

20

**ALTERNATIVAS**

**NUTRICIONALES EFICIENTES EN BANANO ORGÁNICO EN LA  
PROVINCIA EL ORO, ECUADOR**

# ALTERNATIVAS

NUTRICIONALES EFICIENTES EN BANANO ORGÁNICO EN LA PROVINCIA EL ORO, ECUADOR

## EFFICIENT NUTRITIONAL ALTERNATIVES IN ORGANIC BANANA IN EL ORO PROVINCE, ECUADOR

Edgar Lenin Valverde Fonseca<sup>1</sup>

E-mail: [ed\\_lenval40@hotmail.com](mailto:ed_lenval40@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5124-0512>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Alexander Moreno Herrera<sup>1</sup>

E-mail: [amoreno@utmachala.edu.ec](mailto:amoreno@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8898-4195>

Alejandro Rafael Socorro Castro<sup>2</sup>

E-mail: [arsocorro@hotmail.com](mailto:arsocorro@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6576-308X>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

<sup>2</sup> Convenio Universidad Metropolitana de Ecuador-Universidad de Cienfuegos, Cuba.

### Cita sugerida (APA, sexta edición)

Valverde Fonseca, E. L., García Batista, R. M., Moreno Herrera, A., & Socorro Castro, A. R. (2019). Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 151-159. Recuperado de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA>

### RESUMEN

La problemática de implementar alternativas nutricionales en las plantaciones bananeras es un caso significativo que se presenta como prioridad productiva, social y económica al implementar una agricultura orgánica, limitando el uso de químicos que contaminan las cosechas y el medio ambiente de manera general. El cultivo tradicional del banano utiliza altas dosis de fertilizantes químicos, especialmente Nitrógeno y Potasio, lo que propicia buscar alternativas nutricionales y manejar las plantaciones en una forma más sostenible. La producción de banano orgánico en las áreas de producción tradicional conlleva cambios en la tecnología del cultivo, donde para mantener los requerimientos nutricionales del cultivo y garantizar una producción eficiente, en la que se elevan los costos, se hace necesaria la implementación de nuevas alternativas para lograr un producto de calidad y elevado valor de venta, lo que garantizaría el éxito de las producciones orgánicas, lo que han conllevado a cumplimentar los siguientes objetivos: Relacionar las diferentes fuentes de residuos orgánicos empleadas como suministros de nutrientes alternativos para plantaciones de banano orgánico y describir alternativas de fertilización orgánica para mantener los requerimientos nutricionales en plantaciones de banano orgánico.

**Palabras clave:** Banano, alternativas nutricionales, fuentes orgánicas.

### ABSTRACT

The issue of implementing nutritional alternatives in banana plantations is a significant case which arises as productive, social, and economic priority to implement an organic agriculture, limiting the use of chemicals that pollute the crops and the environment in general. The traditional cultivation of banana used high doses of chemical fertilizers, especially nitrogen and potassium, which encourages nutritional alternatives and managing plantations in a more sustainable way. The production of organic bananas in traditional production areas entails changes in the production technology, which is done to maintain the nutritional requirements of the crop and ensure an efficient production, in which the costs soar necessary implementing new alternatives to achieve a product of quality and high sales value, which would guarantee the success of organic productions, which have led to complete the following objectives: linking different sources organic waste used as supplies of alternative nutrients for plantations of organic bananas and describe alternative Organic fertilization to maintain nutritional requirements on organic banana plantations.

**Keywords:** Banana, nutritional alternatives, organic sources.

## INTRODUCCION

Hoy en día la producción de banano orgánico es realizada en su mayoría por pequeños agricultores. Muchos de ellos lo hacen como una manera natural de producción, por carecer de medios para aplicar las recomendaciones tecnológicas modernas; los de mayor capacidad económica lo hacen porque han descubierto una oportunidad de hacer negocio, al mismo tiempo que se ajustan a las exigencias cada vez más fuertes de un sector consumidor que demanda mayor protección del ambiente, especialmente en lo que a uso de plaguicidas se refiere (International Network for the Improvement of Banana and Plantain, 1998).

Según una definición del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, la agricultura orgánica es un sistema de producción que evita o excluye ampliamente el uso de fertilizantes, plaguicidas, reguladores del crecimiento y aditivos para la alimentación animal compuestos sintéticamente. Tanto como sea posible los sistemas de agricultura orgánica se basan en rotación de cultivos, utilización de estiércol de animales, leguminosas, abonos verdes, residuos orgánicos originados fuera del predio, cultivo mecánico, minerales naturales y aspectos de control biológico de plagas para mantener la estructura y productividad del suelo, aportar nutrientes para las plantas y controlar insectos, malezas y otras plagas (Gómez Perazzoli, 2000).

