ración ($P < 0.05$; Gráfica 3). Curiosamente la inclusión de HSA a la ración disminuyó paulatinamente la cantidad de grasa que poseía el animal ($P < 0.05$; Gráfica 4).

Gráfica 3. Producción de chamorro (kg) en cerdos.



Gráfica 4. Contenido de grasa (%) en los cerdos.



CONCLUSIÓN.

El aumento de la inclusión de la harina de subproductos avícolas a la ración de cerdos en las diferentes etapas de producción, afecta negativamente los parámetros productivos.

LITERATURA CONSULTADA.

1. Basso, L.R., Basso C.P., Vieites C.M. y A. de Caro. 1995. Fresh poultry offals in rations of growing and finishing pigs. *Ciencia e Investigación Agraria*. 22:40-43.
2. Boiling, S.D. y J.D. Firman. 1997. Rendered by products as soybean replacement in turkey rations. *J. Appl. Poult. Res.* 6:210-215.
3. Bustos, F.J.M. 2000. Estrategias de alimentación de lechones. *Los porcicultores y su entorno*. 7:18 – 28.
4. Cuarón I.A.J. 1999. Subproductos de origen animal en alimentos para cerdos, la experiencia mexicana. *Reciclaje de subproductos animales estadounidenses*. Natl. Renderers Association, Inc. Pág. 1-10.
5. Christmas, B.L., C. Damnon y M.D. Ouart. 1998. The performance of commercial broilers when fed various levels of rendered whole-hen meal. *Poult. Sci.* 75: 536-539.
6. Douglas M.W., Johnson M.L. y C.M. Parsons. 1997. Evaluation of protein and energy quality of rendered spent hen meal. *Poult. Sci.* 76 (10):1387-1391.
7. Douglas, M.W. y C.M. Parson. 1999. Dietary formulation with rendered spent hen meals on total amino acids *versus* a digestible amino acid basis. *Poult. Sci.* 78: 556-560.
8. Duarte, V.F., Magaña, C.A. y G.F. Rodríguez. 1990. Utilización de heces en la alimentación animal. Caracterización químico-nutricional de heces de bovinos y porcinos. *Téc. Pec. Méx.* 28:124-130.

9. Fritts, C.A., J.A. Kersey y P.W. Waldroup. 2001. Utilization of spent hen meal in diets for laying hens. *J. Anim. Sci.* 79 (Suppl.1):326.
10. Hess, J.B., J.P. Blake, R.A. Norton, K.M. Downs, A. Kalinowski y A. Corzo. 2001. Dehydrated poultry meal as a replacement for soybean meal in broiler diets. *J. Anim. Sci.* 79 (Suppl.1): 325.
11. Hindle, V.A., Smits B., Steg A., Flachowsky G., y J. Kamphues. 1996. Digestibility and nutritive value of several wet by-products for ruminants and pigs. *Landbauforschung Volkendrode Sonderheft.* 169:115-118.
12. Hunton, P. 1999. Cycling spent hens for feed. *Feed mix.* 7 (4):29-32.
13. Johnson, M.L. y C.M. Parson. 1997. Effects of raw material source, ash content, and assay length on protein efficiency ratio and net protein ratio values for animal protein animals. *Poult. Sci.* 76:1722 – 1727.
14. Kersey, J.H. y P.W. Waldroup. 1998. Utilization of spent hen meal in diets for broiler chickens. *Poult. Sci.* 77 (9):1377-1387.
15. Kersey, J.H., Parson C.M., Dale N.M., Marr J.E. y P.W. Waldroup. 1997. Nutrient composition of spent hen meal produced by rendering. *J. Appl. Poult. Res.* 6:319-324.
16. Kherrati, B., Faid M., Elyachiouti M. y A. Wahmane. 1998. Process for recycling slaughterhouses wastes and by-products by fermentation. *Bioresource Technol.* 63:75 – 779.
17. Lallo, C.H.O., Rajkumar S., Donawa A.A., Fado G. y R. Sing. 1997. The ensiling of poultry offal with sugarcane molasses and *Lactobacillus* culture for feeding to growing/finishing pigs under tropical conditions. *Anim. Feed Sci. Technol.* 67:213 – 222.

