

VALOR NUTRITIVO DE LA PULPA DE CAFE SOMETIDA A FERMENTACION SOLIDA  
USANDO *Aspergillus niger* EN POLLO Y CERDOS

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

La posible utilización de la pulpa del café en alimentación animal ha sido investigada desde ya hace años. A través de tales investigaciones se ha podido establecer que la pulpa de café posee factores anti-nutricionales (o tóxicos) que limitan su uso en la alimentación animal, particularmente de animales monogástricos. Se ha podido establecer que dentro de tales factores los más nocivos son cafeína, polifenoles y el alto contenido de fibra de la pulpa. Consecuentemente se han investigado alternativas para detoxificar este material que representa el subproducto más abundante del beneficiado del café.

Una alternativa plausible ha comprobado ser el proceso de fermentación sólida usando *Aspergillus niger*. A través de este proceso se ha podido reducir significativamente ( $P < 0.01$ ) los niveles de cafeína, polifenoles y fibra de la pulpa, a la vez que su contenido de proteína verdadera (representada por aminoácidos totales) se aumenta de un 5% a un 15%. Por lo mismo, pareció de interés determinar el valor nutritivo del material cuando formará parte de raciones para pollos y cerdos en crecimiento.

#### MATERIALES Y METODOS

La pulpa de café usada en el presente estudio fue obtenida en un beneficio de Amatitlán (Guatemala). La misma fue recolectada el mismo día de su procesamiento y secada al sol en las facilidades del INCAP. Una vez seca la pulpa fue separada en dos lotes. Un lote fue sometido a fermentación sólida mientras que el otro fue almacenado para usarse como pulpa sin fermentar. Ambos lotes fueron molidos a 60 mallas. La fermentación sólida se efectuó colocando 68.4 kg de pulpa ajustada al 80% de humedad y agregada con urea (2.5%) y fosfato dicálcico (2.0%), ambos de calidad comercial, en bandejas de 1.0 x 1.2 x 0.1 m con fondo de malla plástica de 60 mallas. Esta pulpa fue inoculada con  $2 \times 10^7$  esporas viables de *A. niger* y el material fue incubado en un cuarto a 35°C y 80% de humedad relativa, por un total de 48h. Al final de este tiempo, el material fue secado al sol y molido a 60 mallas en un molino de martillos.

Tanto la pulpa fermentada como la no fermentada fueron sometidas a análisis proximal, evaluaciones de aminoácidos totales, cafeína, polifenoles y fraccionamiento de paredes celulares.

Con ambos materiales (pulpa fermentada y sin fermentar), se prepararon dietas para pollos y cerdos (Cuadro 1 y 2), respectivamente). Para el experimento en pollos se usaron 30 pollo por dieta, divididos en tres grupos de diez pollos cada uno. Los pollos se alimentaron con las dietas evaluadas a partir del tercer día de edad hasta la octava semana. La ingesta de alimento y el peso se controló semanalmente. Por separado,

---

\* Científico, División Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala City, Guatemala, C.A.

se pusieron tres grupos con la dieta control adicional con la cafeína, la ceniza y una mezcla de estos dos más al ácido tánico, contenidos en la dieta con 15% de pulpa no fermentada. (Cuadro 1).

El experimento en cerdos se efectuó usando un total de 6 animales (de 6 a 7 semanas de edad), por dieta. Los cerdos fueron alimentados individualmente, controlándose la ingesta y ganancia de peso semanalmente, por un período total de 8 semanas.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

La composición de la pulpa fermentada y de la pulpa sin fermentar se presenta en el Cuadro 3. Como puede apreciarse, el proceso de fermentación sólida fue capaz de disminuir los niveles de cafeína, polifenoles y fibra, componentes que se han citado como los factores anti-nutricionales más importantes de la pulpa de café, cuando esta se considera para la formulación de raciones para animales monogástricos. Las disminuciones citadas probaron ser significativas ( $P < 0.05$ ). La disminución en fibra puede explicarse por la caída en celulosa y hemicelulosa principalmente observada al efectuar el fraccionamiento de las paredes celulares. La proteína verdadera puede observarse que aumenta de un 5 a un 18%.

La ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia, obtenidos en el experimento con pollos puede observarse en el Cuadro 4. Como puede notarse las diferencias entre los grupos alimentados con las raciones con pulpa fermentada y aquellos con las que contenían pulpa sin fermentar, son más evidentes entre los grupos recibiendo la ración mayor concentración de pulpa (15%). En este caso se evidencia ya que mientras el grupo recibiendo la ración con 15% de pulpa fermentada presenta una ganancia de peso y eficiencia alimenticia estadísticamente similar al grupo control, el grupo recibiendo la ración con 15% de pulpa sin fermentar presenta un comportamiento significativo ( $P < 0.05$ ) inferior en ambos parámetros. Estos datos señalan ya un efecto benéfico significativo de la fermentación sólida sobre el valor nutritivo de la pulpa de café.

Al comparar estos datos con los encontrados con la ración control adicionada con cafeína, o cenizas de pulpa, o una combinación de estos dos componentes más ácido tánico (todos a la concentración encontrada en la ración con pulpa sin fermentar al 15%), podemos observar (Cuadro 5) que la dieta de menor calidad resultó ser la dieta adicionada con 0.14% de cafeína únicamente, indicando que este es quizás el factor anti-nutricional más importante en la pulpa de café. La adición del ácido tánico (al 0.79%) y las cenizas de la pulpa (al 2.10%) conjuntamente con la cafeína, parecen tener una acción protectora sobre los efectos de esta última, ya que el comportamiento de este grupo fue significativamente mejor ( $P < 0.05$ ) que el alimentado con la ración conteniendo cafeína (al 0.14%) únicamente.

En el caso del experimento en cerdos (Cuadro 6) puede observarse claramente también el efecto benéfico de la fermentación sólida sobre la

calidad nutricional de la pulpa del café. En todos los casos es evidente el mayor consumo obtenido en la dieta conteniendo la pulpa fermentada.

Debido a estos datos ahora se efectúa un estudio de costos para determinar la viabilidad económica del proceso de fermentación sólida, a fin de proponerlo como una alternativa que permita usar un subproducto agrícola de la región en alimentación animal sustituyendo un grano como el maíz que puede emplearse para consumo humano.

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 Pfiser         | 0.55       | 0.55   | 0.55   | 0.55   | 0.55   |
| DL-Metionina              | 0.10       | 0.10   | 0.10   | 0.10   | 0.10   |
| Aceite de algodón         | 5.00       | 5.00   | 5.00   | 5.00   | 5.00   |
| Maíz amarillo             | 55.30      | 50.30  | 15.30  | 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 Pfiser         | 0.55       | 0.55   | 0.55   | 0.55   | 0.55   |
| DL-Metionina              | 0.10       | 0.10   | 0.10   | 0.10   | 0.10   |
| Aceite de algodón         | 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.

(Expresadas porcentualmente, calculadas para 21% de Proteína Cruda).

| 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 algodón   | 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. Composición porcentual de la pulpa de café sin fermentar y sujeta a fermentación sólida usando *Aspergillus niger* y la tecnología de Fermentación por Bandeja\*

| Componente                | Centración %    |                |
|---------------------------|-----------------|----------------|
|                           | Pulpa sin Ferm. | Producto Ferm. |
| Extracto etereo           | 2.47            | 1.91           |
| Nitrógeno total           | 1.83            | 18.27          |
| Aminoácidos totales       | 5.37            | 18.02          |
| Ceniza                    | 5.97            | 12.84          |
| Potasio                   | 1.48            | 1.12           |
| Fibra Cruda               | 23.79           | 16.27          |
| Fibra Neutro detergente** | 45.48           | 38.52          |
| Fibra Acido detergente**  | 44.24           | 37.00          |
| Celulosa**                | 25.31           | 18.83          |
| Hemicelulosa**            | 3.23            | 1.69           |
| Lignina**                 | 21.54           | 20.80          |
| Cafeína                   | 0.98            | 0.72           |
| Polifenoles               | 5.34            | 1.54           |

\* Valores promedio de 10 muestras aproximadamente; \*\* Componentes de la paredes celulares.