Como alternativa nutricional en la producción de banano orgánico, los abonos orgánicos o materia orgánica pueden restituir la dinámica biológica y / o, la fertilidad perdida. Los fertilizantes orgánicos son materiales que aportan al suelo cantidad apreciable de materia orgánica y a los cultivos elementos nutritivos asimilables en forma orgánica. Estos materiales contienen numerosos elementos nutritivos, pero sobre todo Nitrógeno, Fósforo, Potasio y, en menor proporción, Magnesio, Sodio y Azufre, entre otros. El aporte de los fertilizantes orgánicos al suelo y a la planta es: mejora las condiciones físicas del suelo; aumenta la actividad microbiológica; regula el exceso temporal de sales minerales o de sustancia tóxicas, debido a su capacidad de absorción; incrementa la fertilidad del suelo; evita la pérdida de nutrientes por lixiviación; aporta reducido de nitratos y menos contaminación de acuíferos; y mejora las condiciones organolépticas de la fruta.

Tradicionalmente en el cultivo del banano se utilizan altas dosis de fertilizantes químicos, especialmente Nitrógeno y Potasio, ocasionando que una gran parte de la investigación se enfoque a mejorar el aprovechamiento de los mismos y en consecuencia a manejar las plantaciones en una forma más sostenible.

La producción de banano orgánico en las áreas de producción tradicional conlleva cambios en la tecnología del cultivo, donde para mantener los requerimientos nutricio-

nales del cultivo y garantizar una producción eficiente, en la que se elevan los costos, se hace necesaria la implementación de nuevas alternativas para lograr un producto de calidad y elevado valor de venta, lo que garantizaría el éxito de las producciones orgánicas, por lo que nos hemos propuesto en el estudio los siguientes objetivos: Relacionar las diferentes fuentes de residuos orgánicos empleadas como suministros de nutrientes alternativos para plantaciones de banano orgánico y describir alternativas de fertilización orgánica para mantener los requerimientos nutricionales en plantaciones de banano orgánico.

## DESARROLLO

Estudios realizados por López (1995) citado por International Network for the Improvement of Banana and Plantain (1998), las necesidades nutricionales del cultivo de banano (cultivares Cavendish) bajo manejo intensivo (alta tecnología) son muy grandes si se las compara con las de otros cultivos o cultivares del género Musa. Una plantación bien manejada puede producir 70 toneladas brutas de fruta/ha/año. Considerando este valor y la alta concentración de nutrientes en el racimo, con cada cosecha se remueve grandes cantidades de elementos, sobre todo Potasio. En la tabla 1 se presenta la cantidad de cada elemento según los parámetros encontrados por Marchal & Mallesard (1979), para elementos mayores, y por Lahav & Turner (1992), para elementos menores.

Tabla 1. Cantidades de elementos removidos por la fruta en una plantación altamente productiva. Elementos exportados en la fruta (kg/ha/año).

Nitrógeno	126.2	Magnesio	10.2	Cobre	0.3
Fósforo	14.5	Calcio	20.3	Zinc	0.8
Potasio	399.0	Hierro	1.6	Man-ganoso	0.8

Para garantizar el aprovechamiento eficiente de los nutrientes por la planta de banano, en las primeras fases de crecimiento es decisivo para el desarrollo futuro, en el momento de la siembra utilizar un fertilizante rico en fósforo. Cuando no se haya realizado abonado inicial, la primera fertilización tendrá lugar cuando la planta tenga entre 3 y 5 semanas, recomendándose abonar al pie en vez de distribuir el abono por todo el terreno, ya que esta planta extiende poco las raíces. En condiciones tropicales, los compuestos nitrogenados se lavan rápidamente, por tanto, se recomienda fraccionar la aplicación de este elemento a lo largo del ciclo vegetativo. A los dos meses, es recomendable aportar urea o nitrato amónico, repitiendo el tratamiento a los 3 y 4 meses. Al quinto mes se debe realizar una aplicación de un fertilizante rico en potasio, por ser uno de los elementos más importantes para el fructificación del cultivo. En plantaciones adultas, se seguirá empleando una fórmula rica en potasio (500 g de sulfato o cloruro potásico), distribuida en el mayor número

de aplicaciones anuales, sobre todo en suelos ácidos. Se tendrá en cuenta el análisis de suelo para determinar con mayor exactitud las condiciones actuales de fertilidad del mismo y elaborar un adecuado programa de fertilización (Herrera Rojas & Colonia Coral, 2011).

