



**CENTRO UNIVERSITARIO DE NOR OCCIDENTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CONSORCIO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA -CRIA -**

Título

**PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO ENRIQUECIDO CON
MICROORGANISMOS EFICIENTES, EN EL OCCIDENTE DE GUATEMALA.**

Investigador principal

CARLOS FERNANDO DIAZ PALACIOS

Investigador Asistente

RICARDO JOSE LÓPEZ FÚNES

Guatemala, mayo de 2020

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). Las opiniones expresadas en esta publicación son las de sus autores o institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Resumen

Autores: 1 Carlos Fernando Díaz Palacios.
2 Ricardo José López Funes

El presente estudio se realizó en la región occidental de Guatemala, con colaboradores de los departamentos de Huehuetenango y San Marcos durante los meses de agosto a diciembre de 2019 y enero a marzo de 2020. Partiendo de que el proceso de descomposición del estiércol de ovino es lento por factores como las características físicas del subproducto en forma de pequeñas esferas compactas que tardan en descomponerse, además de las bajas temperaturas que caracterizan las altitudes en donde se desarrolla la producción ovina, se planteó la investigación con el objetivo principal de producir un abono orgánico de buena calidad tomando como base las experiencias en la producción de abono orgánico del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA. Los resultados obtenidos en relación al contenido nutricional del abono producido fueron similares al de otras experiencias destacando una característica en común en relación al contenido de Nitrógeno que en general es bajo. Sin embargo, producir un abono con estas características en la zona ovejera mas importante del país, cobra particular relevancia debido a que la materia prima es un recurso local con el que se dispone en toda la época del año pues en los últimos años se ha promovido la crianza de ovinos en semi estabulación lo que permite recolectar la ovinasa con facilidad. El mejor tratamiento que se recomienda a los productores es el que utilizó una cubierta plástica en forma de túnel pues a pesar de que la apariencia visual entre tratamientos fue la misma, la relación C/N fue la mejor con un 23.3%. Según el análisis económico se determinó que la menor Tasa Marginal de Retorno la obtuvo el tratamiento testigo con 111.26 % superada por los tratamientos evaluados. Esto representa una fuente de ingresos para el productor si decide vender el producto, mas la recomendación es que utilice el abono en sus propios cultivos con los consiguientes beneficios que obtendrá en las características físicas y químicas del suelo. Al ser consultado el productor después de haber conocido la tecnología el 72% le gusta y están dispuestos a ponerla en práctica.

¹ Lic. Zoot. Carlos Fernando Díaz Palacios. Investigador principal USAC-CUNOROC.

² Br. Ricardo José López Funes... Tesista USAC.

SUMMARY

Authors: 3 Carlos Fernando Díaz Palacios.
4 Ricardo José Lopez Funes

The present study was carried out in the western region of Guatemala, with collaborators from the departments of Huehuetenango and San Marcos, during the months of August to December 2019 and January to March 2020. Based on the decomposition process of sheep manure it is slow due to factors such as the physical characteristics of the by-product in the form of small compact spheres that take time to decompose, in addition to the low temperatures that characterize the altitudes where sheep production takes place, the research was proposed with the main objective of producing a fertilizer of good quality organic based on the experiences in the production of organic fertilizer of the Institute of Agricultural Science and Technology ICTA. The results obtained in relation to the nutritional content of the fertilizer produced were similar to those of other experiences, highlighting a common characteristic in the Nitrogen content that is generally low. However, producing a fertilizer with these characteristics in the most important sheep area in the country is particularly relevant because the raw material is a local resource that is available at all times of the year because in recent years it has been promoted the raising of sheep in semi-stabling which allows the sheep to be collected easily. The best treatment that is recommended to producers is the one that used a plastic cover in the form of a tunnel because despite the fact that the visual appearance between treatments was the same, the C / N ratio was the best with 23.3%. According to the economic analysis, it was determined that the lowest Marginal Rate of Return was obtained by the control treatment with 111.26% surpassed by the evaluated treatments. This represents a source of income for the producer if he decides to sell the product, but the recommendation is that he use the fertilizer in his own crops with the consequent benefits that he will obtain in the physical and chemical characteristics of the soil. When the producer is consulted after having known the technology, 72% like it and are willing to put it into practice.

³ Lic. Zoot. Carlos Fernando Díaz Palacios. Investigador principal USAC-CUNOROC.

⁴ Br. Ricardo José López Funes. Tesista USAC.

