

## **Evaluación de harina de banano como subproducto en dietas balanceadas porcinas: mejora del rendimiento de engorde y digestibilidad.**

Moro A., Loor K., Muñoz J. y Moreira E.

1. ESPAM MFL, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera de Agroindustria, Manabí, Ecuador.

### **Resumen**

El principal objetivo del presente trabajo fue evaluar subproductos agropecuarios, centrándose en la harina de banano verde (HB), para incluirlos en dietas balanceadas que mejoren el crecimiento de cerdos. En primer lugar, fue realizado un ensayo de caracterización bromatológica con harinas obtenidas de subproductos (harina de banano verde entero y de pulpa). En la segunda fase del estudio, se seleccionaron un grupo homogéneo de 16 cerdos híbridos en etapa de engorde (Landrace X Pietrain) con un peso inicial promedio de 113,4 Kg, para evaluar el rendimiento de ganancia de peso y digestibilidad de cuatro tratamientos balanceados (T). Cada tratamiento incluía HB en diferentes proporciones sobre la formulación: Tratamiento comercial o **T1** (0% contenido de HB), Tratamiento 50:50 o **T2** (50% contenido de HB), Tratamiento 90:10 o **T3** (10% contenido de HB) y Tratamiento ESPAM o **T4** (0% contenido de HB). Los resultados preliminares de caracterización química de las harinas mostraron, que en el caso de las muestras de HB entero, los valores de proteínas y fibra (6,08% de proteínas y 3,93% de fibra) fueron mayores en comparación con las de HB solo con pulpa (5,03% de proteínas y 1,52% de fibra). En el mismo sentido, nuestros resultados corroboran que las muestras de HB entero contenían mayores índices de humedad, cenizas y grasa que las de HB sin cáscara. Los resultados esperados del segundo ensayo, se centrarán en evaluar la ganancia de peso y el comportamiento de digestibilidad de los cerdos en función de los distintos tratamientos empleados en la alimentación (*pendiente de resultados*).

**Palabras clave:** subproductos, harina de banano (HB), dieta balanceada, ganancia de peso, digestibilidad.

## 1. Introducción

El conjunto de América Latina y en concreto Ecuador, es un referente mundial como productor y exportador de la fruta del banano (*Musa ssp.*), tanto por sus condiciones agroclimáticas y ambientales como por su elasticidad competitiva en los precios de exportación, en comparación con otras regiones tropicales (África, Caribe, etc.) (FAO 1995, Yagual 2005, ProEcuador 2013). En el 2013, Ecuador exportó aproximadamente 2.078.239 millones de dólares y 5.196.065 de toneladas de banano, convirtiéndose este, en el primer producto de exportación del sector privado. Además, actualmente la economía bananera representa alrededor del 2% del PIB general y el 27% del total de las exportaciones agropecuarias del país (ProEcuador 2013). Es importante resaltar el gran volumen de excedentes bananeros producidos durante el descarte en operaciones de exportación, que supone en torno al 20-30% de la producción total para su comercialización posterior (FAO 1995, ProEcuador 2013).

En el sentido de alternativas de uso para el banano (fuera de su valor alimentario para consumo humano), existen varias utilidades como son su aprovechamiento en forma de subproducto o rechazo para la alimentación animal, y la utilización de sus fibras para uso textil (ProEcuador 2013).

Se llama rechazo al producto que no cumple los requerimientos de calidad de los mercados consumidores (principalmente Europa y EEUU), por presentar una excesiva maduración del fruto, un tamaño no deseado o defectos en la piel (golpes, manchas) (FAO 1995, Ly 2004, Yagual 2005).