López (1995), plantea que como en cualquier otro cultivo el banano requiere de elementos químicos indispensables para el crecimiento y la producción de la planta, denominados elementos esenciales, dentro de estos existe un grupo conformado por el oxígeno, carbono e hidrogeno, que se encuentran presentes en el agua y la atmosfera, El otro grupo llamado nutrimentos minerales son absorbidos por la planta del suelo, entre ellos están el nitrógeno, fosforo, potasio, en segundo nivel el calcio, el magnesio y el azufre , y en un tercer nivel los microelementos que las plantas demandan de ellos pocas cantidades, entre estos están el zinc, boro, manganeso, cobre, cloro y sodio. Todos ellos juegan un papel importante, las dosis empleadas en casi todos los países de América es alrededor de los 300 kg/ha, se recomiendan 600 kg/ ha de K<sub>2</sub>O, otros autores recomiendan dosis de 850 kg/ha/año, fraccionadas en 5 ocasiones y de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, una dosis de 150 kg/ha.

El uso de abonado orgánico es adecuado en este cultivo no sólo porque mejora las condiciones físicas del suelo, sino porque aporta elementos nutritivos. Entre los efectos favorables del uso de materia orgánica, está el mejoramiento de la estructura del suelo, un mayor ligamiento de las partículas del suelo y el aumento de la capacidad de intercambio. Otros autores como López, (1995), recomiendan dosis de hasta 7 t/ha de abonos orgánicos.

Es evidente que la agricultura orgánica como sistema agroproductivo sostenible aplica una serie de tecnologías y métodos que son esencialmente respetuosos de los recursos naturales, el medioambiente y la biodiversidad, toda vez que favorece prácticas agrícolas respetuosas de los ciclos naturales, mejoras del recurso suelo, protección de aguas, reducción de emisión de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>), prohibición total de uso de agrovenenos de síntesis química, fomenta una cultura productiva limpia, biodiversa, que da a los sistemas productivos elementos de sostenibilidad ecológica y económica, eliminando la dependencia de los productores de costosos agroquímicos y tecnologías de precios inalcanzables, creando una cultura de autosuficiencia, toda vez que los insumos, mano de obra y otras actividades son realizadas por el productor y su familia y en muy pocos casos la pequeña unidad agrícola orgánica utiliza mano de obra asalariada.

Generalmente, para la fertilización orgánica se cita como limitación la falta de material orgánico para elaborar fertilizantes, sin embargo, se puede aplicar los siguientes productos:

- » Residuos vegetales: residuos de cultivo, pasto y forestales.
- » Desechos de animales: estiércoles, harina de huesos, Harina de pescado, harina de pluma, harina de sangre.
- » Desechos domésticos: Basura, compostas y vermicompostas.
- » Algas.
- » Turbas.

Para que sean útiles como fertilizante orgánico cada uno merece un manejo diferente; por ejemplo, los estiércoles frescos presentan más alto nivel de descomposición que los viejos; a los estiércoles provenientes de aves, chivos y ovejas se les considera “calientes” ya que contienen mayor cantidad de Nitrógeno y menor agua, y por ello no se puede aplicar en grandes cantidades y menos en semillas en germinación, ya que las secan. El estiércol de animal es uno de los fertilizantes orgánicos más utilizados, pero cuando se aplica fresco tiene los siguientes inconvenientes: Pierde fertilizante al descomponerse (lixiviación y volatilización), Olor muy penetrante (común en huertos de banano cuando se aplica este producto), Contiene gran cantidad de semillas de malezas y Alto contenido de patógenos y plaga. Debido a lo anterior es mejor compostearlo y de esta manera se tiene una mayor capacidad de retención de nutrimentos; al elevar la temperatura a 70 °C se destruye patógenos y semillas de maleza. Su aplicación mejora la estructura, porosidad y permeabilidad del suelo (Orosco, 1998).

Autores como: Sztern & Pravia (2000), plantean como fuentes de residuos organices, los residuos que se generan en las siguientes actividades:

**Actividad agropecuaria:** en esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los residuos vegetales están integrados por restos de cosechas y cultivos (tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas, etc., procedentes de diversas especies cultivadas. El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores. Características de las especies cultivadas, ciclo del cultivo, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición, etc. Entre los residuos animales, se incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines. Desechos de faena, cadáveres, sobrantes de suero y leche, etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés por la concentración espacial que alcanzan en producciones como la lechera, suinicultura, avicultura, feed-lots, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos.