Lista de siglas y acrónimos

CRIA Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria

CUNOROC Centro Universitario de Nor Occidente

EFA Escuela de Formación Agrícola

ICTA Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas

MAGA Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

USAC Universidad de San Carlos de Guatemala

USDA United States Department of Agriculture/Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Índice

I.	Introducción	1
II.	Marco teórico	2
2.1	Abonos orgánicos.....	2
2.2	Beneficios sobre las características físicas.....	2
2.2.1	Beneficios químicos.....	3
2.2.2	Beneficios biológicos.....	3
2.2.3	Desventajas.....	3
2.3	Tipos de abonos orgánicos.....	4
2.3.2	Fases del Compostaje.....	4
2.3.3	Materia prima para producir 20 quintales de abono compost bajo condiciones de ICTA Labor Ovalle 2008.....	6
2.3.4.	Contenido químico de nutrientes en el compost.....	7
III.	Objetivos	7
IV.	Hipótesis.....	8
V.	Metodología	8
5.1	Localidad y época (s)	8
5.2.	Diseño experimental.....	8
5.3.	Tratamientos.....	8
5.4	Tamaño de la unidad experimental	9
5.5	Modelo estadístico:	9
5.6	Variables a evaluar.....	9
5.7	Análisis de la información:	9
5.7.2	Análisis Financiero.....	9
	Tasa Marginal de Retorno	9
5.8	Manejo del experimento.....	10
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
6.1	Análisis de contenido nutricional del abono producido	12
6.2	Análisis Económico.....	19
6.3	Opinión del productor	20
VI.	CONCLUSIONES	22
VII.	RECOMENDACIONES	23
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24
IX.	ANEXOS.....	26

I. Introducción

La ovinasa es uno de los subproductos generados por la ovinocultura, la que es utilizada como abono orgánico para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) principalmente. Sin embargo, el proceso de descomposición es lento por factores como las características físicas del subproducto que es en forma de pequeñas esferas compactas que tardan en desmoronarse, además de las bajas temperaturas que caracterizan las altitudes en donde se desarrolla la producción ovina.

Se ha promovido la elaboración de compostaje adicionando recursos locales para enriquecer el contenido nutricional del abono, sin embargo, su descomposición sigue siendo lenta por los factores ya mencionados. En experiencias de ICTA 2012 determinaron que, para la elaboración de abono tipo compost, el tiempo de descomposición y contenido nutricional del abono depende de la composición y preparación de la materia orgánica. En esta experiencia agregaron microorganismos efectivos al compost antes de aplicarlo al suelo, por los beneficios que representa en la recuperación y nutrición de los suelos.

Tomando en consideración que actualmente la producción cárnica del ovino se promueve que sea en confinamiento, esto representa una mayor recolección de ovinasa que estará disponible para procesarla de una mejor manera. Se propuso poner en práctica la experiencia de ICTA en la elaboración de abonos orgánicos, con la variante que los microorganismos eficientes fueron incorporados inmediatamente después de terminada la fase termófila y en las condiciones de producción de ovinocultores de la zona occidental de Guatemala.

II. Marco teórico

2.1 Abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos son todos aquellos materiales de origen orgánico (restos animales o vegetales), que se aplican a las plantas ya sea directa o indirectamente para favorecer su crecimiento y además aumentar su producción, estos también mejoran la estructura del suelo. No siempre tienen las mismas características físicas y químicas, ya que dependiendo de la procedencia del material orgánico así será su contenido nutricional.

Santos (1999) menciona que “El componente orgánico (organismos vivos más organismos muertos) le da vida al suelo; es el que lo convierte en un suelo inerte a un suelo con características de una entidad viviente”.

Por lo que un suelo que tenga en su composición una buena cantidad de materia orgánica y microorganismos, indica que el mismo es un buen suelo (alta fertilidad) con una gran disponibilidad de nutrientes para la planta. Los organismos que se encuentran en el suelo desempeñan un papel importante ya que ellos son los encargados de descomponer toda la materia verde hasta el proceso de humificación, durante el cual hay liberación de elementos nutricionales y agua, además estos organismos hacen que los elementos que en su momento no son aprovechados por las plantas, lo sean.

Los abonos orgánicos tienen una gran influencia sobre las características físicas y químicas y biológicas del suelo.

