

(kg/6sem)

Ganancia
 Peso(kg/6 sem) 1.44±0.05^{ab} 0.80±0.12^c 1.41±0.18^{ab} 1.28±0.09^{ab}

Eficienc.
 Alimentic. 2.03±0.09^a 2.30±0.13^{bc} 2.07±0.12^{ab} 2.17±0.10^{ab}

AT = Acido Tánico

Cuadro 6. Ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimentaria de cerdos alimentados con raciones conteniendo pulpa de café fermentada y sin fermentar*

Parámetro	Ración control	Raciones con pulpa (20%)	
		fermentada	Sin fermentar
Consumo de alimento (kg/8 sem)	78.56±9.20**	86.77±8.60	76.36±7.50
Ganancia de peso (kg/8 sem)	37.33±3.37 ^a	32.67±1.89 ^a	26.92±4.48 ^b
Eficienc. Alimentic.	2.11±0.26 ^a	2.66±0.26 ^b	2.88±0.35 ^b

VIABILIDAD EN PRODUCCION DE PULPA DE CAFE FERMENTADA CON *Aspergillus niger* Y CARACTERISTICAS EN NEGROPSIA DE POLLOS Y CERDOS ALIMENTADOS CON LA PULPA FERMENTADA.

Mario R. Molina*, Otto Raul Lechuga* y Ricardo Bressani*

INTRODUCCION

La pulpa de café constituye el subproducto más abundante obtenido durante el beneficio del grano. En centroamerica se produce una cantidad estimada de 1.2 millones de toneladas por año de pulpa de café,

* Evaluado en 6 cerdos Landras, peso inicial promedio 17.5 kg Consumo y ganancia de peso fueron estimados semanalmente e individualmente; ** Desviación estándar del promedio. Letras diferentes indican diferencia estadísticamente significativa (P<0.05).

* Científico, División Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP, Apartado Postal 118, Guatemala City, Guatemala, C.A.

material que es generalmente descartado a las fuentes naturales de agua (ríos, lagos o similares) causando su polución. Este daño ecológico se ha evidenciado con un aumento en la demanda de oxígeno de las aguas así contaminadas. Así también, es indudable que tal contaminación ambiental incide en serios problemas de salud pública.

Datos hasta ahora obtenidos a través de investigaciones en INCAP, han demostrado que tanto la cafeína como los polifenoles y la fibra cruda de la pulpa de café pueden reducirse significativamente ($P < 0.01$) sometiendo al material a una fermentación en estado sólido usando *Aspergillus niger*. El material así fermentado probó ser posible de incluirse a niveles del 15 y 20% en raciones para pollos y cerdos, respectivamente, lográndose una eficiencia alimenticia mucho mejor que la alcanzada en raciones similares usando la pulpa fermentada.

Por todo lo anterior pareció de interés evaluar los costos de producción de la pulpa de café sometida a fermentación sólida con *Aspergillus niger*, empleando la tecnología apropiada de fermentación en bandejas y caracterizar las diferencias en necropsia de los pollos y cerdos alimentados con las dietas conteniendo la pulpa fermentada de aquellos alimentados con las dietas con el material sin fermentar, a similares niveles.

MATERIALES Y METODOS

La pulpa de café utilizada en el presente estudio fue obtenida en un beneficio de Amatitlán (Guatemala). La misma se obtuvo el mismo día de su producción e inmediatamente se efectuó su secado al sol en las facilidades del ICAP. El material seco fue molido a 60 millas en un molino de martillos Raymond y dividido en dos porciones, una para análisis y para preparar las raciones conteniendo pulpa no fermentada y la otra para efectuar la fermentación sólida.

La fermentación sólida se efectuó por la tecnología apropiada de fermentación en bandejas. Para el efecto, se utilizaron bandejas de madera (1.0x1.2x0.1m) con fondo de malla plástica de 60 mallas aproximadamente. Cada bandeja se agregó de pulpa humedecida a 80% y agregada de urea (2.5%) y fosfato dicálcico (2.0%), ambos de calidad comercial así como inoculada con esporas de *A. niger* agregadas en la concentración de 2×10^7 esporas viables por g de pulpa. Dicha pulpa se agregó a razón de 68.4 kg por bandeja (equivalentes a 13.7 kg de pulpa seca). Las bandejas así preparadas se incubaron por 48 h a 35°C en cuartos con temperatura controlada termostáticamente, donde la humedad relativa se ajustó a 80% por medio de recipientes con agua introducidos en el cuarto. Al final de período el material fue secado al sol y molido a 60 millas aproximadamente.

