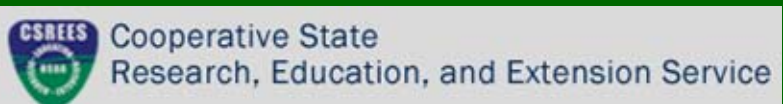




*Una Publicación de la Facultad del Colegio de Ciencias Agrícolas Dirigida
a Estudiantes de Escuelas de Agricultura Vocacional en Puerto Rico*



Hispanic Serving Institutions Education Grant Program



Dr. John Fernández Van Cleve
Decano y Director

Dra. Gladys M. González
Decana Asociada de Facultad

Dr. José R. Latorre
Director Industria Pecuaria

Dr. Miguel Muñoz
Director Agronomía y Suelos

INTEGRANDO PRODUCCION ANIMAL Y MEDIO AMBIENTE

Colaboradores

Personal Docente

Paul Randel Folling, Ph.D.
Héctor Santiago Anadón, Ph.D.
Elide Valencia Chin, Ph.D
Abner Rodríguez Carías, Ph.D
Américo Casas Guernica, M.S.

Personal No Docente

Héctor L. Díaz, M.S.

Estudiantes Graduadas

Rebeka Sanabria León, B.S.
Suzika Pagán Riestra, B.S.

MENSAJE DE LA DECANA ASOCIADA DE FACULTAD

Una de las misiones del Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, es brindar una educación de excelencia y divulgar sus esfuerzos de enseñanza e investigación a todos los sectores relacionados con la producción agrícola en Puerto Rico. Como parte de nuestra misión, personal docente, no docente y estudiantes graduados del Departamento de Industria Pecuaria y Agronomía y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, han elaborado este manual dirigido a estudiante de Escuelas Técnicas de Agricultura Vocacional sobre técnicas de producción pecuaria y agronómica benignas al medio ambiente.

La publicación del manual es además uno de los objetivos del *proyecto "Enhancing the knowlegde of Environmental and Molecular Biology Issues for Potencial and Current Animal Science Students"* financiado por el programa educational *"Hispanic Serving Institutions"* del programa Estatal Cooperativo de Servicios de investigación, Enseñana y Extensión del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, *CSREES/USDA*. Asimismo, una vez más la Facultad de Agricultura del Colegio de Ciencias Agrícolas demuestra su compromiso con el concepto de Agricultura Sustentable que a sido incorporado en sus programas de enseñanza e investigación y se manifiesta a través de esta publicación.

Les exhorto e invito a leer el manual "Integrando Producción Animal y Medio Ambiente" que conrtibuirá grandemente a su desarrollo académico-profesional y les invito a que en un futuro cercano visiten las facilidades del Colegio de Ciencias Agrícolas.

Gladys M. González, Ph.D.
Catedrática

NOTA DEL EDITOR

Esta publicación reúne ocho artículos, cinco de ellos son de la autoría de profesores del Departamento de Industria Pecuaria y uno de un profesor del Departamento de Agronomía y Suelos, mientras los otros dos son de estudiantes graduados de Industria Pecuaria del Recinto Universitario de Mayagüez. En varios de estos artículos se presentan datos, en forma abreviada, procedentes de investigación científica realizada por los respectivos autores; otros artículos divulgan información técnica y práctica relacionada con la utilización de diversos residuos o desechos orgánicos para la alimentación de animales de granja o para el mejoramiento químico-físico de suelos agrícolas. Los residuos tratados en estos escritos abarcan: 1) Subproductos de pescadería ensilados, 2) subproductos del procesamiento de frutas (chinas y piñas) ensilados, 3) subproductos de la industria farmacéutica, 4) desechos de granjas avícolas (gallinaza, pollinaza y camada enriquecida), y 5) restos de animales muertos.

Por otro lado se incluye un artículo que versa sobre la utilización de la enzima fitasa para mejorar la eficacia de la utilización del fósforo dietético por las aves y reducir la contaminación ambiental causada por la excreción de dicho mineral. El último artículo señala los beneficios que conlleva la preparación y uso de compostas vegetales para promover mayor productividad de diversos cultivos y combatir la erosión del suelo.

No se pretende que la presente publicación sea abarcadora, sino sólo que toque algunos puntos ilustrativos del quehacer profesional de científicos dedicados a promover la producción agropecuaria progresista montada sobre bases tecnológicas. A fin de cuentas ésta es la meta que persiguen los docentes, investigadores y extensionistas del Colegio de Ciencias Agrícolas, además de los estudiantes que realizan investigación como parte de su carrera universitaria. Esperamos que la información presentada aquí sirva de estímulo para candidatos a posibles estudiantes futuros del Colegio de Ciencias Agrícolas que tengan la vocación correspondiente.

Paul F. Randel
Catedrático

TABLA DE CONTENIDO

Técnicas de Procesamiento Biológico en la Producción Agrícola.....	1
<i>Abner A. Rodríguez-Carías</i>	
Fermentación Anaeróbica de Residuos de Pescadería y su Utilización en Dietas para Pequeños Rumiantes	4
<i>Abner A. Rodríguez y Héctor L. Díaz</i>	
Producción de Ensilaje con Residuos de Plantas Procesadoras de Frutas y su Utilización en Dietas para Ovinos.....	6
<i>Suzika Pagán Riestra</i>	
Nutrición de Aves y Cerdos - Reduciendo la Contaminación Ambiental con Fósforo: Soluciones y Alternativas.....	10
<i>Héctor Santiago-Anadón</i>	
Utilización de un Subproducto de la Industria Farmacéutica en la Alimentación Animal.....	13
<i>Paul F. Randel</i>	
Gallinaza como suplemento dietético en vacunos para carne.....	15
<i>Américo Casas Guénica</i>	
Elaboración de composta con residuos animales.....	16
<i>Rebeka Sanabria León</i>	
Composta para Mejorar el Suelo y Beneficiar las Plantas.....	21
<i>Elide Valencia Chín</i>	

Este manual fue coordinado por Abner A. Rodríguez, Catedrático Asociado, Departamento de Industria Pecuaria, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

Técnicas de Procesamiento Biológico en la Producción Agrícola

*Abner A. Rodríguez-Carías, Ph.D.
Catedrático Asociado
Departamento de Industria Pecuaria
Facultad de Ciencias Agrícolas*

Toda materia orgánica se descompone naturalmente por la actividad de bacterias, hongos, levaduras, gusanos e insectos. La descomposición no controlado de residuos orgánicos (vegetal o animal) produce entre otras características olores desagradables, efluentes y presencia de depredadores que atentan contra la bioseguridad y ocasionan daños al medio ambiente. Además, ocurre pérdida de nutrientes que de reciclarse podrían utilizarse en la producción agrícola como ingredientes para uso animal o como fertilizantes orgánicos.