2.2 Beneficios sobre las características físicas.

Normalmente se suele mencionar que los principales beneficios de los abonos orgánicos sobre el suelo son de tipo físico. Aunque no exista una cuantificación abundante de los fenómenos, podría decirse que es un criterio que se acepta en todo el mundo. Principalmente, por su efecto floculante (aglutinante) y compacto ante la materia orgánica la cual mejora la estructura y, por ende, disminuye la densidad aparente que puede ocasionarse en un uso continuo de abonos orgánicos. Los efectos nutricionales de estas condiciones se ven reflejados en una mayor penetración de raíces, y el movimiento de aire, agua y nutrimentos.

2.2.1 Beneficios químicos.

Existe un aumento en los contenidos nutricionales del suelo, cuya magnitud depende del tipo de abono y de la cantidad aplicada. Dependiendo del material que se disponga para la aplicación en un suelo, este va a tener un efecto en el pH y capacidad de intercambio catiónico (CIC).

2.2.2 Beneficios biológicos.

El efecto en la biología del suelo es probablemente el que más repercusión tiene, por su acción sutil dentro del mismo, los efectos biológicos son quizá los menos establecidos y cuantificados. Los efectos biológicos de los abonos orgánicos que mayormente se tiene conocimiento es la capacidad amortiguadora de la rizosfera, modificación de la dinámica de los nutrientes para retenerlos en formas orgánicas y la supresión de patógenos, al favorecer la proliferación de microorganismos antagonistas.

2.2.3 Desventajas.

Además de encontrar una gran cantidad de beneficios de los abonos orgánicos en el suelo, también existen algunas desventajas que son válidas mencionar.

Su acción depende de muchos factores, principalmente del manejo que se les dé y de las condiciones ambientales y circunstanciales que rodeen la práctica, lo que ocasiona que de su uso deba esperarse ante todo una respuesta variable. Esto hace que sea obligatorio conocer muy bien los factores que afectan el proceso, y el producto que se va a usar.

Otra desventaja con los abonos orgánicos es que tienen una acción de mediano a largo plazo. No se puede sembrar inmediatamente ya que algunos pueden tener un efecto alelopático o tóxico.

También, las concentraciones de los nutrientes en los abonos orgánicos son muy bajas e irregulares. Por lo que es difícil que solo con el uso de estos se logre una producción intensiva. Y por lo mismo, si únicamente se requiere utilizar abono orgánico, se necesitan elevados volúmenes de materia prima, en el caso de compostaje, y se debe tomar en cuenta la dificultad del transporte que puede presentar. Además, pueden existir dificultades para su aplicación.

En algunos casos estos pueden ser transmisores de enfermedades y plagas al cultivo.

2.3 Tipos de abonos orgánicos.

Existe una gran diversidad de productos que pueden utilizarse como abonos orgánicos. Según su procedencia los hay naturales y fabricados. Dentro de los naturales destacan cualquier tipo de residuos agrícolas, las excreciones y subproductos de origen animal y los residuos urbanos.

Cuando se habla de abonos orgánicos fabricados se hace referencia a los diferentes tipos de compostaje que se pueden producir, incluyendo aquellos que son reforzados con productos químicos con el afán de mejorar su calidad.

2.3.1 Compostaje.

Se entiende como un proceso biológico aeróbico (con presencia de oxígeno), en el que participan diversos microorganismos para la descomposición de cierto tipo de materia, en este caso, materia orgánica. En todo caso la materia orgánica que se utiliza es aquella que comúnmente la denominamos como desechos o residuos, aquellos que se generan como lo son restos de poda, de cosecha, estiércol, pasto, fruta caída, entre otros.

La Food and Agriculture Organization (FAO), define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Portal Terminológico de la FAO, FAOTERM).

Para obtener un compost de calidad, es necesario tener en cuenta las etapas del que éste consta ya que si no finaliza su descomposición puede generarnos problemas o acarrear riesgos como la fitotoxicidad, bloqueo biológico del nitrógeno, reducción de oxígeno radicular o incluso un exceso en amonio y nitratos.

2.3.2 Fases del Compostaje.

Para que la descomposición se realice adecuadamente necesita de dos factores que son: la humedad y temperatura, con los niveles oportunos de estos dos factores podemos conseguir una compost higiénico, homogéneo y asimilable por la planta.

Por otro lado, es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para

producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost.