**Estiércoles:** es una descripción general de cualquier mezcla de heces, orines y desperdicios. La composición

físico-química del estiércol varía de una producción agropecuaria a otra, dependiendo entre otros factores del tipo de ganado, de la dieta, y de las condiciones bajo las cuales se produce el estiércol. Purines: a diferencia de los estiércoles los purines tienen un alto contenido de agua, por lo que son manejados como líquidos.

**Actividad agroindustrial:** existe una gran diversidad de residuos generados en la actividad agroindustrial. Las características cuantitativas y cualitativas de los mismos dependen de numerosos factores, entre otros: características de las materias primas, procesos de industrialización, intensidad de la producción, características de los productos obtenidos. Muchos residuos de las actividades agroindustriales son reutilizados a través de alternativas que se aplican desde hace ya algunos años, con menos o mayor grado de eficacia. Para otros residuos agroindustriales aún no existen alternativas de transformación en insumos útiles dentro de un marco económico viable.

**Industria láctea:** los residuos de mayor volumen generado corresponden a derivados del suero de manteca y de quesería. El suero de manteca tiene una composición similar a la leche descremada, con un contenido más alto de grasa y menor de lactosa. Resulta del batido de la crema y su posterior separación en suero y manteca. Este residuo ha sido ensayado en la alimentación animal, directamente o como complemento de raciones. El suero de quesería no contiene caseína y presenta un bajo valor en lípidos y minerales, es la fracción líquida que se separa de la cuajada, siendo desechado prácticamente en su totalidad.

**Industria frigorífica:** la faena de bovinos, ovinos y en menor grado de suinos y aves de corral, genera importantes volúmenes de residuos. Entre estos se destacan excretas, cueros, pieles vísceras, contenidos digestivos, pelos, plumas, sangre y huesos. Parte de la sangre de la faena es derivada a la industria de alimentos para animales. Es utilizada también para la fabricación de productos químicos y harina de sangre. Algunas vísceras pueden ser empleadas en chacinerías o bien para la fabricación de harinas (harina de hígado y de carne). Otra alternativa que no ha tenido gran desarrollo es la producción de SVC (silo de vísceras, sangre y contenido ruminal). Los huesos son empleados tradicionalmente para harinas, sales de ganado, entre otros usos industriales. Cueros, plumas, recortes de pelos y pieles, así como contenido ruminal y excreta son residuos para los que no se han propuesto alternativas válidas de aprovechamiento. Su tratamiento representa una dificultad para los establecimientos en cuestión, pudiendo generar problemas de carácter sanitario y ambiental.

**Industria cerealera:** arroz, trigo, maíz, sorgo, cebada, avena, leguminosas en grano son los principales cultivos industrializados. En cultivos e industrialización de cerea-

les la generación de desechos: pajas, rastrojo y cáscaras (caso del arroz), igualan en cantidad a la producción de granos. Muchos de estos residuos reúnen los requisitos para la producción de alimentos con destino al consumo humano o forrajes y piensos para animales. No obstante, para residuos del cultivo e industrialización del arroz, no se han desarrollado tecnologías sostenibles para resolver la problemática de los grandes volúmenes de emisión.

**Industria Aceitera y Granos Oleaginosos:** se procesan granos de girasol, soja, colza y lino. Los residuos generados son diversos: cáscara, fibras, efluentes líquidos, etc. En general son residuos que contienen 30 a 50% de proteína, 15 a 30% de celulosa y bajo contenido en agua. El residuo más conocido en esta industria es la "torta", generado por la extracción de aceite a la que se someten los granos en la prensa hidráulica. Las tortas y harinas de extracción, así como otros derivados de la industria aceitera, contienen un importante valor proteico y energético.

**Industria de la pesca:** parte de los residuos generados en esta industria son utilizados para la producción de harina de pescado, que es usada en la fabricación de raciones para alimentación animal. El "ensilado" de pescado es una alternativa para el tratamiento de residuos o descartes de plantas que tiene amplias posibilidades de desarrollo, ya que no requiere maquinaria ni instalaciones especiales. Es un proceso mediado por microorganismos que permite obtener un alimento para consumo animal con niveles vitamínicos altos, que hasta el momento no ha tenido una gran difusión.

**Industria forestal:** es una agroindustria en franco desarrollo, que genera volúmenes muy importantes de residuos (corteza, costaneros, serrines, etc.). Los residuos representan aproximadamente un 40 a 50% de la materia bruta. Las alternativas de aprovechamiento que se han implantado hasta el momento están enfocadas a la recuperación energética de estos residuos.