La utilización de técnicas biológicas como la fermentación anaeróbica y aeróbica para el procesamiento de estos residuos representa una alternativa viable para su reutilización o reciclado. Estos métodos son más seguros y económicos que técnicas químicas o físicas como la acidificación, hidrólisis, o deshidratación. Además, estas técnicas permiten el ser adoptadas por productores pequeños, ya que son fáciles de aplicar y no requieren una inversión inicial económica alta.

Fermentación Anaeróbica (Ensilaje)

El principio básico de la fermentación anaeróbica o producción de ensilaje es la preservación de nutrientes del material fresco (residuo orgánico). La producción de ensilaje mediante fermentación anaeróbica requiere de la presencia de microorganismos productores de ácido láctico y de una fuente de carbohidratos solubles en agua. Durante la degradación de los carbohidratos por parte de los microorganismos se producen ácidos orgánicos (acético y láctico) que generan una disminución en el pH. La acidez previene la proliferación de microorganismos indeseables (coliformes, hongos, levaduras) y la putrición o deterioro del subproducto.

En la fermentación anaeróbica de residuos orgánicos se pueden distinguir cinco fases:

1. Consumo del oxígeno presente en la biomasa (residuo orgánico) por parte de los microorganismos aeróbicos presentes en el material fresco.
2. Proliferación y actividad de las bacterias productoras de ácido acético y la iniciación de la acidificación.

3. Proliferación y actividad gradual de las bacterias productoras de ácido láctico hasta estabilizarse la biomasa.
4. Inhibición del crecimiento de todo tipo de microorganismos indeseable para la fermentación por la acidez ocasionada por la producción continuada de ácido láctico.
5. Fase de Alimentación

Las tres primeras fases tienen una duración de tres a cuatro días y la cuarta aproximadamente de quince días. Después que se alcanza un pH menor de 4.5, el producto fermentado se conserva sin daño hasta por varios años siempre que prevailezcan las condiciones anaeróbicas. Sin embargo, se deben tomar precauciones con residuos orgánicos con un alto contenido de carbohidratos solubles en agua (residuos de frutas) ya que podría generarse fermentaciones etanólicas. Además, durante la fase de alimentación se debe evaluar la estabilidad aeróbica del producto o el deterioro que sufre al exponerse al aire.

Algunos ejemplos de residuos orgánicos que se fermentan anaeróbicamente para posteriormente ser utilizados en dietas para animales domésticos incluyen residuos de cosechas, frutas, pescado y camarón (Figura 1).

Fermentación Aeróbica (Composta)

Contrario a la producción de ensilaje, que requiere condiciones anaeróbicas y el producto final se utiliza como ingrediente en dietas para animales domésticos, la producción de composta es una fermentación aeróbica cuyo producto final se utiliza como fertilizante orgánico.

El producto final de este método de procesamiento biológico es un tipo de materia orgánica (humus) y se utiliza como abono. Durante su producción los microorganismos que descomponen el material orgánico son principalmente bacterias y hongos. El proceso requiere la presencia de materia que contiene nitrógeno, carbón, un contenido de humedad adecuada y oxígeno atmosférico. Se pueden procesar utilizando este método residuos orgánicos como desperdicios de cocina, residuos de cosechas, hojarasca, yerbas y residuos o desechos de frutas y vegetales. Actualmente, también se compostan tejidos animales (residuos de mataderos y animales muertos). Sin embargo, para la fermentación de tejido animal se requieren condiciones más controladas. En ambos casos, sean residuos vegetales o animales, no se deben utilizar plantas o animales enfermos.

Para la producción de composta se debe triturar o cortar los residuos vegetales para acelerar la descomposición del material, también se debe mantener una humedad adecuada a

través de todo el proceso (60%), asegurar una aereación constante y alcanzar temperaturas termofílicas (>105°F) para eliminar microorganismos patógenos y destruir semillas de yerbajos.



Figura 1. Producción de ensilaje de residuos orgánicos de pescadería utilizando la técnica de fermentación anaeróbica

Fermentación Anaeróbica de Residuos de Pescadería y su Utilización en Dietas para Pequeños Rumiantes

*Abner A. Rodríguez-Carías, Ph.D.
Catedrático Asociado
Departamento de Industria Pecuaria
Facultad de Ciencias Agrícolas*

*Héctor L. Díaz, M.S.
Investigador Auxiliar
Departamento de Industria Pecuaria
Estación Experimental Agrícola*

La elaboración de ensilaje con subproductos de pescadería utilizando fermentación anaeróbica como técnica para preservar sus nutrientes es un método sencillo y de bajo costo. Para su producción se utilizan residuos del procesamiento de filete o peces de descarte y la metodología para su elaboración incluye los siguientes pasos:

1. Se debe preparar el ensilaje en un compartimiento hermético, completamente anaeróbico (silo) con una válvula para la liberación de los gases generados. Para este propósito se pueden utilizar drones de 55 ó de 5 galones.
2. Los residuos de pescadería deben cortarse en trozos de aproximadamente 2 pulgadas de largo y utilizarse tan pronto como se obtengan para evitar su deterioro aeróbico o descomposición.
3. Para su fermentación deben mezclarse los subproductos ya trozados con una fuente de carbohidratos solubles en agua. Por ejemplo en el caso de melaza de caña la mezcla final debe estar compuesta de una proporción 80:20 p/p (pescado:melaza).
4. El silo hermético debe llenarse a sólo 80% de su capacidad para facilitar la liberación de gases producidos durante la fermentación.
5. Se debe dejar fermentarse la mezcla por un mínimo de 21 días y un máximo de 5 meses. En períodos de tiempo menores de 3 semanas la fase de ácido láctico (ácido orgánico que efectúa la preservación) aún no está estable y en períodos mayores de 5 meses la fermentación podría tornarse etanólica (producción de alcohol).
6. Las características fermentativas finales del subproducto fermentado deben incluir un pH menor o igual a 4.5, olor agradable, una concentración de ácido láctico no menor de 1.5% BS y un contenido de ácido acético no mayor de 1% BS.