Al descomponerse el C y N junto a toda la materia orgánica inicial, los microorganismos generan calor medible durante el proceso. Y durante este proceso, con la temperatura generada se reconocen tres fases principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable. De acuerdo a la temperatura del compostaje, las fases en que se divide, son:

- a. **Fase Mesófila:** el material comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (ya sea horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. este aumento de temperatura es debido a la actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan el C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura poco (entre dos y ocho días).
- b. **Fase Termófila o de Higienización:** en esta fase, el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son remplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. A partir de los 60°C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material y las condiciones climáticas del lugar, entre otros factores.

Esta fase también se llama de higienización, ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Igualmente, a temperaturas mayores de 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos Fito patógenos y semillas de maleza que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

- c. **Fase de enfriamiento o mesófila II:** la temperatura desciende nuevamente hasta los 40 – 45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros de celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40°C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

- d. **Fase de Maduración:** Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

2.3.3 Materia prima para producir 20 quintales de abono compost bajo condiciones de ICTA Labor Ovalle 2008.

Para la realización de este tipo de compost, se utilizaron materiales locales con el fin de aprovechar los recursos disponibles y así aprovechar el recurso económico en otras actividades.

Cantidad	Materia Prima
6 quintales (272.72 Kg)	Estiércol de ovinos
5 quintales (227.27 Kg)	Broza o tierra negra
4 quintales (181.81 Kg)	Materia Verde (Sauco)
5 quintales (227.27 Kg)	Materia Seca (Rastrojo de maíz picado)
25 libras (11.36 Kg)	Cal
25 libras (11.36 Kg)	Ceniza
300 litros	Agua

Fuente: Estrada N, 2,008 Actividades del Proyecto PROETTAPA-ICTA

2.3.4. Contenido químico de nutrientes en el compost.

A este abono tipo compost se le realizó el análisis químico nutricional para conocer su contenido de elementos mayores, pH, y contenido de materia orgánica, dichos resultados se presentan en el siguiente cuadro.

N %	P Ppm	K Ppm	M.O. %	pH
0.69	114	500	10.39	6.95

De acuerdo a este análisis el contenido de macro nutrientes (NPK), así como de materia orgánica es alto, superando el rango adecuado, debido a que se encuentran concentrados y en proceso de mineralización; mientras el pH se encuentra ligeramente alto, por estar relacionado con el contenido de materia orgánica.

III. Objetivos

3.1 Objetivo general

Elaborar abono orgánico tipo compost enriquecido con microorganismos eficientes en las condiciones de producción de ovinocultores del occidente de Guatemala.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar la calidad del abono orgánico obtenido mediante análisis de laboratorio de sus principales nutrientes.
- Establecer la tasa marginal de retorno a capital de las opciones tecnológicas a validar en comparación con la del agricultor.
- Establecer la aceptación por parte de los agricultores de la tecnología a validar.

IV. Hipótesis

La metodología desarrollada por ICTA para la elaboración de abonos orgánicos de mejor calidad se adapta a las condiciones de producción de la zona ovejera más importante del occidente de Guatemala.

V. Metodología

5.1 Localidad y época (s)

5.1.1 Localidades

Municipio de Chiantla, Huehuetenango: Sus características de la producción Pecuaria según SEGEPLAN 2010, incluye ganado bovino, equino, y ganado menor: ovino, caprino, porcino y avícola. Entre las principales actividades está crianza y engorde de ganado ovino. La participación de la actividad pecuaria dentro de la economía del Municipio representa un 25 % del producto interno bruto de acuerdo a datos del Banco de Guatemala (2004).

Municipio de San Lorenzo, San Marcos: Sus características de la producción Pecuaria según SEGEPLAN 2010 están relacionadas a las actividades económicas relacionadas con la crianza de animales, con propósitos de venta o el consumo de sus productos.

5.1.2. Época: De agosto 2019 a febrero 2020

5.2. Diseño experimental

Bloques al azar

5.3. Tratamientos

T₁ = Sin MMEE (Testigo)

T₂ = Con MMEE al inicio del proceso

T₃ = Con MMEE terminada la fase Termófila

T₄ = Con MMEE terminada la fase Termófila y con cubierta de Nailon

5.4 Tamaño de la unidad experimental

Cada abonera se elaboró de 1 metro de ancho por 2 metros de largo y 1.2 metros de alto.

5.5 Modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

μ media general

τ_i efecto del i-ésimo tratamiento

β_j efecto del j-ésimo bloque

φ_{ij} error experimental en la unidad j del tratamiento i

$\varphi_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

5.6 Variables a evaluar

- Análisis de contenido nutricional del abono producido.
- Costo beneficio.
- Aceptabilidad de la nueva tecnología.