**Residuos Sólidos urbanos (RSU):** la denominación Residuos Sólidos Urbanos hace referencia, en términos generales, a los residuos generados por cualquier actividad en los centros urbanos y en sus zonas de influencia. No obstante, nos ocuparemos brevemente, sólo de aquellos residuos urbanos donde el componente orgánico predomina, estos son: residuos sólidos domiciliarios, residuos provenientes de la limpieza y barrido de áreas públicas, residuos del mantenimiento de arbolado, áreas verdes, recreativas públicas y privadas. Dentro de esta fracción orgánica, en términos generales predominan los desechos de origen vegetal. La relación residuos vegetales/animales está sujeta a variaciones de tipo estacional muy marcadas en algunas regiones. Los Residuos Sólidos Domiciliarios representan cuantitativamente una fuente muy importante de materia orgánica, la separación de esta fracción libre de restos inorgánicos ofrece dificultades lo

que encarece los costos de recuperación.

El abono orgánico, se puede decir, es el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas. El Abono orgánico es un complejo de nutrientes para el suelo que mejora su estructura, ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción del agua y nutrientes por la planta.

El abono orgánico, mejora las propiedades físicas del suelo. La MO favorece la estabilidad de la estructura de los suelos agrícolas, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua. Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en Macro y Micro nutrientes. Mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC) Mejora la actividad biológica del suelo.

Actúa como soporte y alimento de los microorganismos, ya que viven a expensas del humus y contribuyendo a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo. Los factores que condicionan el proceso del abono orgánico son muchos, y algunos complejos, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y técnica a emplear (Azofeifa, 2012).

El mismo autor, Azofeifa (2012), plantea que la relación C/N, debe ser equilibrada entre los 2 constituyentes básicos de la MO. Una relación óptima sería 25/35, si es elevada disminuye actividad biológica y si es Baja se manifiesta pérdida de N (Amonio). Una relación equilibrada C/N se caracterizaría: Ricos en C, pobres en N: heno seco, hojas, ramas, turba, aserrín y ricos en N, pobres en C: vegetales jóvenes, deyecciones de animales y residuos de camal.

Según Orosco (1998), todo agricultor que evalúa la posibilidad de convertirse en productor orgánico, o aquel otro que ha tomado la decisión de disminuir el uso de agroquímicos en su finca, se pregunta: ¿cuáles son los productos naturales que puedo utilizar para sustituir a los sintéticos?

Al inicio de la plantación entre las hileras de los bananos se puede sembrar abonos verdes como crotalaria y clitoria; la primera proporciona alrededor de 11 toneladas de biomasa seca por hectárea y la segunda cuatro toneladas. Estas se incorporan como abono verde a los tres meses, además de tener la capacidad de fijar Nitrógeno, debe acompañarse de aplicaciones de estiércol u otro fertilizante orgánico (Tabla 2).

Otra ventaja que tiene la siembra de estas plantas intercaladas con el banano es que no permite la emergencia de malas hierbas.

Tabla 2. Efecto del abono verde sobre la producción de banano FHIA-01.

Abonos Verdes	Peso R a c i m o Toneladas (kg) ( ha)					
	1ª. 2ª. Floración		Floración 1ª. 2ª.			
Crotalaria	sola	est	24	22	26	49
	tiér	col	32	33	35	72
Clitoria	sola	est	26	24	28	52
	tiér	col	28	31	30	69
Testigo <sup>2</sup>			32	35	35	78

<sup>2</sup> Fertilización química 200-75-750 kg/ha de N-P-K

Posteriormente el banano se puede fertilizar con los siguientes abonos orgánicos: Compost, Vermicompost o bien estiércol en dosis de 2-4 litros cada cuatro meses.

**Compost:** Compuesto humificador de manera natural. Se elaboró haciendo camas de dos metros de altura, para lo cual se utilizó nueve partes de material vegetal y una de estiércol. En las capas de material vegetal se usó hoja de palma, zacate, crotalaria, residuos de poda, y cada capa tenía un espesor de 10 cm. Se regó y se volteo la cama cada mes y aproximadamente en ocho meses estuvo lista para su aplicación (Orosco, 1998). Otras referencias respecto al compost indican que los mayores contenidos en promedio de MO, N, P, K, Ca y Mg se encontraron en residuos animales en relación a los vegetales, por lo que se recomienda que al momento de elaborar enmiendas orgánicas deben incorporarse materiales de origen animal con la finalidad de obtener un producto con mayor valor nutricional (Pérez, et al., 2008).