Tanto el material fermentado como descrito arriba así como la pulpa sin fermentar, fueron sometidos a análisis proximal, determinación de aminoácidos totales, fraccionamiento de paredes celulares y determinaciones de cafeína y polifenoles.

Con ambos materiales se prepararon dietas para pollos sustituyendo el maíz en un 5, 10 y 15%, así también se prepararon dietas que contenían

la cafeína (0.14%), las cenizas (2.1%) y estos dos ingredientes más el ácido tánico (0.79%), contenidos en la dieta con 15% de pulpa sin fermentar (Cuadro 1). Cada dieta se ofreció a 30 pollos de 3 días de edad, separadas en tres réplicas de 10 pollos cada una, por un total de 8 semanas.

Similarmente, se prepararon dietas para cerdos sustituyendo el 20% de la harina de maíz (Cuadro 2). En este caso se utilizaron 6 cerdos por dietas, los cuales fueron alimentados individualmente por 8 semanas, habiéndose iniciado a las 6 a 7 semanas de edad.

Al final del período de alimentación citado ambos animales (pollos y cerdos) fueron sacrificados, habiéndoseles practicado la necropsia médico veterinaria.

Por aparte, los costos reales del proceso fueron calculados en base a cotizaciones para producir una cantidad de 302,400 kg/ha de pulpa fermentada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los costos fijos estimados para la fermentación sólida por la tecnología evaluada, a la capacidad citada se presentan en el Cuadro 3. Los costos atribuidos a aditivos requeridos para el proceso descrito se presentan en el Cuadro 4. El costo de agar, cajas de petri y ácido tartátrico se refiere a los ingredientes necesarios para la producción de esporas de *A. niger*, necesarias para el proceso. Los costos de procesamiento estimado, se suman en el Cuadro 5.

Como puede apreciarse en este último cuadro (Cuadro 5), el precio del producto, con el 30% de valor agregado, es estimado en US\$0.17/kg, con un contenido de proteína verdadera del 16.2%. Este hallazgo es de relativa importancia, dado que el maíz (con un contenido de proteína cruda de aproximadamente 9%), tenía en ese momento un precio equivalente a US\$0.22/kg. Este hecho solamente resalta ya el potencial de sustituir una buena parte del maíz por pulpa fermentada para la alimentación de cerdos y/o pollos.

Considerando que en centroamerica se consumen un promedio de 114,000 y 577,900 toneladas métricas por año para alimentación de pollos y cerdos, respectivamente; podemos apreciar la cantidad de maíz que podría ahorrarse para otros fines (como consumo humano) al sustituirlo en un 15 a 20% por la pulpa de café fermentada. El ahorro equivaldría a un total de 138,400 toneladas métricas de maíz por año en el istmo, lo cual se considera de por sí impactaría en la disponibilidad de este grano básico.

Los datos de la necropsia de pollos (Cuadros 6 y 7), reflejan que el proceso de fermentación si fue capaz de disminuir el efecto tóxico observado en las dietas conteniendo pulpa sin fermentar. Este efecto se reflejó principalmente en irritación y hemorragias en el tracto gastrointestinal. Similares hallazgos fueron encontrados en el caso de los cerdos (Cuadro 8). Todo lo anterior refleja el efecto positivo del proceso en disminuir los efectos tóxicos de la pulpa de café. Por los

datos obtenidos al agregar la cafeína, polifenoles y ceniza de la pulpa de café en forma pura (Cuadro 7), podemos apreciar que el efecto de detoxificación citado se debe principalmente a la utilización que el moho hizo de la cafeína en la pulpa de café original, la cual la redujo de 1.03 a 0.65%. Cabe mencionar que el microorganismos también redujo los polifenoles de 5.34 a 1.39% y la fibra de 23.79 a 14.65%.

Debido a estos hallazgos se continua trabajando para determinar si los efectos citados pueden también lograrse utilizando basidiomicetos en vez de *A. niger*. Este enfoque permitiría obtener el basidiomiceto como un alimento adicional, lo cual haría al proceso aún más atractivo económicamente.

Cuadro 1. Formulación porcentual de dietas experimentales a utilizarse en el estudio de alimentación de pollos de engorde (Calculadas para 21% de Proteína Cruda).