5.7 Análisis de la información:

5.7.1 Análisis estadístico

Análisis de Varianza

5.7.2 Análisis Financiero.

Tasa Marginal de Retorno

5.7.3 Análisis social.

Aceptación de la tecnología.

5.8 Manejo del experimento

5.8.1 Materiales e insumos utilizados en la elaboración del abono

6 quintales (272.72 Kg)	Estiércol de ovinos
5 quintales (227.27 Kg)	Broza o tierra negra
4 quintales (181.81 Kg)	Materia Verde (Sauco)
5 quintales (227.27 Kg)	Materia Seca (Rastrojo de avena picado)
25 libras (11.36 Kg)	Cal
25 libras (11.36 Kg)	Ceniza
300 litros	Agua

5.8.2. Preparación

- Se seleccionó el sitio adecuado para la elaboración del abono con los diferentes colaboradores
- Se acopiaron todos los materiales y residuos disponibles cerca del lugar seleccionado para la compostera.
- Se hizo la primera capa con 0.15 m de altura, 1.0 m de ancho y 2.0 metros de largo con el rastrojo de avena y el sauco picado conforme las recomendaciones de ICTA.
- La segunda capa con ovinasa de 10 cm. de espesor y sobre este una capa de tierra, ceniza y cal de 5 cm. de espesor.
- Se repitió esta secuencia de capas hasta que el montón alcanzo 1.20 metros de altura.
- Se regó el montón en forma uniforme, proporcionando suficiente humedad.
- Se colocaron respiraderos en el montón por medio de agujeros en el centro, y en los laterales.
- La compostera testigo se cubrió con sacos de yute y se dejó reposar por dos semanas.
- Las composteras con adición de microorganismos al inicio, así como a la que se le adicionaron posteriormente en la fase termófila, también se cubrieron con sacos de yute. Mientras que a la compostera que del cuarto tratamiento se cubrió con nylon de invernadero en forma de túnel.
- A las dos semanas se procedió al volteo de cada montón, hasta dejar una mezcla homogénea, se cubrió nuevamente conforme correspondía.

- Se voltearon nuevamente cada dos semanas, repitiendo éste procedimiento durante el periodo de maduración.

5.8.3. Análisis de contenidos nutricionales

Comprobada la maduración del compost con los parámetros de olor color y temperatura, se realizaron análisis de contenido nutricional del producto (Parámetros, elementos mayores y menores).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Análisis de contenido nutricional del abono producido

Mérida y Chang (2012) recomiendan que, para la cosecha del compost, éste debe tener las siguientes características: Olor, el compost no presenta olor desagradable. Color, se observa el compost de un color oscuro, semejante a la tierra. Temperatura, al inicio del proceso de compostaje ésta va en aumento debido a la actividad microbiana involucrada en el proceso, mientras que a medida que el compost madura, la temperatura baja alrededor de los 23 °C hasta temperatura ambiente. Estas características fueron alcanzadas uniformemente en todos los tratamientos alrededor de los 150 días obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 1. Resultados promedios obtenidos de los análisis de laboratorio en los distintos tratamientos de la elaboración de abonos orgánicos utilizando microorganismos eficientes.

		Tratamientos			
Parámetros/Elementos		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Parámetros	Ph	8.2	8.2	8.1	8.2
	Concentración de Sales	2.37 dS/m	2.33 dS/m	2.43 dS/m	1.69 dS/m
	Materia Orgánica (M.O.)	54.6 %	47.7 %	52.2 %	51.1 %
	Relación C/N	28.7	25.0	26.6	23.3
Elementos					
%	Nitrógeno (N)	1.12	1.06	1.12	1.18
	Fósforo (P ₂ O ₅)	0.69	0.69	0.71	0.68
	Potasio (K ₂ O)	0.82	0.85	0.81	0.72
	Calcio (Ca)	2.82	2.62	2.78	3.35
	Magnesio (MgO)	0.51	0.54	0.50	0.49
ppm	Boro (B ₂ O ₃)	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cobre (Cu)	16.91	17.70	15.94	15.78
	Hierro (Fe)	9436.00	11705.00	9853.00	9523.50
	Manganeso (Mn)	634.90	648.10	632.60	668.85
	Zinc (Zn)	45.21	65.10	47.63	46.39

T₁ = Sin MMEE; T₂ = Con MMEE al inicio del proceso; T₃ = Con MMEE terminada la fase Termófila; T₄ = Con MMEE terminada la fase Termófila y con cubierta de Nailon