Debido a su composición química el ensilaje de residuos de pescadería (Cuadro 1) se utiliza mayormente como fuente de proteína en la alimentación de animales domésticos. En el Departamento de Industria Pecuaria, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez el ensilaje de subproductos de pescado se ha evaluado como suplemento en dietas para ovinos utilizando heno de gramíneas tropicales, heno de maní perenne y ensilaje de sorgo forrajero como ración basal. Nuestros estudios utilizando ovinos criollos adultos como unidades experimentales han evaluado el efecto de la adición del subproducto fermentado sobre la aceptabilidad, el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de nutrientes de las mezclas forraje:subproducto con resultados promisorios. La suplementación con ensilaje de pescado de dietas basadas en heno de gramíneas tropicales aumentó el consumo de forraje y la digestibilidad de nutrientes (proteína bruta y fibra neutro detergente). Si se utiliza heno de leguminosas (e.i. maní rizoma perenne) como ración basal, la cantidad de ensilaje de subproductos de pescadería a ofrecer es menor. Se ha demostrado también que el ensilaje de residuos de pescadería es estable aeróbicamente hasta por períodos de siete días.

Cuadro 1. Composición química del ensilaje de residuos de pescadería

Componente	Valor (%)
Materia Seca	41.37
Materia Orgánica ^a	76.83
Materia Inorgánica ^a	23.17
Proteína Bruta ^a	32.07
Grasa Bruta ^a	15.50

^aBase Seca



Figura 2. Ensilaje de residuos de pescadería

Producción de Ensilaje con Residuos de Plantas Procesadoras de Frutas y su Utilización en Dietas para Ovinos

*Suzika Pagán Riestra, B.S.
Estudiante Graduada
Departamento de Industria Pecuaria
Facultad de Ciencias Agrícolas*

Durante el procesamiento de frutas, ya sea para el enlatado de la fruta o preparación de jugos, se generan residuos que se componen de la cáscara, pulpa y hasta semillas. Por otra parte, se encuentran los descartes de frutas frescas, que ya sea por estar mutiladas o por su tamaño, no se pueden mercadear. Estos residuos en estado son adquiridos por ganaderos para incluirlos en dietas para ganado de carne y de leche como fuente rica en carbohidratos solubles en agua (fuente de energía). Sin embargo, por su alto contenido de humedad y de carbohidratos solubles, son inestables al aire, deteriorándose durante las primeras 24 horas, lo que imposibilita su utilización durante periodos mayores de este tiempo. Además, la disponibilidad de los residuos varía de acuerdo a la época de producción de las frutas. Por lo tanto, es necesario la conservación de estos residuos, para poderlos tener disponibles continuamente como alimento para animales de finca.

El ensilaje es el resultado de una fermentación anaeróbica (no hay presencia de oxígeno), donde los microorganismos presentes naturalmente en la fruta van a producir ácidos orgánicos (principalmente ácido láctico). Estos ácidos inhiben el desarrollo de microorganismos dañinos que deterioran los residuos de fruta

Consideraciones al preparar ensilaje con residuos de frutas.

- *Humedad del residuo* - Cuan húmedo se encuentre el residuo afecta el proceso de fermentación. Materiales excesivamente húmedos conducen a fermentaciones inadecuadas (se detectan olores desagradables), mientras que residuos secos dificultan la compactación en el silo, lo que es esencial para la eliminación de oxígeno (establecer condiciones anaeróbicas).
- *Madurez de la frutas* - Es importante que los residuos sean de frutas mayormente maduras, de forma que contengan alto contenido de azúcares, los cuales constituyen el sustrato de los microorganismos que promueven la fermentación y por lo tanto, conservación de los residuos. Además, luego de la fermentación debe haber azúcares (energía) disponibles para ser aprovechados por el animal.
- *Tamaño de partícula* – Cuando se utiliza residuos del procesamiento de frutas no es crítico este criterio, ya que los residuos están en pedazos. Sin embargo, las frutas enteras se deben trozar, esto para facilitar la compactación.

- *Condiciones de los residuos* – Los residuos o frutas a ensilar no pueden estar en proceso de descomposición, o llenos de tierra.
- *Silo* – El silo es la estructura donde se almacenan los residuos de frutas para que ocurra la fermentación. Existen distintos tipos de silos, pero para ensilar residuos de frutas en pequeña escala se puede utilizar pailas o drones plásticos (dependiendo de la cantidad de ensilaje que se quiere preparar). Estos han de tener una o varias válvulas unidireccionales en la tapa de la paila o dron para liberar los gases que se generan durante la fermentación y limitar la entrada de oxígeno al silo (Figura 1).

Pasos a seguir en la preparación de ensilaje de residuos de frutas

- Ensilar los residuos del procesamiento de fruta el mismo día en que se generen y se obtienen.
- Compactar bien los residuos de fruta en el silo para eliminar al máximo posible el oxígeno.
- Sellar bien el silo para mantener las condiciones anaeróbicas durante todo el periodo de fermentación. El ensilaje se puede conservar por varios meses si se mantiene en condiciones anaeróbicas.

Después de un periodo de fermentación no menor de 21 días el ensilaje de residuos de frutas estará listo para utilizarse como alimento (Figura 2). El mismo se ha utilizado como suplemento en dietas para pequeños rumiantes (cabros y ovejos). Se ofrece un 20% de ensilaje de residuos de fruta y 80% de heno de gramíneas. El ensilaje de residuos de fruta sirve principalmente como fuente de energía por el contenido de azúcares (Figura 3).

Cuadro 1. Época de cosecha de algunas frutas en Puerto Rico

Fruta	Época de Abundancia de Residuos
China	noviembre a julio
Piña	enero a octubre
Parcha	junio a octubre
Mangó	mayo a agosto
Toronja	octubre a marzo

Cuadro 2. Composición química del ensilaje de residuos de china y piña (BS)

	% Materia seca	% proteína bruta	% FDN	pH
<i>Ensilaje de piña</i>	10.3	4.7	47.36	3.25
<i>Ensilaje de china</i>	18.7	6.5	23.7	3.32

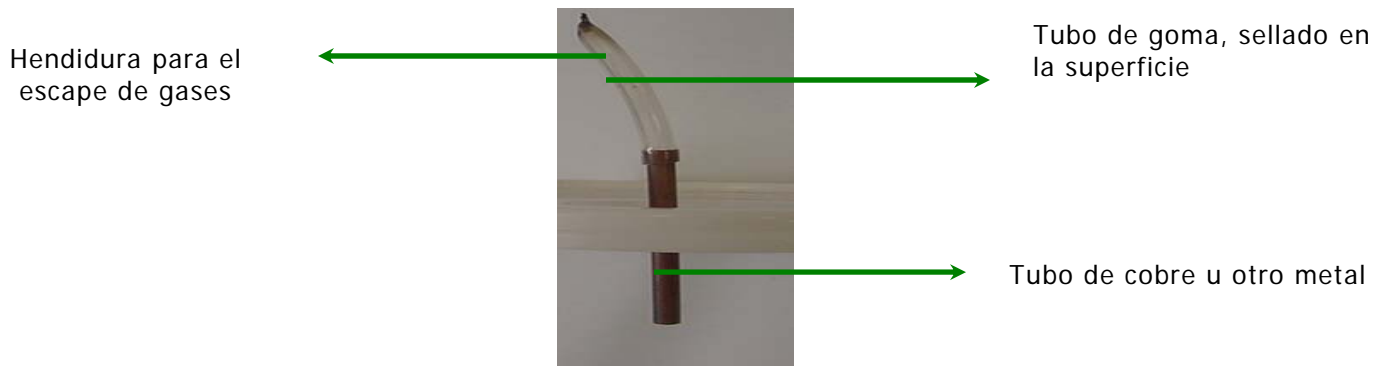


Figura 1. *Válvula unidireccional para escape de gases en el silo durante el periodo de fermentación*