Ingredientes	Dietas No.				
	1	2	3	4	5
Harina de Soya	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Fosfato dicálcico	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
Carbonato de calcio	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Sal yodada	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Premix-100 pfizer	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
DL-Metionina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite de Aldogón	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Maíz Amarillo	35.30	50.30	45.30	40.30	50.30
Pulpa de Café					
a.Sin fermentar	--	5.00	10.00	15.00	--
b.Fermentada	--	--	--	--	5.00
Cenizas de 15 lb de pulpa	--	--	--	--	--
Cafeína	--	--	--	--	--
Acido Tánico	--	--	--	--	--
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Ingredientes	Dietas No.				
	6	7	8	9	10
Harina de Soya	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Fosfato dicálcico	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
Carbonato de calcio	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Sal yodada	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Premix-100 pfizer	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
DL-Metionina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite de Aldogón	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Maíz Amarillo	45.30	40.30	53.20	55.16	52.27
Pulpa de Café					
a.Sin fermentar	--	--	--	--	--
b.Fermentada	10.00	15.00	--	--	--
Cenizas de 15 lb de pulpa	--	--	2.10	--	2.10
Cafeína	--	--	--	0.14	0.14
Acido Tánico	--	--	--	--	0.79
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 2. Formulación de dietas experimentales a usarse en estudio de engorde de cerdos.

Ingredientes	Dietas No.		
	1	2	3
Harina de Soya	35.00	35.00	35.00
Fosfato dicálcico	2.10	2.10	2.10
Carbonato de calcio	1.50	1.50	1.50
Sal yodada	0.45	0.45	0.45
Premix-100 pfizer	0.83	0.83	0.83
DL-Metionina	0.10	0.10	0.10
Aceite de Aldogón	5.00	5.00	5.00
Maíz Amarillo	55.02	35.02	35.02
Pulpa de Café			
a.Sin fermentar	---	20.00	---
b.Fermentada	---	---	20.00
Total	100.00	100.00	100.00

Cuadro 3. Costos Fijos para la fermentación sólida de pulpa de café usando la tecnología de fermentación por bandejas.

Equipo (Instalado)	Costo (\$)
210 Bandejas fermentadoras	21,000.00
1 Gabinete de fermentación	10,500.00
1 Molino de martillos, motor de 3 hp	4,000.00
1 Secador rotatorio, motor de 3 hp	1,600.00
1 Termostato	600.00
1 Mezclador	3,600.00
1 Compresor, motor de 3 hp	1,600.00
1 humidificador	1,200.00
Equipo de laboratorio	1,200.00
Equipo de oficina	800.00
Equipo auxiliar	800.00
Costo total de equipo	46,900.00
Costo de construcción	6,000.00
Terreno	2,000.00
Conecciones externas	2,000.00
Costos de ingeniería	6,400.00
Costos fijos totales	63,300.00

Cuadro 4. Estimado de Costos de Aditivos para el sustrato y materiales técnicos auxiliares para la fermentación sólida de pulpa de café.

Materiales	Costos (\$)
Agar (12kg. \$80.00/kg)	960.00
Cajas de petri (12 paquetes, \$4.80 c.u)	57.60
Acido clorhidrico (3,780 lts, \$1.33 lt)	5,040.00
Acido tartárico (1kg)	120.00
Urea Comercial (6,300 kg, \$0.35/kg)	2,217.60
Fosfato dicálcico comercial (5,050kg, \$0.57/kg)	2,882.88
Total	11,278.08

*Para una producción anual de 302,400 kg de producto fermentado.

Cuadro 5. Costos de procesamiento por fermentación sólida de pulpa de café a través de la Tecnología de fermentación por bandejas.

Costo de planta: \$63,300.00 Capacidad de produc. 302,400 kg/año

Costo materia prima = \$0.40/100 kg			
Mat.prima kg/año	kg mat.prima/kg proudc.	Costo mat.prima \$/año	\$/kg Prod.
1,088.000	3.33	4,032.00	0.013
		\$/año	\$/kg producto
Costo de mano de obra (turno 8 hr)		7,782.40	0.026
Utilizades (aditivos para el sustrato, electricidad, agua etc)		15,180.00	0.050
Costos indirectos (almacenaje, transporte, seguro, etc.)		6,362.00	0.021
Costos total de procesamiento (Ctp)		33,356.40	0.110
Empaque (5% Ctp)		1,667.82	0.006
Depreciación (8% de costo de planta)		4,232.00	0.014
Mercadeo (10% del precio del Producto)		5,103.31	0.017
Costo total del producto		44,359.53	0.147
Precio del producto (30% valor agregado)		51,033.09	0.169
Ganancia bruta (GB)		6,673.56	0.022
Impuesto (35% de GB)		2,335.75	0.008
Ganancia Neta		4,337.81	0.014

Cuadro 6. Hallazgos más importantes en la necropsia de pollos alimentados con raciones de pulpa de café fermentada y sin fermentar.