Fuente: Elaboración propia con datos de laboratorio.

pH

Cuadro 2. Resultados de la prueba de medias para el parámetro pH

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.07956

Error: 0.0033 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
T4	8.20 5	0.03 A
T2	8.20 5	0.03 A
T1	8.20 5	0.03 A
T3	8.10 5	0.03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conviene que el compost sea lo más neutro posible porque los microorganismos responsables de la descomposición de los restos orgánicos no toleran valores muy alejados del 7. Es una medida de la acidez o basicidad del compost. A valores excesivamente elevados pueden producirse olores y pérdidas de amoníaco. El análisis realizado reportó un pH superior a 7, formando dos grupos en el cuadro de medias, siendo estadísticamente distinto el tratamiento 4 al resto de tratamientos (mas cercano al valor neutro), el que corresponde al compostaje en condiciones ambientales locales y con adición de microorganismos al finalizar la fase termófila.

Concentración de sales dS/ml

Cuadro 3. Resultados de la prueba de medias para el parámetro Concentración de sales dS/ml

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.07479

Error: 0.0029 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
T3	2.43 5	0.02 A
T1	2.37 5	0.02 A B
T2	2.33 5	0.02 B
T4	1.69 5	0.02 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Mamani et. al. (2011) señalan que los abonos luego del compostaje incrementan su concentración de sales, pudiendo llegar hasta más de 20 dSm⁻¹, por lo que su incorporación continua en áreas bajo cultivo podría eventualmente evolucionar a suelos salinos afectando el desarrollo de las plantas. Las medias de los diferentes tratamientos esta por debajo de lo

referido por el autor, formado en la comparación de medias tres grupos, reportando el mayor contenido el tratamiento tres y el tratamiento cuatro el menor. Esto significa que todos los tratamientos no representan inconveniente para los cultivos.

Materia Orgánica (MO)

Cuadro 4. Resultados de la prueba de medias para el parámetro MO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.62808

Error: 0.2077 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.			
T1	34.61 5	0.20	A		
T3	32.20 5	0.20		B	
T4	31.10 5	0.20			C
T2	27.70 5	0.20			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según Estrada N, 2,008, el contenido de MO reporta un porcentaje de 10.39%, el cual está por debajo de los obtenidos por los tratamientos evaluados, los cuales son estadísticamente distintos entre sí, siendo el más cercano al reportado por Estrada el tratamiento dos con 27.70%. Considerando que el porcentaje de MO indica la cantidad de materia seca que permanece como materia orgánica tras el proceso de compostaje valores inferiores al 30% normalmente indican que el compost está mezclado con arena, tierra, cenizas u otro compuesto mineral y que valores superiores al 60% indican que los residuos no están suficientemente compostados, El resultado obtenido se puede considerar como aceptable en cuanto a los valores obtenidos en la evaluación.

Relación Carbono Nitrógeno (C/N)

Cuadro 5. Resultados de la prueba de medias para el parámetro C/N

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.48354

Error: 0.1231 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.			
T1	28.71 5	0.16	A		
T3	26.60 5	0.16		B	
T2	25.00 5	0.16			C
T4	23.30 5	0.16			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La relación Carbono/Nitrógeno del compost es un indicador muy útil para evaluar el desarrollo y calidad del compostaje. Según Tortosa, M (2008) un abono bien formulado en su fase inicial debe tener un balance C/N de 25/1 a 40/1 incluso hasta 50/1, pero en su fase final, debe contener de 15/1 a 20/1. Esto sucede porque conforme el abono continúa su proceso hacia la humificación, esa materia orgánica puede llegar hasta 10/1 que es considerado un estado de humificación avanzado. El rango obtenido en la evaluación oscila entre 23/1 a 28/1 lo que se considera aceptable.

Porcentaje de Nitrógeno (N)

Cuadro 6. Resultados de la prueba de medias para porcentaje de N

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.01319

Error: 0.0001 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.	
T4	1.18 5	4.3E-03	A
T1	1.12 5	4.3E-03	B
T3	1.12 5	4.3E-03	B
T2	1.06 5	4.3E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Una de las características de los abonos orgánicos tipo compost es su bajo contenido de Nitrógeno Total (NT), para el caso de los tratamientos oscilaron entre 1.06 y 1.18% siendo el tratamiento con microorganismos eficientes más cubierta plástica, el que obtuvo el mayor contenido de N. Según Tortosa, M (2008) el contenido medio de TN en un compost suele oscilar entre 1,5 y 2% en función de los residuos utilizados. Este nitrógeno es fundamentalmente de naturaleza orgánica. Sin embargo, Castellanos (2008) presenta un rango menor con 0.5 a 1.2% resaltando de que es un contenido bajo en compost.