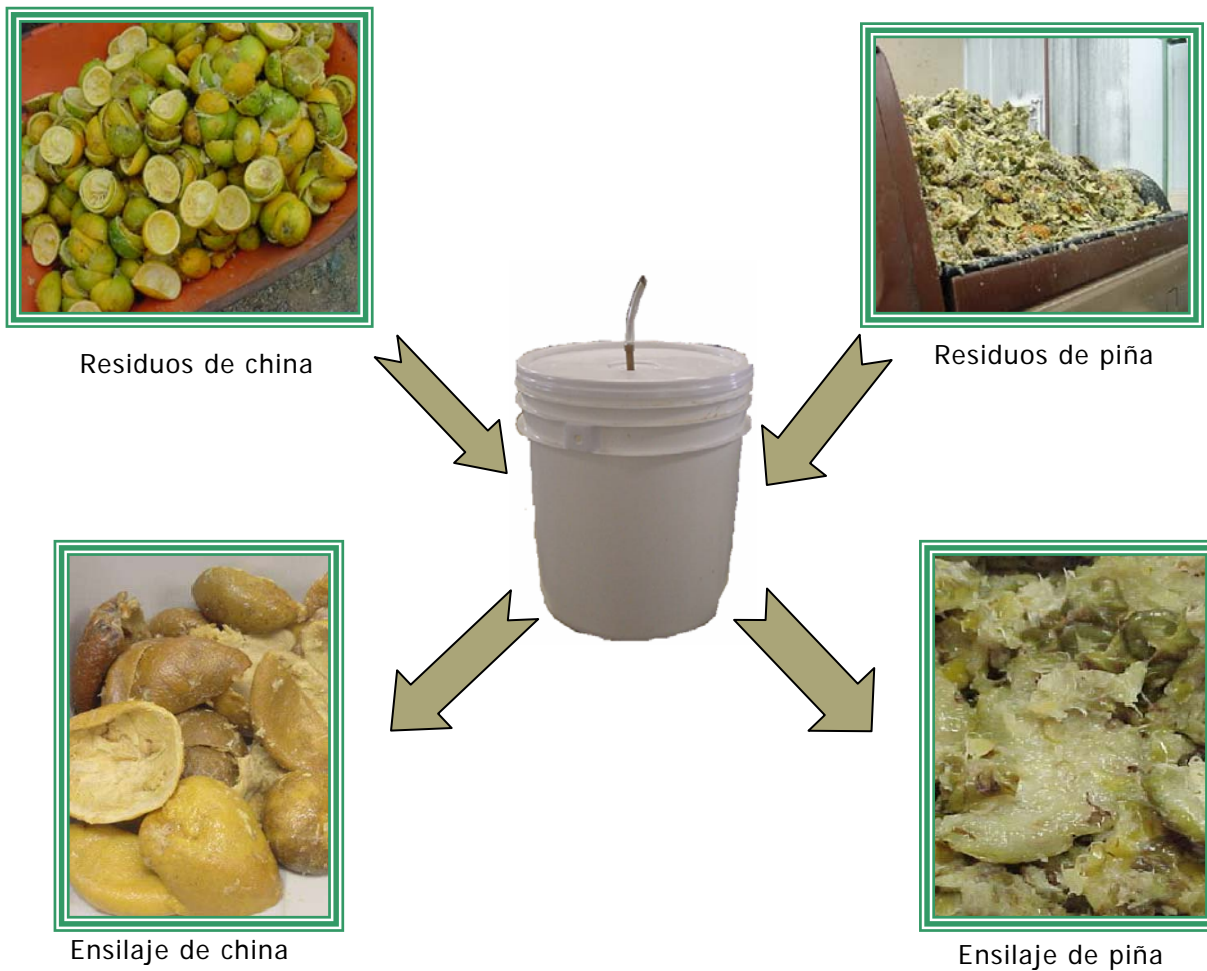


Figura 2. *Preparación de ensilaje con sub-productos de plantas procesadoras de china y piña*



Figura 3. Consumo de ensilaje de residuos de china y piña por ovinos criollos adultos

Nutrición de Aves y Cerdos - Reduciendo la contaminación ambiental con fósforo: Soluciones y Alternativas

Héctor Santiago Anadón
Investigador Auxiliar
Departamento de Industria Pecuaria
Estación Experimental Agrícola

Fósforo (P)

Es un macromineral fundamental para el crecimiento y desarrollo de los animales domésticos. Participa en reacciones relacionadas al metabolismo de compuestos energéticos como el ATP e intermediarios asociados al Ciclo de Krebs, está presente en el ADN y ARN, y forma parte de ciertos lípidos y proteínas del cuerpo. Además, es fundamental para el desarrollo óseo junto al Ca. Un bajo nivel de este mineral en la dieta puede resultar en un descenso en los niveles de las hormonas somatotropina, tiroxina y triiodotironina, lo que afecta el desarrollo del animal.

En la naturaleza el P está contenido mayormente en las rocas, donde está fijado, de manera que sólo puede llegar a las aguas por la erosión de las mismas pero se encuentra en forma de fosfatos en las escorrentías provenientes de suelos agrícolas fertilizados. Los fosfatos son liberados por bacterias luego de la descomposición de tejido vegetal u otros desechos. Eventualmente, estos compuestos llegan a los cuerpos de agua donde nutren plantas acuáticas y algas, y promoven su crecimiento. Una gran cantidad de los iones de fosfato están enlazados con cationes de Fe, Al y Ca, lo que los hace insolubles. Estos compuestos se precipitan y forman parte del sedimento, disminuyendo así la contaminación por exceso de P en los cuerpos de agua.