En este sentido, las áreas tropicales han transformado en los últimos años su forma convencional de alimentación animal, debido principalmente a la escasez de algunos insumos (cereales) en competencia con la alimentación humana (maíz, soya) y los sobrecostos de producción ganadera. Esto ha permitido sustituir los productos tradicionalmente usados, por otros con menor valor comercial (como los subproductos agropecuarios), haciendo más económica la

producción de carne. Además, la necesidad de preservar el medio ambiente, hace que la agricultura de tipo orgánico fortalezca el uso de subproductos o desechos en alimentación animal, solventando así potenciales problemas de contaminación por acumulación excedentes en producción agrícola (FAO 1995, Muñoz 2003, Ly 2005). También, el incremento del consumo de cerdo en Ecuador hace necesario un incremento en paralelo de la producción porcina, de la forma más eficiente desde el punto de vista económico y de mejora nutricional (Asociación de Porcicultores del Ecuador 2011).

Una clara alternativa para el aprovechamiento del excedente de fruta sería fabricar harina de banano verde (HB), y utilizarla en sustitución parcial de los cereales tradicionales (soya, maíz, etc.) como fuente de energía en la alimentación de cerdos.

Existen múltiples ensayos científicos que evalúan la posibilidad de alimentar cerdos con harinas obtenidas a partir del banano (Oliva 1970; Celleri *et al* 1971; Le Dividich *et al* 1975, Renaudeau *et al* 2014). Esta harina contiene un alto porcentaje de almidón y en menor medida, de otros macronutrientes como proteínas y carbohidratos, que podrían utilizarse como fuente energética metabolizable (Ly 2004). El principal costo del uso de HB podría ser el monto del transporte, el procesamiento y almacenamiento, dado que las bananas descartadas para uso alimentario humano pueden ser obtenidas sin costo alguno. Citando a Renaudeau *et al* (2014), todavía existe información limitada acerca del valor nutricional de la HB en cerdos, y esta información según el autor necesita ser reevaluada de forma consistente en ensayos futuros con otros genotipos de cerdo y cultivos de banano.

Por todo ello, el objetivo principal del actual trabajo es evaluar como subproducto agropecuario la HB verde, incluyéndola en diferentes tratamientos (dietas) para mejorar el rendimiento del crecimiento y digestibilidad de cerdos en etapa de engorde.

## **2. Propuesta de Investigación**

### **2.1. Materiales y Métodos**

El proyecto se está desarrollando (en ejecución hasta el 2016) dentro de las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL, Ecuador), concretamente en los talleres agroindustriales, donde se han obtenido las harinas y formulaciones de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4), y en la nave porcina (unidad de docencia, investigación y vinculación) de la carrera de Pecuaria, donde se está realizando la parte experimental para el ensayo de alimentación con los cerdos en etapa de engorde con los tratamientos formulados. Los análisis de caracterización química de los subproductos utilizados (HB con y sin cáscara) se han realizado en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, Estación experimental de Santa Catalina, Ecuador). El material vegetal (rechazo) de banano utilizado para el ensayo de alimentación, se ha suministrado mediante convenio de la ESPAM MFL con la corporación DOLE Food Company (Westlake, EE.UU.), en las instalaciones de su división ecuatoriana de la región Manabí (Calceta).

#### **2.1.1. Obtención de material vegetal y elaboración de las harinas**

En la recepción del material vegetal (rechazo de banano) se seleccionaron los subproductos más idóneos para la posterior elaboración de las harinas. Esta selección, se hizo con el fin de evitar un estado de madurez excesivo. Para la elaboración de harinas, se procedió primero al pelado del banano (en caso de la HB sin cáscara), y se troceó en pequeños pedazos, de aproximadamente de 2-3 centímetros. Seguidamente se colocó la materia vegetal troceada en el desecador industrial rotativo diseñado para tal fin con cámara de 2x3 m, capacidad de 250 Kg y motor eléctrico de 3 HP (INMEGAR, Portoviejo, Ecuador). La temperatura media del proceso de secado fue de 80 °C, con un tiempo medio de unas 8 horas para cada lote de banano. La cantidad media de material vegetal empleada para cada lote de harina (con y sin cáscara) fue de unos 170 Kg. Como resultante del proceso de secado se obtuvo una media de

40 Kg de materia seca por lote. Una vez eliminada el exceso de humedad se procedió a moler el producto para obtener la harina mediante un molino de martillos diseñado para tal efecto, con motor WEG de 7,5 HP y capacidad de 200-1500 Kg/hora (INMEGAR, Portoviejo, Ecuador). Todos los lotes de harina fueron debidamente identificados y almacenados en bolsas selladas, bajo condiciones de temperatura ambiente y humedad idónea (24°C, 30% Humedad relativa), para posteriormente ser caracterizadas químicamente e incluidas en la elaboración del tratamiento balanceado.