18. Lyons, J.J. y J.M. Vandepopuliere. 1996. Spent Leghorn hens converted into a feedstuff. *J. Appl. Poult. Res.* 5:18-25.
19. Martínez, C., E. Avila G., M.T. Kidd, J.L. y V. Lapparra. 1998. Avances en investigación sobre aminoácidos sintéticos en dietas para aves en México. Ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos X aniversario. Fermex, S.A. Guadalajara, Jal. Méx.
20. Medan, F. y L.R. Basso. 1995. Preservation of slaughterhouse byproducts for animal feeding. *Rev. Fac. Agronomía. Univ. de Buenos Aires.* 14:279 – 284.
21. Mustafa, A. F., Qiao, S. Y., Thacker, P. A., McKinnon, J. J. y D.A. Christensen. 2000. Nutritional value of extruded spent hen soybean meal blend for pigs and ruminants. *J. Sci. Food Agric.* 80:1648-1654.
22. National Research Council. 1998. Nutrient requirements of swine. 10th. Edition. National Academy Press. Washington, DC. USA.
23. National renderers assoc. 1993. Pocket information manual a buyer's guide to rendered products. National Renderers Assoc. Inc. United States of America. Pág. 31-47.
24. Ockerman, H.W. y C.L. Hansen. 1994. Industrialización de subproductos de origen animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. Pág. 143-145.
25. Orozco-Hernández, J.R., H. Verdín-Sánchez, J.J. Taylor, y A. Taylor. 1999. Nutrición animal. CUALTOS-Universidad de Guadalajara. Pág. 45.
26. Patience, J.F., R.T. Zijlstra y M.L. Losrchy. 1998. Los retos del logro de mayor precisión en los programas de alimentación de cerdos. Pairie Swine Centre, Inc. Saskatoon, Saskatchewan Canada. Bulletin.

27. Patzelt, T., Flachowsky G. y J. Kamphues. 1996. Legal problems in the utilization of food wastes for animal feeding. *Landbauforschung – Volkenrode, Sonderheft.* 169:47 – 51.
28. Reyes, V.W.P. 1994. Utilización de la pulpa de cítricos y desperdicio de pescaderías en la alimentación de cerdos de engorda. Tesis de Maestría. Centro Universitario de Cs. Biol. Agropec. Universidad de Guadalajara
29. Ruíz, B. 1999. Reciclaje de subproductos animales estadounidenses. *Natl. Renderers Association, Inc. (NRA). Bulletin.* Págs. 1-13.
30. SAGARPA 2002 Volumen de la producción pecuaria según productos. 2001. Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera en México. Boletín.
31. Sallmann, H.P., Fuhrmann H., Flachowosky G. y J. Kamphues. 1996. Fat quality of fat-containing byproducts. *Landbauforschung Volkendrode Sonderheft.* 169:334 – 342.
32. SAS®. 1985. User's guide; Statistics. Version 5. SAS Institute Inc. Cary, NC., USA.
33. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2001. Avance Mensual de la Producción pecuaria (por año y por especie) en toneladas. SAGARPA..
34. Shelton, J.L., M.D. Hemann, R.M. Strode, G.L. Brashear, M. Ellis, F.K. McKeith, T.D. Bidner, y L.L. Southern. 2001. Effect of different protein source on growth and carcass traits in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 79:2428-2435.

35. Steffens, W., Flachowsky G. y J. Kamphues. 1996. Suitability of poultry byproduct meal as an ingredient of fish feed. Landbauforschung Volkendrode Sonderheft. 169:358 – 366.
36. Tibbetts, G.W., R.W. Seerley, y H.C. McCampbell. 1987. Poultry offal ensiled with *Lactobacillus acidophilus* for growing and finishing swine diets. J. Anim. Sci. 64:182-190.
37. Uribe, G.J.J. 2000. Parámetros productivos del borrego Pelibuey alimentado con diferentes niveles de hidrolizado de pescado. Tesis de Maestría. Centro Universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara.
38. Vandepopuliere, J. 1997. Spent hen meal has a nutritional value. Poult. Digest. 56:24-25.
39. Wang, X. y C.M. Parson. 1998. Order of amino acid limitation in poultry by-product meal. Br. Poult. Sci. 39:113 – 116.
40. Williams, S.K. y B.L. Damron. 1999. Sensory and fatty acid profile of eggs from commercial hens fed rendered spent hen meal. Poult. Sci. 78 (4):614-617.