El fósforo en las dietas para animales

El P está presente en los ingredientes utilizados en dietas para animales principalmente en forma de ácido fítico y sus sales. El ácido fítico es considerado un compuesto antinutritivo dado su alto potencial como agente quelante. Es capaz de enlazar en su estructura iones de minerales esenciales en la nutrición animal como Ca^{+2} , Zn^{+2} , Cu^{+1} y moléculas orgánicas como carbohidratos y aminoácidos. El maíz y la soya suelen constituir cerca del 80% de las dietas de aves y cerdos. Sin embargo, de 60% a 75% del P en estos ingredientes está en forma de ácido fítico, y sólo de un 10 a un 30% del mismo es utilizado. La baja disponibilidad de P en los granos hace imprescindible la inclusión de P inorgánico en las dietas. Tanto el P inorgánico como el orgánico no utilizado son eliminados en la excreta.

Fitasa

Tanto las aves como los cerdos son incapaces de utilizar el P y demás minerales enlazados al anillo de ácido fítico, ya que carecen de la enzima fitasa. Esta enzima que se encarga de hidrolizar los enlaces de fosfato presentes en la molécula del anillo de seis carbonos, puede provenir de plantas, microorganismos o tejido animal. La fitasa de origen microbiano más utilizada en la actualidad es producida por el hongo *Aspergillus* y posee dos valores de pH de actividad óptima: 2.5 y 5.5. Esta propiedad la hace más efectiva por unidad de actividad que la fitasa de origen vegetal. Una unidad de fitasa activa (FTU) equivale a la cantidad de enzima que libera en 1 minuto 1 μmol de P inorgánico en 1 minuto de 5.1 mmol de solución de fitato de Na, a 37°C y un pH de 5.5. Tanto en pollos como en cerdos se ha probado que la fitasa es efectiva para aumentar la disponibilidad del P fitato en dietas basadas en harina de maíz y soya.

Soluciones y alternativas

Con el propósito de solucionar el problema de la contaminación por P en cuerpos de agua, la comunidad científica en conjunto con los gobiernos se han encargado de crear estrategias e implantar leyes para lidiar con el problema. Algunas estrategias se basan en minimizar la cantidad de nutrientes que los animales excretan. De esta manera, deben formularse dietas que no excedan los requerimientos establecidos y utilizar la alimentación por fase, para proveer al animal lo que necesita según la etapa de crecimiento en la que se encuentra. Por otra parte, la adición de fitasa en la dieta es una opción para disminuir los niveles de P en las heces. Ésta facilita la utilización del P fitato por el animal, por lo tanto, es posible disminuir la inclusión de P inorgánico en la dieta. La fitasa es capaz de liberar de un 30 a un 50% del P fitato y disminuir la excreción de P de un 30 a un 35% en el caso de los cerdos. Por lo tanto, una menor cantidad de nutrientes están siendo liberados al ambiente, mientras se cumplen los requisitos nutricionales de los animales. Otra opción es la utilización de la ingeniería genética para la alteración de los organismos vegetales o animales.

Actualmente, los científicos investigan la creación de variedades de granos como el maíz, que tengan un alto contenido de P disponible. En este tipo de maíz cerca de un 59 a un 95% del P está disponible para los animales. De esta manera se podrían disminuir los niveles de P en la camada en un 41%, y la liberación de P soluble en agua en un 82%. Por otro lado, los científicos investigan la manera de hacer que aves y cerdos tengan la capacidad de producir la enzima fitasa, insertando en su genoma el gen productor de fitasa. De esta manera los animales serían capaces de utilizar el P fitato, por lo que se reduciría la adición de P inorgánico en la dieta y no sería necesario incluir la enzima en el alimento.

La contaminación ambiental tiene consecuencias nefastas para la población, tanto a largo como a corto plazo. Por lo tanto, un manejo correcto en la producción agropecuaria y la utilización de prácticas agrícolas que protejan los recursos naturales son esenciales para reducir el impacto negativo al ambiente. De esta manera, la agricultura podrá seguir cumpliendo con el rol que ha tenido durante milenios, alimentar al mundo, y no seguir contribuyendo a la devastación de los recursos y el medioambiente.



Facilidades Experimentales Avícolas de la Estación Experimental Agrícola en Lajas



Pollos parrilleros alimentados con la enzima fitasa como aditivo en sus dietas

Utilización de un Subproducto de la Industria Farmacéutica en la Alimentación Animal

*Paul F. Randel, Ph.D.
Investigador
Departamento de Industria Pecuaria
Estación Experimental Agrícola*

La industria farmacéutica es una de las más importantes en Puerto Rico. Aporta mucho al desarrollo del país, crea miles de empleos y genera una gran actividad económica. Existen en la isla numerosas fábricas de diferentes empresas de este renglón, las cuales se concentran en ciertos municipios como Barceloneta. Una de estas empresas, la Abbott Laboratories, produce en su complejo de fábricas en Barceloneta el antibiótico eritromicina. Esto es resultado de un proceso fermentativo en enorme escala que deja un material residual que, luego de procesado, se considera un coproducto y se llama "Syner Max". Este coproducto se compone del medio de cultivo gastado, luego de la remoción del antibiótico deseado, y de residuos del microorganismo (una bacteria filamentososa) que sintetiza el mismo. Este complejo material líquido se somete a un procedimiento que lo concentra a cerca de un 50% de sólidos. El coproducto final se caracteriza químicamente por una acidez medianamente fuerte y altos contenidos de proteína bruta, lípidos y minerales. Por su riqueza en nutrientes y ausencia de propiedades tóxicas, es útil para uso en la alimentación animal.

La mayor parte del Syner Max que se produce en Puerto Rico se transporta en barcasas al continente norteamericano, donde se usa principalmente en la alimentación de las aves. Se incorpora solo a bajos niveles en las dietas, pero son millones las aves que consumen este coproducto y con ello se abastece un mercado muy grande. Por otro lado, aquella parte de la producción local de Syner Max que queda en Puerto Rico se destina mayormente a la alimentación de bovinos, en especial el ganado lechero.

El Departamento de Industria Pecuaria del Recinto Universitario de Mayagüez ha llevado a cabo varios experimentos en la Estación Experimental Agrícola de Lajas para evaluar el uso de Syner Max y Solub Max en la alimentación de ganado lechero. En uno de dichos estudios se utilizaron 39 cabezas de ganado horro (vacas secas y novillas grandes) divididas en 3 grupos, para comparar los tres suplementos líquido: (1) Syner Max solo, (2) éste en combinación con melaza de caña en las respectivas proporciones 85:15, y (3) "liquid streptomyces solubles-LSS" (el antiguo subproducto de la Abbott menos concentrado que el Syner Max) en combinación (70:30) con melaza de caña. El resto de la dieta constó de forraje pastoreado y un aporte módico de alimento concentrado. Los resultados comprobaron que la aceptación animal de Syner Max es buena y ésta mejora con la adición de 15% de melaza hasta casi alcanzar el nivel de consumo del suplemento de LSS+30% melaza.