Las aplicaciones de compost + ceniza tuvieron un marcado efecto sobre el crecimiento (la altura de la planta, el perímetro y el área foliar) y el rendimiento y sus componentes principales (número de manos y dedos por racimo) respecto al testigo en ambos tipos de suelos, correspondiendo el mejor tratamiento a la aplicación combinada de 20 kg de compost + 10 kg de ceniza, el cual produjo un rendimiento de 15, 3 kg. racimo-1 en el suelo Ferralítico Rojo y 14, 6 kg. racimo-1 en el suelo Aluvial.

**Vermicompost o Humus de lombriz:** Compost elaborado por medio de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) y como sustrato se utilizó estiércol de caballo y residuos de cosecha; en un término de tres meses se tiene elaborado el vermicompost. Antes de la evaluación se hizo pruebas para determinar qué productos de residuos vegetales pueden ser consumidos por la lombriz roja de California, encontrando que además del estiércol de ca-

ballo, los residuos de zanahoria, verduras y mango son aprovechados por la lombriz tal y como están (en fresco). Otros residuos como los de plátano, poda de árboles, cáscara de limón se pueden utilizar siempre y cuando sufran un proceso de descomposición y si se les adiciona estiércol el proceso se acelera. No se debe aplicar productos como desechos de harina de pescado, serrín o estopa de coco; el primero porque contiene más del 45% de proteínas y los segundos por su contenido de tanino, condiciones que son fatales para la lombriz (Tabla 3).

Tabla 3. Residuos vegetales en la producción de vermicompost con lombriz roja de California.

Residuos	Sí	No	Con proceso de descomposición
Fruta plátano	x		x
R a q u i s plátano	x		x
Estiércol	x		x
Estopa de Coco	x		
Serrín		x	
Residuos de poda		x	x
Zanahoria - Mango			
Verdura			
D e s e c h o harina de pescado	x		x
Cachaza + estiércol	x		

El humus es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables.

La materia orgánica que se descompone y produce humus está formada por: fragmentos vegetales (hojas, tallos, raíces, madera, cortezas, semillas, polen) en descomposición; exudados de raíces y exudados de plantas (propóleos) y de animales (mielada) por encima del suelo, excrementos y excretas (mucosa, mucílago) de las lombrices y otros animales microbianos del suelo, de animales muertos y muchos otros microorganismos, como hongos y bacterias. Todos estos elementos están constantemente siendo digeridos, desplazados (bioturbación) y movilizados por una comunidad de organismos

llamados carroñeros, saprófagos o saprófitas: bacterias, hongos e invertebrados. En la zona fría o continental, la formación de humus se acelera en primavera cuando sube la temperatura y la humedad es alta.

Como fertilizante orgánico se utilizó estiércol de cuadra de caballo que contenía una parte importante del rastrojo de maíz que se utiliza como cama; esto permite que el estiércol esté más enriquecido de nutrientes ya que funciona como una cama de absorción (Orosco, 1998). Debe cuidarse el manejo de los abonos, en especial los de tipo animal para garantizar que no existan excesos en la cantidad de nutrientes, principalmente nitrógeno, para que no contaminen las aguas subterráneas o se acumulen en las plantas. Es recomendable compostarlos primero, para aplicar un producto más estable. Es importante llevar registro de las procedencias de estos abonos, tipo de vaca, cerdo, pollo, fecha y lugar de aplicación, forma ya sea descompuesto, crudo y análisis de contaminación de los productos utilizados, especialmente en los primeros años de transición del cultivo. Debe existir un lapso de 60 días entre la aplicación del abono y la cosecha del cultivo, aunque en ciertas situaciones podría requerirse un tiempo mayor.

**Gallinaza:** Excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. Puede o no considerarse la mezcla con los materiales de la cama. La gallinaza es un excelente fertilizante para los cultivos, si se utiliza de forma correcta. Es un material que integra al suelo excelentes cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo, también aumenta el contenido de materia orgánica, mejora la fertilidad del suelo y conserva las propiedades físicas y químicas del mismo. La gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor contenido nutrimental.

Los cultivos orgánicos son enriquecidos mediante la elaboración de compostas con la finalidad de volver a dar al suelo los nutrientes que entrega a través de los alimentos, evitando al máximo la exposición a fertilizantes químicos, hormonas de crecimiento y organismos genéticamente modificados.