### 2.1.2. Caracterización química de harinas obtenidas

Los análisis proximales de las muestras de harinas (**ver Tabla 1**) se realizaron mediante la metodología de referencia desarrollada en la Universidad de Florida (AOAC, 1995) y adaptada por los laboratorios del INIAP. Los ensayos de determinación química de las muestras consistieron en medidas de humedad (MO-LSAIA-01.01), cenizas (MO-LSAIA-01.02), extracto etéreo o grasa (E.E.) (MO-LSAIA-01.03), proteína o nitrógeno total ( $N \times 6.25$ ) (MO-LSAIA-01.04), fibra cruda (MO-LSAIA-01.05) y elementos libre de nitrógeno (E.L.N.) (MO-LSAIA-01.06).

### 2.1.3. Elaboración de tratamientos (dieta balanceada)

De acuerdo a requerimientos nutricionales de los cerdos en la etapa engorde y los resultados de caracterización química, se propuso la selección de la HB con cáscara (**Tabla 1**), por su mayor contenido en proteína para el diseño de cuatro formulaciones de alimento balanceado. Además de diferentes insumos, la dieta balanceada diseñada para este ensayo incluía HB verde en diferentes proporciones: Tratamiento comercial o T1 (0% contenido de HB), Tratamiento 50:50 o T2 (50% contenido de HB), Tratamiento 90:10 o T3 (10% contenido de HB) y Tratamiento ESPAM o T4 (0% contenido de HB). En el **Cuadro 2** se muestra la composición detallada de cada uno de los tratamientos (T) utilizados para el ensayo de la etapa de engorde. También se caracterizarán (**pendiente de resultados**) químicamente cada uno de los tratamientos para correlacionarlo con los resultados esperados en el ensayo de alimentación (2.2.4.).

#### 2.1.4. Ensayo de alimentación de cerdos (todavía en curso)

Se seleccionaron un grupo homogéneo de 16 cerdos híbridos en etapa de engorde (Landrace X Pietrain) con un peso inicial promedio de 113 Kg (Ver **Tabla 3**), para evaluar el rendimiento de ganancia de peso y digestibilidad de los cuatro tratamientos balanceados (T). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con una unidad experimental de 4 cerdos, de tres meses de edad, en etapa de engorde. Cada unidad experimental se corresponde con un tratamiento determinado que se muestra en la **Tabla 3**.

## 2.2. Resultados y Discusión

### 2.2.1. Caracterización química de harinas obtenidas

Como se muestra en la **Tabla 1**, los resultados de la caracterización química de harinas resaltan un nivel similar para los parámetros analizados entre la HB entero (cáscara incluida) y solo con pulpa. Como ya se demuestra en otras investigaciones (Ly *et al*, 2005), nuestros resultados corroboran que las muestras de fruta entera contenían mayor índice de humedad, cenizas, fibra cruda y grasa (EE) que en las muestras sin cáscara (solo pulpa). Al contrario, se comportaron los valores de carbohidratos no estructurales (ELN). Destacamos aquí la diferencia obtenida en cuanto a contenido proteico, entre los dos tipos de harinas. En concreto la HB con cáscara presento un mayor nivel de proteínas (6,08%) en comparación de la harina de pulpa de banano (5,03). En base a este parámetro proximal y también al de fibra, se seleccionó la harina de banana verde completa como la más idónea para diseñar nuestras formulaciones. La HB con cáscara haría disponible un mayor índice proteico, sin perjudicar con excesivos niveles de fibra presentes en otro tipo de harinas, como la soja y yuca (mayor índice de fibra vegetal). Esto problema es reportado en algunas investigaciones sobre la digestibilidad de alimentos con elevada fibra vegetal (Low 1993, Mosenthin *et al* 1999) que demuestran como valores altos de fibra pueden resultar perjudiciales en la correcta asimilación, digestibilidad y palatabilidad de alimentos balanceados para animales