En otro experimento que utilizó 18 vacas lactantes en 6 grupos, se compararon dos dietas, una con y la otra sin inclusión de un suplemento líquido de Syner Max y melaza (85:15). La dieta basal constó de forraje de pastoreo, un poco de heno de gramíneas y alimento concentrado suplido de acuerdo con el nivel productivo individual y tomando en cuenta el aporte del suplemento líquido. El consumo de materia seca proveniente del concentrado sólido únicamente en un caso y de concentrado sólido más suplemento líquido en el otro caso, fue casi igual y así también la producción de leche. Estos resultados comprobaron que la materia seca aportada por el suplemento líquido fue tan efectiva como la aportada por el concentrado sólido para promover la lactación.

En otro trabajo investigativo, que utilizó 16 vacas divididas en 4 grupos, se compararon alimentos concentrados peletizados con la adición de 0 (testigo), 2,4 ó 8% de Syner Max. Estos concentrados se suplieron individualmente según la producción de leche. Forraje de pastoreo y un poco de heno de gramíneas completaron la ración. Todos los cuatro tratamientos dieron buenos resultados en cuanto a consumo y producción, pero el de 2% Syner Max en el concentrado mostró una leve ventaja sobre los demás.

Finalmente en una investigación con 10 vacas lactantes bajo manejo en confinamiento total, la adición del 15% de Syner Max a una ración total mezclada, basada en ingredientes concentrados y heno de gramíneas, no afectó el consumo ni la producción y causó un leve aumento en la concentración de ácido linoleico conjugado (ALC) en la grasa de la leche (de 0.70 a 0.77%). Se interesa aumentar la concentración de ALC en la leche para obtener posibles beneficios en la salud de los consumidores humanos.

Más recientemente se ha experimentado con el uso de Solub Max en la alimentación a bajo costo de vacas secas en confinamiento, pero aún no hay datos suficientes acumulados para llegar a conclusiones.



Ilustración de consumo de un alimento líquido en ganado lechero

Gallinaza como suplemento dietético en vacunos para carne

*Américo Casas, M.S.
Investigador Asociado
Departamento de Industria Pecuaria
Estación Experimental Agrícola*

El excremento de pollo se ha utilizado por más de 30 años en diferentes partes del mundo en la alimentación del ganado vacuno. Términos que comúnmente se utilizan para describir este subproducto de la industria avícola son gallinaza (G), pollinaza (P) y camada enriquecida (CE). Los factores principales que afectan el valor nutricional de la G o P son la edad (tiempo que ha pasado después de recogida) y la cantidad de alimento concentrado que se pierde y se mezcla con el excremento. El primero afecta la cantidad de nitrógeno total y el segundo el contenido energético de la misma. En el caso de la CE además de los dos factores ya mencionados la afecta también el tipo de material vegetal (camada) con la cual es mezclada.

Preparación del Suplemento

La G, P y la CE por ser bajos en energía y poco palatables, mezclan muy bien con la melaza de caña y así además se reduce la pulverosidad de la mezcla. Cualquier otro subproducto agrícola que sea palatable y aporte energía a la mezcla también puede ser utilizado (por ejemplo desperdicios del procesamiento de la piña o cítricas). Es importante considerar el costo de los ingredientes a utilizarse con la G, P o CE en términos de la energía que aportan. La cantidad y el costo del suplemento será proporcional a la densidad energética que se le quiera dar a la dieta final. La decisión dependerá del objetivo que se tenga al suplementar y del valor nutricional de la dieta basal.



Ilustración de la gallinaza enriquecida y su consumo por vacunos para la producción de carne

Elaboración de Composta con Residuos Animales

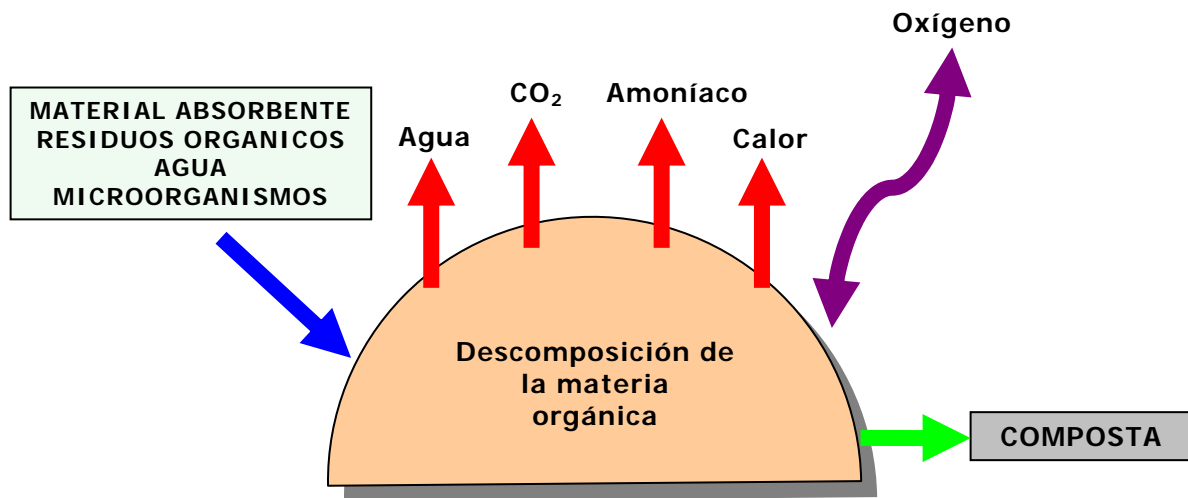
*Rebeka Sanabria León, B.S.
Estudiante Graduada
Departamento de Industria Pecuaria
Facultad de Ciencias Agrícolas*

La disposición de animales muertos en fincas productoras ha generado gran preocupación en las ciencias agrícolas debido a la contaminación ambiental que esto genera. Actualmente, la mortandad es dispuesta en sistemas de rellenos sanitarios o en fosas hechas en las mismas fincas. Una alternativa ambientalmente segura y costo efectiva para solucionar este problema es la elaboración de compostas. La composta es el resultado de una descomposición biológica en donde bacterias, hongos y otros microorganismos convierten el material orgánico en un producto estable bajo condiciones controladas. Los microorganismos son el componente activo que efectúan la biodegradación en el proceso de la conversión del material a compostarse. Para facilitar que estos descompongan el material debe haber un contenido de humedad óptimo, una proporción adecuada entre los elementos carbono y nitrógeno (C:N) y presencia de oxígeno.