Porcentaje de Potasio (K₂O)

Cuadro 7. Resultados de la prueba de medias para porcentaje de K₂O

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.01384

Error: 0.0001 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.	
T2	0.85 5	4.5E-03	A
T1	0.82 5	4.5E-03	B
T3	0.81 5	4.5E-03	B
T4	0.72 5	4.5E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El contenido ideal de potasio para un compost según FAO (2013) oscila entre 0,3% – 1,0%, el rango obtenido en la evaluación fue de 0.72 a 0.85 existiendo diferencia significativa entre tratamientos destacando el tratamiento T2 por estar mas cerca del rango reportado por FAO.

Porcentaje de Calcio (Ca)

Cuadro 8. Resultados de la prueba de medias para porcentaje de Ca

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.07028

Error: 0.0026 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.	
T4	3.35 5	0.02	A
T1	2.82 5	0.02	B
T3	2.78 5	0.02	B
T2	2.62 5	0.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Moreno (2008) establece que los niveles de Calcio para abonos compostados deben encontrarse en un rango de 6,0 a 11%. Mientras que Castellanos (2008), sugiere que el rango es de 1.2 a 4.8 %. Es evidente que, el contenido de cada elemento dependerá de los componentes con los cuales esté elaborado el abono orgánico por lo tanto es difícil garantizar contenidos mínimos. Para la evaluación el rango obtenido fue de 2.62 a 3.35 que esta en concordancia al contenido sugerido por Castellanos.

Porcentaje de Magnesio (MgO)

Cuadro 9. Resultados de la prueba de medias para porcentaje de MgO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.00487

Error: 0.0000 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.	
T2	0.54 5	1.6E-03	A
T1	0.51 5	1.6E-03	B
T3	0.50 5	1.6E-03	C
T4	0.49 5	1.6E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FAO (2009) reporta que para abonos provenientes de residuos orgánicos el contenido de Magnesio alcanzado es de 1,6% aunque Navia (2013) en estudio de compost con residuos

de tomate (*Solanum lycopersicum*) encontraron porcentajes de Magnesio de 0,082%. Los resultados de la evaluación revelaron que existió diferencia significativa entre tratamientos, obteniendo el mejor contenido de Magnesio el tratamiento dos T2 con 0.54%.

Partes por millón de Cobre (Cu)

Cuadro 10. Resultados de la prueba de medias para ppm de Cu

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.19386

Error: 0.0198 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.		
T2	17.70 5	0.06	A	
T1	16.91 5	0.06		B
T3	15.94 5	0.06		C
T4	15.78 5	0.06		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según Castellanos (1980) el rango aceptable de cobre en un abono tipo compost en partes por millón es de 20 a 70, el parámetro mas cercano de los tratamientos en evaluación lo obtuvo el tratamiento tres T3 con un 17.70 ppm, siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos los cuales están por debajo de ésta media.

Partes por millón de Hierro (Fe)

Cuadro 11. Resultados de la prueba de medias para ppm de Fe

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=232.18520

Error: 28390.2559 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	11705.00	5	75.35	A
T3	9853.00	5	75.35	B
T4	9523.52	5	75.35	C
T1	9436.00	5	75.35	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con relación el contenido de hierro Castellanos (1980) refiere un rango bastante amplio de contenido de hierro en el compost, que va desde 30 hasta 6000 ppm. Todos los tratamientos superaron la referencia, esto es razonable tomando en cuenta que éste elemento es abundante en el suelo y que como parte de la elaboración del abono orgánico se adiciona un porcentaje de suelo.