Sobre este tema una de las mayores limitantes para analizar los efectos de la producción orgánica sobre el medio ambiente fue la muy limitada existencia de investigación relativa a ese tema. Los efectos más destacados resultaron ser: 1) Reducción en el uso de insumos químicos. La reducción en el uso de insumos químicos en las bananeras orgánicas está asociada a efectos positivos, incluyendo menores riesgos de contaminación de los suelos, cursos de agua y aire; 2) Evidencia anecdótica menciona casos de malformaciones en el nacimiento

que habían ocurrido debido al alto uso de agrotóxicos en poblaciones de los alrededores de las plantaciones de banano tradicional; 3) Se establece en el suelo una mayor biodiversidad de los microorganismos; 4) El balance de los cambios ocurridos en los costos de producción y de los precios del banano llevó a mayores ingresos netos de la producción orgánica; 5) La aplicación de abonos orgánicos y el intercalamiento de cultivos, principalmente leguminosas ayuda a mantener un mejor balance de nutrientes en el suelo y a preservar su estructura; 6) Los cultivos orgánicos pueden implicar una pérdida neta de nutrientes del suelo cuando la pérdida de biomasa no es compensada por la incorporación de nutrientes. Comparando la cantidad de nutrientes extraídos por la cosecha y el aporte de materiales de las plantaciones de banano en la producción. Degradación de la fertilidad, en otras ocasiones se habla de degradación biológica, cuando se produce una disminución de la materia orgánica incorporada (Bertsch, 1995).

En el cultivo de banano se utilizan abonos orgánicos tales como gallinaza, lombriabono, compost, bovinaza, abonos verdes como leguminosos herbáceas. Cabe resaltar que estos productos deben tener una trazabilidad y no se deben utilizar abonos que estén contaminados con metales pesados u otros productos químicos, de tal manera que afecten la inocuidad del banano que se va comercializar. Para reducir la contaminación microbiana se deben tener en cuenta las siguientes prácticas: 1) Utilizar procedimientos adecuados para el tratamiento de abonos orgánicos, de tal manera que se disminuya el número considerable de patógenos. Estos procedimientos pueden ser compostaje, pasteurización, secado por calor; 2) Aumentar el tiempo entre la aplicación del fertilizante orgánico y la cosecha, a fin de reducir el riesgo de contaminación de los frutos que se comercializan a los diferentes compradores; 3) Los productores que compran fertilizantes naturales y que hayan sido tratados para reducir el nivel de agentes patógenos y compuestos químicos, deben obtener el comprobante del productor donde especifique su procedencia, el método empleado de desinfección y los resultados donde se demuestre en qué condiciones llega el producto para ser utilizado; 4) Tener cuidado con los lixiviados procedentes de las otras fincas, en casos en que haya escurrido algún líquido, se deben plantear procedimientos que eviten la contaminación por lo expuesto anteriormente; 5) Los lugares de almacenamiento deben estar alejados del agua y de las áreas en producción a fin de evitar la contaminación cruzada de la fruta; 6) En caso del uso de estiércoles se hace necesario el historial clínico o en su defecto la certificación.

Una dosis de 20 t/ha de estiércol aporta al suelo 80 kg de nitrógeno, 150 kg de ácido fosfórico, 120 kg de potasio y 70 kg de calcio. Se recomienda aplicar dosis de 5 kg/planta. (20 t/ha).

La utilización de compost de banano constituye otras de las alternativas nutricionales en las bananeras orgánicas, continúa planteando Orosco (1998), considerando la gran cantidad de desechos orgánicos que la actividad bananera produce. Se estima que por cada hectárea de banano se dispone aproximadamente de un potencial de 6 t de peso fresco de raquis de fruta y 10 t de peso fresco de fruta de rechazo y/o desperdicio para la fabricación del compost. Se propone la construcción de montículos hechos con raquis de fruta y fruta de rechazo en una relación 1:2, los cuales son aplicados frescos directamente en el campo. Con la incorporación de estos materiales al suelo, se permite disminuir en una buena cantidad la utilización de fertilizantes convencionales. Aproximadamente el 20% de las necesidades de Potasio (125 kg de K<sub>2</sub>O /ha/año) de una finca puede ser suplido con la incorporación de compost de raquis y banano. (Barquero, 1996).

Para lograr la aplicación eficiente de un manejo integrado y sostenible de la nutrición del banano orgánico con el uso de compost, estiércol vacuno, restos de cosecha y otros subproductos agrícolas, debemos: 1) Localizar las fuentes de residuos orgánicos próximos al área de producción; 2) Producir 80 t de compost usando los restos de cosecha de todos los cultivos; especialmente los residuos de plátano; estiércol vacuno. La elaboración del compost deberá comenzarse al menos 2 meses antes de la plantación, de forma tal que esté listo para su aplicación 6 meses después de sembrado el cultivo; 3) En el momento de la siembra aplicar materia orgánica (compost) a razón de 6 kg/planta, lo que representa una dosis de 24 t/ha; 4) Emplear los restos de las cosechas recientes y estiércol vacuno como cobertura en las calles y entrecalles.