El manejo adecuado de la humedad permite aumentar la actividad microbiana y lograr un flujo adecuado de oxígeno. En la elaboración de composta el contenido de humedad del material debe estar entre 45 a 60%. Una humedad por debajo del límite citado resulta en una disminución de la actividad microbiana; en cambio, una por encima de los valores óptimos no permite el flujo adecuado de oxígeno, por lo que la degradación se torna anaeróbica.

La proporción C:N nos indica cuanto carbono hay con respecto al nitrógeno en el material a compostarse. Esto es importante porque ambos elementos constituyen la principal fuente de alimentación de los microorganismos. Un C:N adecuado evita olores desagradables y la liberación de amoníaco al ambiente. Es deseable que el material a compostarse tenga un C:N entre 20:1 a 30:1. Debido a que los residuos orgánicos provenientes de animales tienen alto contenido de nitrógeno, al hacer composta de los mismos se debe añadir fuentes adicionales de carbono, en forma de material absorbente, para proveer un ambiente adecuado para los microorganismos.

Durante el proceso de descomposición habrá un aumento en la temperatura y una disminución en el volumen del material. Una vez el material se haya descompuesto, la temperatura y las características químicas permanecerán constantes. Además, el material resultante tendrá apariencia a humus.



Pasos a seguir para compostar animales muertos:

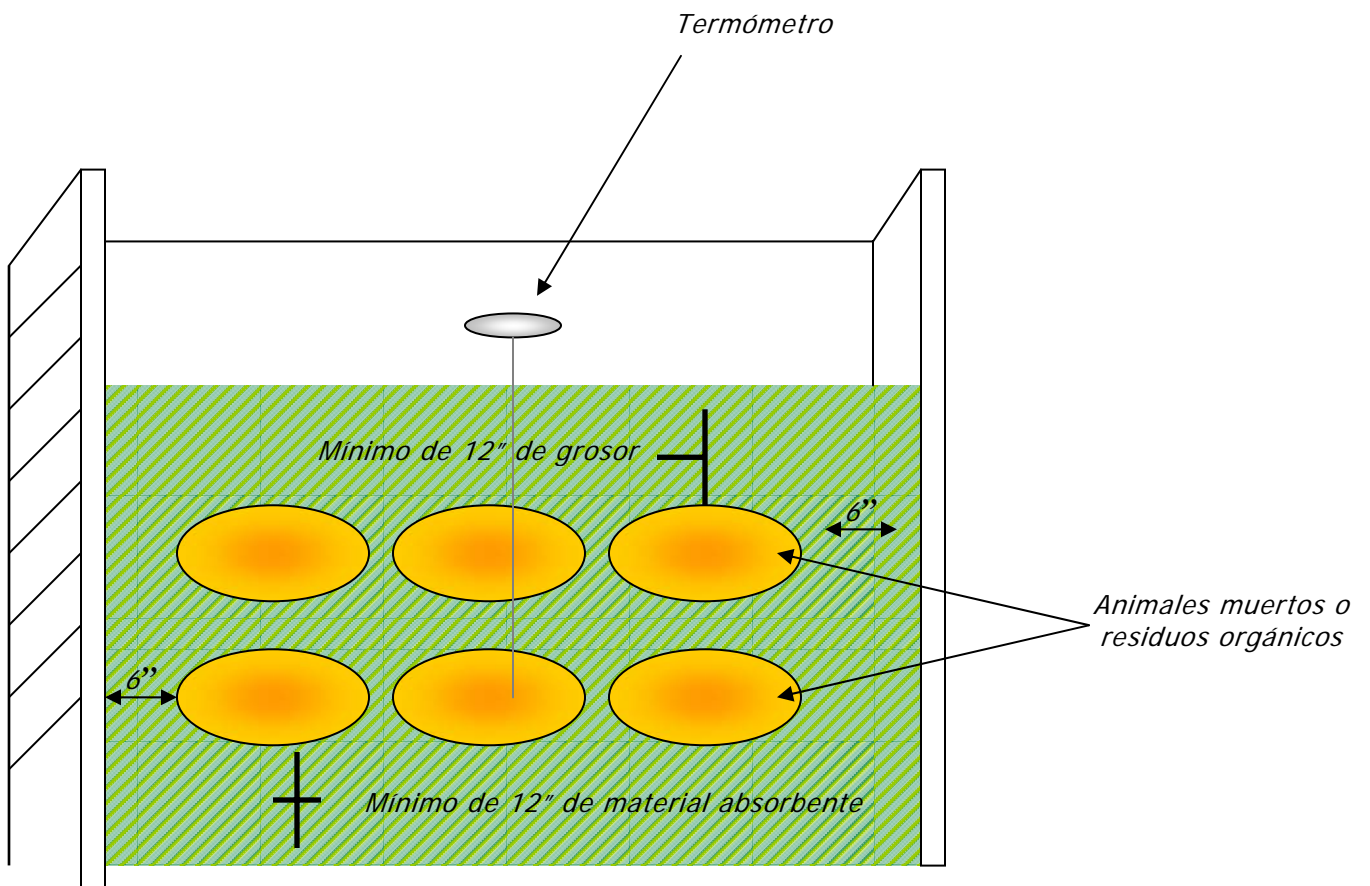
- Seleccionar un área restringida para colocar la composta. Esta área debe proteger el material de las condiciones climáticas (radiación solar y lluvia). La composta no debe mantener contacto directamente con el suelo sino que debe estar sobre una base asfaltada o de hormigón.
- Seleccionar el material absorbente a utilizarse. El material relleno y absorbente a utilizarse debe estar disponible en cantidades proporcionales a la cantidad de animales muertos a compostarse. Por lo general, deben emplearse dos partes de material absorbente por cada parte de cuerpo animal muerto. Ejemplos de materiales absorbentes que pueden ser utilizados son cascarilla de arroz, heno de gramíneas, hojas secas, residuos de grama, aserrín, madera molida y cáscara de café, entre otros.
- Colocar de 12 a 18 pulgadas de material absorbente como base de los materiales a mezclarse.
- Colocar los animales muertos o residuos orgánicos encima del material absorbente y por lo menos a 6 pulgadas de los bordes.