Dieta	Hallazgos más importantes
Control	Ninguno
5% pulpa fermentada	Ninguno
10% pulpa fermentada	Ninguno
15% pulpa fermentada	Hemorragias petequiales en intestino delgado y grueso.
5% pulpa sin fermentar	Hemorragias petequiales en sacos e intestinos delgado y grueso. Leve engrosamiento de la mucosa del estomago glandular.
10% pulpa sin fermentar	Areas hemorrágeas y ulceradas en la mucosa del intestino delgado. Hemorragias tipo sufusión en el intestino grueso. Severo engrosamiento de la mucosa en el estómago muscular.
15% pulpa sin fermentar	Hemorragias equimóticas en el intestino delgado y grueso, así como en los sacos ciegos. Tumefacción de los lóbulos en el hígado.

Cuadro 7. Hallazgos más importantes en la necropsia de pollos alimentados con la dieta control y con la misma dieta adicionada de cafeína ácido tánico y ceniza de pulpa*

Dieta Control	Principales Hallazgos
Sin ningún aditivo	Ninguno
Con 2.10% de Ceniza	Hemorragias petequiales en el intestino delgado, hemorragias por sufusión en el intestino grueso, descamación de la mucosa en el pre-ventriculo. Engrosamiento severo de la mucosa en el estómago muscular. Hemorragias petequiales en el hígado.
Con 0.14% Cafeína	Hemorragias petequiales descamación de la mucosa e irritación de las paredes en el intestino delgado. Hemorragias petequiales en el intestino grueso y en la traquea. Engrosamiento severo de las paredes del estómago glandular.
Con 2.10% Ceniza, 0.14% Cafeína y 0.79% Acido Tánico	Hemorragias equimóticas en el intestino delgado y el intestino grueso así como en los sacos ciegos.

*La cantidad de cafeína, ácido tánico y ceniza de pulpa agregada equivalentes a la encontrada en una dieta con 15% de pulpa sin fermentar.

Cuadro 8. Hallazgos más importantes en la necropsia de cerdos alimentados con raciones conteniendo 20% de pulpa de café fermentada y sin fermentar.

Dieta	Hallazgos más importantes
Control	Ninguno
20% pulpa fermentada	Ninguno
20% pulpa sin fermentar	Congestión hemorrágica en la muco-sa gástrica. Areas congestionadas en intestino delgado y grueso. Infiltraciones linfoplasmocitarias y congestión y dilatamiento de vasos sanguíneos en intestino delgado. Hepatocitos con degeneración hidrópica en el hígado.

FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN MASIVA DE ALEVINES MACHOS DE *Tilapia nilotica* A TRAVÉS DE LA INVERSIÓN HORMONAL DE SEXO EN HONDURAS.

Bartholomew W. Green* y Luis A. López**

La demanda de alevines machos de tilapia para sembrar en estanques de engorde ha aumentado significativamente en los últimos cinco años. Nuevas tecnologías de producción son necesarias para poder abastecer la demanda existente y futura de alevines. Una de ellas es la inversión hormonal de sexo en larvas de tilapia que consiste en la administración por vía oral de una hormona masculina sintética (17 α -metilotestosterona) durante un período de 28 días comenzando poco después de haber eclosionado y antes de haberse diferenciado el tejido gónadal. El objetivo de este trabajo, que se desarrolló durante el período Enero a Noviembre de 1988, fue determinar la factibilidad de implementar en la Estación Experimental Acuícola El Carao, Comayagua, Honduras, la producción masiva de alevines machos de tilapia utilizando la inversión hormonal de sexo.

El proceso requiere larvas menores de 13 mm de largo que se obtienen de estanques de reproducción (0.05-0.1 ha) que han sido sembrados con reproductores de *Tilapia nilotica* (2 hembras: 1 macho). Los estanques son drenados en promedio de 18-20 días después de sembrados, los reproductores transferidos a piletas de concretos y las larvas cosechadas usando una red de mano con malla de 1.6 mm. El ciclo completo (siembra a siembra) de producción de larvas dura un promedio de 23 d. El número promedio de larvas cosechadas variaba entre 66,500-99,500. Las larvas son sembradas (4,400/m²) en japas (encierro de malla de 1.6 mm dimensiones 2 m x 2.5 m x 1 m ó 1 m x 2 m x 1 m, profundidad promedio de

* Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, AL 36849-5419 USA;

** Estación Experimental Acuícola El Carao, Recursos Naturales Renovables, Comayagua, Honduras, C. A.