Cuadro 4. Ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimentaria de pollos de engorde alimentados con raciones conteniendo pulpa de café fermentada y sin fermentar\*

| Parámetro                      | Porción Control         | Fermentada              |                         |                         |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                |                         | 5%                      | 10%                     | 15%                     |
| Consumo de Alimento (kg/6 sem) | 2.93±0.12**             | 3.12±0.04               | 3.08±0.05               | 3.14±0.10               |
| Ganancia de Peso (kg/6 semi.). | 1.44±0.05 <sup>ab</sup> | 1.50±0.05 <sup>a</sup>  | 1.40±0.06 <sup>ab</sup> | 1.43±0.09 <sup>ab</sup> |
| Eficiencia Alimenticia.        | 2.03±0.09 <sup>a</sup>  | 2.08±0.05 <sup>ab</sup> | 2.21±0.09 <sup>ab</sup> | 2.20±0.09 <sup>ab</sup> |
| Parámetro                      | Porción Control         | Sin Fermentada          |                         |                         |
|                                |                         | 5%                      | 10%                     | 15%                     |
| Consumo de Alimento (kg/6 sem) | 2.93±0.12**             | 3.25±0.09               | 3.16±0.12               | 3.03±0.17               |
| Ganancia de Peso (kg/6 semi.). | 1.44±0.05 <sup>ab</sup> | 1.52±0.08 <sup>a</sup>  | 1.38±0.04 <sup>ab</sup> | 1.19±0.07 <sup>b</sup>  |
| Eficiencia Alimenticia.        | 2.03±0.09 <sup>a</sup>  | 2.14±0.08 <sup>ab</sup> | 2.29±0.03 <sup>ab</sup> | 2.55±0.09 <sup>c</sup>  |

Cuadro 5. Ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia de pollos alimentados con la dieta control sola y añadida con Caféina, Cenizas de Pulpa y Ácido Tánico\*

| Parámetro           | Ración Control            |                        |                         |                                          |
|---------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------------|
|                     | Sin Ningún aditivo        | Con 0.14% cafeína      | Con 2.10% de Cenizas    | Con 0.14% Cafeína., 2.10 Ceni. 0.79% AT. |
| Consumo de Alimento | 2.93±0.12 <sup>ab**</sup> | 1.82±0.18 <sup>c</sup> | 2.91±0.18 <sup>ab</sup> | 2.76±0.08 <sup>b</sup>                   |

\* Evaluado en 30 pollos de engorde por dieta, subdivididos en 3 grupos. Peso inicial promedio 80.9 g; \*\* Desviación estándar del promedio. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

\* Evaluados en 30 pollos por dieta, divididos en 3 grupos. Peso inicial promedio 80.9g. La cantidad de cafeína, Ácido tánico y cenizas de pulpa agregada fue la encontrada en la ración con 15% de pulpa; \*\* Desviación estándar del promedio. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ).

(kg/6sem)

Ganancia

Peso (kg/6 sem) 1.44±0.05<sup>ab</sup> 0.80±0.12<sup>c</sup> 1.41±0.18<sup>ab</sup> 1.28±0.09<sup>ab</sup>

Eficienc.

Alimentic. 2.03±0.09<sup>a</sup> 2.30±0.13<sup>bc</sup> 2.07±0.12<sup>ab</sup> 2.17±0.10<sup>ab</sup>

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 <sup>a</sup> | 32.67±1.89 <sup>a</sup>  | 26.92±4.48 <sup>b</sup> |
| Eficienc. Alimentic.           | 2.11±0.26 <sup>a</sup>  | 2.66±0.26 <sup>b</sup>   | 2.88±0.35 <sup>b</sup>  |

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.