Resultados obtenidos por Simó, Ruiz, Rivera, Morales, Carvajal & Ramírez (2004), en variados experimentos concluyen sobre diferentes alternativas nutricionales a emplear en el cultivo del banano: 1) Los residuos vegetales de plátano, arroz y frejol, así como los estiércoles y subproducto agroindustrial (vacuno, ovejo, cachaza, gallinaza, ceniza) composteados son una buena alternativa para la obtención de abonos orgánicos de excelente calidad; 2) El composteo en caliente, acelera el proceso de descomposición de los residuos vegetales y estiércoles; 3) El compost obtenido tiene buena calidad química y un diagnóstico negativo en cuanto a la presencia de nematodos; 4) Los diferentes estiércoles y subproductos industriales (vacuno, ovejo, conejo, cachaza, gallinaza, raquis y frutos de desechos de plátano, así como los residuos caseros) son una buena alternativa como sustrato para la lombricultura; 5) El composteo mediante la lombriz acelera el proceso de degradación de los residuos; 6) El vermicompost obtenido y denominado "PLATANOLOM" presenta alto contenido de nutrimentos y calidad. Resultados de otros autores, corroboran los obtenidos por Simó, et al., (2004).

Derivado de los resultados de diferentes estudios experimentales Simó, et al., (2004). realizó las siguientes recomendaciones: producir y aplicar compost por su alta calidad, fácil manejo y altas producciones; el empleo de diferentes estiércoles y subproductos industriales (vacuno, ovejo, conejo, cachaza, gallinaza, raquis y frutos de desechos de plátano, así como los residuos caseros) como sustrato para la lombricultura; producir y comercializar el humus obtenido por su alta calidad, fácil manejo y altas producciones; y el empleo del raquis (pinzote) y frutos de desechos para la elaboración de vermicompost.

## CONCLUSIONES

La fertilización orgánica eficiente del banano es una práctica necesaria para mantener la alta productividad del cultivo y evitar la degradación química y biológica del suelo,

El Nitrógeno y el Potasio son los dos elementos más importantes dentro de los programas de fertilización del cultivo de banano.

El porcentaje de aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos puede ser aumentado si se dispone de un buen sistema radicular.

La utilización de abonos orgánicos ha demostrado su efectividad al mejorar el aprovechamiento de los fertilizantes en el cultivo de banano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azofeifa, M. (2012). Alternativas de fertilización biológica orgánica. Guayaquil: Fundación Mango Ecuador.
- Barquero, M. (1996). Evaluación del composteo de los desechos orgánicos (pinzote y banano de rechazo) en una plantación bananera. (Tesis Ingeniero Agrónomo). San José: Universidad de Costa Rica.
- Bertsch, F. (1995). La fertilidad de los suelos y su manejo. San José: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Gómez, A. (2000). Agricultura orgánica: una alternativa posible. Montevideo: CEUTA.
- Herrera, M., & Colonia Coral, L. (2011). Guía técnica curso – Taller manejo integrado del cultivo de plátano. Jornada de Capacitación UNALM – AGROBANCO. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- International Network for the Improvement of Banana and Plantain. (1998). Producción de banano orgánico. Guácimo: INIBAP.
- Lahav, E., & Turner D. W. (1992). Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda ed. Boletín, N°. 7. Quito: Instituto de la Potasa y el Fósforo.

López M. (1995) Manual de Nutrición y Fertilización del Banano. San José: Corporación Bananera Nacional Estación Experimental La Rita Pococí.

Marchal, J., & Mallesard, R. (1979). Comparaison des immobilisations minérales de quatre cultivars de bananiers á fruits pour cuisson et de deux Cavendish. Fruits, 34 (6), 373-392. Recuperado de <http://agritrop.cirad.fr/413980/>

Orosco, J. (1998). Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano. Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable. Taller Internacional realizado en la EARTH, Guácimo.

Pérez, A., Céspedes, C., & Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, 8(3). Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-27912008000300002&lng=es&nrm=i](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-27912008000300002&lng=es&nrm=i)

Simó, J. E., Ruiz, L. A., Rivera, R., Morales, O. M., Carvajal, D., & Ramírez, T. (2004). Estudios integrales para el manejo y producción in situ de alternativas de fertilización *en* el cultivo del plátano. Santo Domingo: Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales.

Sztern, D., & Pravia, A. (2000). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Montevideo: Presidencia de la Republica Oficina de Planeamiento y Presupuesto Unidad de Desarrollo Municipal.