- Añadir una segunda capa de 12 a 18 pulgadas de material absorbente encima de los residuos orgánicos. Encima de esta capa se pueden colocar más residuos animales y luego otra capa de material absorbente pero esto es opcional.
- Monitorear la temperatura y la humedad a través de todo el proceso. La temperatura es el indicador de la actividad microbiana en la mezcla y se puede tomar colocando termómetros en el centro de la masa de composta. Esta debe alcanzar valores de entre 130 a 150° F en las primeras etapas de descomposición. Una vez alcanzados estos valores, la temperatura permanecerá constante por varios días o semanas para luego disminuir hasta llegar a la temperatura ambiente.
- La humedad se puede estimar aproximadamente mediante una prueba sencilla que no requiere análisis de laboratorio. Se toma un puñado del material y al apretarlo con la mano debe pasar una de tres cosas:
 - Al soltar el material la mano está seca y no quedan residuos pegados a ella. -Esto significa que la composta está muy seca y requiere que se añada agua.
 - Al soltar el material la mano está húmeda y quedan residuos pegados a ella.- La humedad de la composta es la óptima.
 - Al presionar el material en la mano se libera agua. Se trata de composta muy húmeda por lo que no se le debe añadir agua y sí debe ser re-mezclada para ayudar a la evaporación del agua en exceso.
- Mezclar la composta constantemente. Esto permitirá que la degradación del material sea más rápida ya que aumenta la aireación.
- Una vez esté lista, la composta debe ser cernida para eliminar debris y partículas grandes.



Elaboración de Composta con animales muertos provenientes de una finca caprina

Diagrama de cómo elaborar composta utilizando animales muertos



Composta para Mejorar el Suelo y Beneficiar las Plantas

*Elide Valencia Chin, Ph.D.
Investigador
Departamento de Agronomía y Suelos
Estación Experimental Agrícola*

La composta es un material orgánico, producto de la descomposición natural procedente de recortes de césped, hojas, paja, ramas de árboles, estiércol animal o de animales muertos. En el proceso de compostado se destruyen semillas de malas hierbas y bacterias nocivas. En la agricultura orgánica y sustentable de hoy, el producto final del compostaje lo conocemos como abono orgánico. El beneficio mayor del compostaje es su aportación a un medio ambiente saludable pues resulta en el reciclaje de los desperdicios sólidos de plantas y animales

Un abono orgánico da vida a la tierra y mejora la producción de las cosechas. La aplicación de abono orgánico a un suelo aumenta el contenido de materia orgánica, mejora la estructura física y provee nutrimentos para el crecimiento adecuado de las plantas. Cualquier suelo puede beneficiarse de los abonos orgánicos, pero los suelos arenosos y arcillosos se benefician más. Al incrementarse la materia orgánica en suelos arenosos éstos retienen más nutrientes y agua y también la materia orgánica ayuda a evitar erosión por lluvia o viento por el amarre de las partículas de este tipo de suelo. Su aplicación en suelos arcillosos mejora la penetración y el drenaje y evita la escorrentía. La adición de materia orgánica a estos suelos también provee nutrientes a bacterias, hongos, lombrices y otros organismos, lo cual recicla nutrimentos en forma más disponible que las plantas pueden absorber a través de sus raíces. Las compostas son ricas en macro y micro-nutrientes los cuales son de gran utilidad para el desarrollo de las plantas por su liberación lenta.

Hay que recalcar que un abono orgánico puede provenir también de otras fuentes como son los abonos verdes. Estos son cultivos de cobertura o plantas que cubren la tierra y se siembran para alimentar a la tierra y no para cosecharse. Las leguminosas son las plantas más usadas como abonos verdes porque fijan el nitrógeno del aire y lo añaden al suelo.

¿Cuándo Utilizar Abonos Orgánicos?

Se recomienda un análisis del suelo para estimar sus deficiencias para luego tomar medidas correctivas. Además, es útil determinar el contenido de nutrientes en la composta madura. Los abonos orgánicos se pueden utilizar para corregir deficiencias de nitrógeno, fósforo o potasio en los suelos. Por muchos años, los abonos orgánicos se han usado para la preparación de semilleros en cultivos hortícolas. Hoy en día, el uso de abonos orgánicos se ha

extendido a siembras de árboles, arbustos, céspedes y otras plantas herbáceas para mejorar el paisaje. Recientemente su uso se ha extendido a la producción de paños de céspedes y como abono en áreas recreativas (por ejemplo, campos de golf). En las vaquerías, en especial las de manejo intensivo, se está promoviendo mucho el sistema de compostar el estiércol y los sólidos de las charcas de oxidación para luego aplicarlos a los pastos como abonos orgánicos.

¿Cuánto Abono Orgánico a Usar?

La cantidad a utilizar depende del tipo suelo y las características del sitio, la selección de las plantas o especies a sembrarse, la calidad de las compostas y su disponibilidad. Todas las compostas maduras (las que se han descompuesto extensivamente y se hallan en forma estable) se pueden utilizar en cualquier siembra sin ningún problema.

Para estimar la cantidad de composta necesaria para una aplicación, se mide el área a sembrarse, luego se calcula la cantidad que se requiere para cubrir el área con una capa de una pulgada. Por ejemplo para cubrir un área de 10" x 10' a una pulgada se necesitan unos 8 pies cúbicos o 300 libras de composta.

Si una composta es estable y de buena calidad, su incorporación mecánica puede ser el método más efectivo de aplicar el abono orgánico al perfil de un suelo. Antes de su aplicación, se recomienda eliminar malezas perennes con algún herbicida (Por ejemplo glifosato). Después de unas dos semanas o cuando el control de los yerbajos ha sido efectivo, se hace la labranza o prepara el suelo con un arado y pase de rastra o el uso de un "roto-tiller". Entonces, se pueden aplicar capas (una a cuatro pulgadas) de la composta al voleo y luego incorporar el material hasta una profundidad de 12".

Las cantidades del abono orgánico a usarse dependerá del cultivo en cuestión. Plantas perennes como árboles o arbustos requieren mayor cantidad. Lejos de ser un lujo, la materia orgánica proveniente de los abonos orgánicos es esencial para mejorar el suelo y promover el crecimiento de las plantas.



Gramíneas tropicales (*Brachiaria sp. cv mulato*) fertilizadas con abono orgánico



Area de Especialización del Personal Docente Participante

Dr. Elide Valencia Chin
Relación Planta-Animal
(Elideval@uprm.edu)

Dr. Abner A. Rodríguez Carías
Nutrición Animal – Manejo de Residuos Orgánicos
(abner@uprm.edu)

Dr. Paul F. Randel Folling
Nutrición Animal
(p_randel@rumac.uprm.edu)

Dr. Héctor Santiago Anadón
Producción Avícola/ Calidad de Carne
(hsantiago@uprm.edu)

Prof. Américo Casas Guernica
Producción de Vacunos para carne
(aa_casa@hotmail.com)

*Facultad de Ciencias Agrícolas
P.O. Box 903
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez
Mayagüez, P.R. 00680*