monogástricos. Sin embargo, la fracción de fibra también puede mejorar la motilidad, y reducir significativamente la población de ciertos microorganismos patógenos en el tracto intestinal del animal (Ly, 2004). Este aspecto también se tuvo en cuenta en nuestro ensayo, a la hora utilizar la HB con cáscara como complemento nutricional en los tratamientos.

El estado de maduración de la fruta también es otro aspecto fundamental. El mismo autor resalta en su revisión (Ly 2004), que las bananas verdes (en temprana maduración), son una fuente importante de carbohidratos en forma de almidón. Como demostraron otros autores (Desai y Deshpande 1975; Forsyth 1980) el proceso de maduración implica un cambio composicional en el contenido de carbohidratos de la fruta, disminuyendo el almidón y aumentando la aparición de carbohidratos solubles que mejoran la palatabilidad. La composición de los taninos también sufre una transformación importante con el avance del proceso de maduración, de tal forma que se inactivan estos factores antinutricionales (Ly 2004). Estos taninos influyen negativamente por su sabor astringente en el consumo del alimento por parte de los cerdos, y también en el proceso digestivo (Willianson y Payne 1965).

Parámetros	Composición química harinas (%)	
	banano con cáscara	pulpa de banano
Humedad	11,71	10,75
Cenizas	5,77	3,32
EE	1,59	0,63
Proteína	<b>6,08</b>	<b>5,03</b>
Fibra	3,93	1,52
ELN	82,63	89,5

**Tabla 1.** Caracterización química de las harinas obtenidas de banano obtenidas en porcentaje respecto de la composición química total (%)

EE: grasa o extracto etéreo; ELN: Carbohidratos no estructurales

### 2.2.2. Formulación de los tratamientos (T) y Ensayo de alimentación (en curso).

A continuación, se muestran la composición de insumos para los distintos tratamientos (T2, T3, T4) diseñados en el experimento. La composición de insumos de la casa comercial NUTRIL® (T1) no se muestra por no tener todavía disponibles los datos. Se hace necesaria una caracterización química posterior de cada uno de los tratamientos que se están empleando actualmente en el experimento de la alimentación.

**Cuadro 2.** Composición de insumos para los distintos tratamientos diseñados en el experimento de alimentación (HB: Harina de banano verde).

<b>Tratamiento 2 (50%)</b>		
Insumos	Lbs semana	%
<b>HB</b>	100	<b>50</b>
Soya	88,84	44,42
Sal	2,26	1,13
Fosfato cálcico	7,24	3,62
Premezcla vit.	1,42	0,71
Colina	0,24	0,12
Total	200	100

  

<b>Tratamiento 3 (7%)</b>		
Insumos	Lbs semana	%
<b>HB</b>	14	<b>7</b>
Maiz	76	38
Polvillo	48,04	24,02
Soya	27,86	13,93
Afrecho	24,76	12,38
Aceite rojo	4	2
Melaza	2	1
Carbonato	1,6	0,8
Sal	0,7	0,35
Fosfato cálcico	0,58	0,29
Premezcla vit.	0,32	0,16
Mollejon	0,1	0,05
Sulfato cobre	0,04	0,02



Total	200	100
-------	-----	-----

<b>Tratamiento 4 (0%)</b>		
Insumos	Lbs semana	%
<b>HB</b>	0	<b>0</b>
Maiz	120,2	60,1
Polvillo de arroz	20	10
Soya	20,8	10,4
Afrecho	29,6	14,8
Aceite de palma	4	2
Melaza	2	1
Carbonato	1,6	0,8
Sal	0,6	0,3
Fosfato cálcico	0,7	0,35
Premezcla vit.	0,5	0,25
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100</b>

### 2.2.3. Ensayo de alimentación de cerdos (resultados esperados)

Ensayo en curso (todavía no finalizado): en esta etapa se controlarán como variables algunos parámetros productivos como ganancia de peso (evaluados con frecuencia semanal y se considerará

peso inicial los kilogramos que poseen los cerdos antes de ingresar y peso final a la culminación de la etapa de engorde), consumo de alimento, conversión alimenticia, digestibilidad, así como los de salud (viabilidad, morbilidad y mortalidad) en cada uno de los tratamientos empleados (**Tabla 3**), lo que permitirá evaluar el rendimiento de ganancia de peso y digestibilidad de los cuatro tratamientos balanceados y cuáles de las dietas proporcionan mejores resultados de acuerdo a los análisis estadísticos (coeficiente de variación y test de tukey).

<b>Tratamiento</b>	<b>Cama</b>	<b>Código</b>	<b>Sexo</b>	<b>Kg</b>
1	1	786	m	113,6
	2	782	h	109,8
	3	776	m	118,2
	4	777	m	125,2
2	5	787	m	113,2
	6	775	m	111,8
	7	779	m	111,6
	8	778	m	111,6
3	13	801	m	108,4
	14	803	h	108,0
	15	800	m	119,7
	16	791	h	87,8
4	9	806	h	114,8

	10	797	m	110,2
	11	796	m	128,8
	12	798	m	122,0
<b>Promedio peso inicial</b>				113,4

**Tabla 3.** Distribución de la camada cerdos en etapa de engorde por cada tratamiento (T) y peso inicial, sexo y código de cada individuo.

**2.2.4.** Elaboración productos cárnicos para ser evaluados sensorialmente (resultado proyectado).

Se tomarán al azar tres cerdos por cada tratamiento para su sacrificio, donde se analizarán parámetros de calidad como análisis físicos (textura y dureza) y análisis sensorial (color, aroma, textura, sabor) de productos, que no requieran condimentación, con la finalidad de evitar que se oculten sabores desagradables que podrían generarse por las características propias de ciertos subproductos.

**2.2.5.** Estudio económico de las diferentes formulaciones (resultado proyectado).

Finalmente se hará un análisis de la viabilidad económica para cada una de las formulaciones, considerando los resultados de los parámetros evaluados en ensayos anteriores, de tal forma que se argumente su impacto en la cadena productiva del cerdo.

### 3. Bibliografía

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (15th edition). Washington, District of Columbia.

Celleri, H., Oliva, F. and Maner, JH. 1971. Green banana meal for feeding growing finishing pigs. Memoria, Asociacion Latinoamericana de Produccion Animal 6, 148 (abstract).

FAO. 1995. Tropical animal feeding. A manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper No 126. (Editor: T.R. Preston), FAO, Rome.

Le Dividich, J. and Canope, I. 1974. Valeur alimentaire de la farine de banane et de manioc dans le régime du porcelet sevré à 5 semaines: influence du taux de protéines de la ration. Annales de Zootechnie 23, 161–169.

Ly, J. 2004. Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. Revista Computadorizada de Producción Porcina 11, 5–24.

Muñoz, CH. 2003. Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos. Tesis Máster en Ciencias. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, México.

Oliva, F. 1970. Evaluación de la HB verde con cascara, en crecimiento y acabo de cerdos en confinamiento. Thesis PhD, Central University of Equator, Department of Agronomy and Veterinary Medecine, Quito, Equator.

ProEcuador, Dirección de inteligencia comercial e inversiones de Ecuador. Instituto de promoción e inversiones en el extranjero. 2013. Análisis del sector bananero (<http://www.proecuador.gob.ec.pdf>).

Yagual, L. 2005. Use of banana meal for fattening pigs. Evaluation of banana meal substitution for maize in diets for fattening pigs. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 12 (3): 223-228