Partes por millón de Manganeso (Mn)

Cuadro 12. Resultados de la prueba de medias ppm de Mn

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.60194

Error: 6.8324 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.		
T4	668.86 5	1.17	A	
T2	648.10 5	1.17		B
T1	634.90 5	1.17		C
T3	632.60 5	1.17		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Partes por millón de Zinc (Zn)

Cuadro 13. Resultados de la prueba de ppm de Zn

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.04728

Error: 2.2073 gl: 12

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.		
T2	65.10 5	0.66	A	
T3	47.63 5	0.66		B
T4	46.39 5	0.66		B C
T1	45.21 5	0.66		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Finalmente encontramos al Zinc, cuyo rango reportado por Castellanos (2008) es de 108 a 300 ppm sin embargo los obtenidos en los tratamientos están muy por debajo de éste rango lo que confirma que estos elementos están estrechamente relacionados a la materia prima con la que se elabora el compost por lo que se deberá considerar la incorporación de otros recursos locales para mejorar este parámetro.

Aspecto biológico.

Petkova y otros (1996) Asevera que la biomasa microbiana tiende a estabilizarse en el compost maduro. En esta etapa la presencia de hongos y bacterias decrece mientras que la abundancia de actinomicetos aumenta en respuesta a su capacidad de continuar con la descomposición de sustancias con estructura molecular complejas. La biomasa microbiana no fue posible determinarla, sin embargo, como seguimiento a la presente evaluación el compost producido, será utilizará en pruebas de rendimiento de biomasa de producción de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la misma región de la evaluación.

6.2 Análisis Económico.

Cuadro 14. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno con aplicación de Microorganismos Eficientes y cubiertos de nailon en Aboneras con estiércol de ovino.

Costos Variables		Sin Tecnología	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3
6 quintales (272.72 Kg)	Estiércol de ovinos	Q48.00	Q48.00	Q48.00	Q48.00
5 quintales (227.27 Kg)	Tierra negra	Q15.00	Q15.00	Q15.00	Q15.00
4 quintales (181.81 Kg)	Materia Verde (Sauco)	Q60.00	Q60.00	Q60.00	Q60.00
5 quintales (227.27 Kg)	Materia Seca (Pajón)	Q10.00	Q10.00	Q10.00	Q10.00
25 libras (11.36 Kg)	Cal (Agrícola)	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00
300 litros	Agua	Q30.00	Q30.00	Q30.00	Q30.00
1 galón	Microorganismos Eficientes	Q0.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00
1 yardas	Nailon para invernadero	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q12.00
TOTALES		Q 213.00	Q 263.00	Q 263.00	Q 275.00

Ingresos	Sin Tecnología	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3
Venta de Abono Orgánico	Q. 450.00	Q. 600.00	Q. 600.00	Q. 600.00

TMR Sin tecnología = $[(Q\ 450.00 - Q\ 213.00) / Q\ 213.00] * 100 = 111.26\ %$

TMR Con tecnología 1 = $[(Q\ 600.00 - Q\ 263.00) / Q\ 263.00] * 100 = 128.14\ %$

TMR Con tecnología 2 = $[(Q\ 600.00 - Q\ 263.00) / Q\ 263.00] * 100 = 128.14\ %$

TMR Con tecnología 3 = $[(Q\ 600.00 - Q\ 275.00) / Q\ 275.00] * 100 = 118.18\ %$

Según el CIMMYT (1988), en su manual metodológico de evaluación económica, menciona que tanto la experiencia como la evidencia empírica han demostrado que, en la mayoría de las situaciones, la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor se sitúa entre el 50 y el 100%. Relacionando los datos obtenidos, y pasando de los porcentajes al beneficio bruto, situamos que, sin aplicar tecnología alguna, por cada Q 1.00 que el

productor invierta, estará recuperando Q1.00 más Q 1.11; así con la aplicación de la Tecnología 1, por cada Q 1.00 que el productor invierta, estará recuperando Q1.00 más Q 1.28; en la Tecnología 2, por cada Q 1.00 que el productor invierta, recuperará Q1.00 más Q 1.28 y por último la Tecnología 3, por cada Q 1.00 que el productor invierta, estará recuperando su Q1.00 más Q 1.18. Esto hace ver al productor que la inversión tiene un retorno positivo, él podrá aprovechar este tipo de estiércol para la producción de abono para ser utilizado en la misma finca.

Cuadro 15. Costos de producción por quintal producido y precios sugeridos a la venta

	Sin Tecnología	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 3
Costos Variables de producción por quintal producido	Q 10.65	Q 13.15	Q 13.13	Q 13.75
Precio sugerido para la venta	Q 22.50	Q 30.00	Q 30.00	Q 30.00

De manera simplificada en el cuadro 15 se muestra los costos de producción por quintal producido y el precio sugerido a la venta. Aunque el precio a la venta es conservador a pesar de la calidad del abono producido, éste puede ser sujeto a incrementar el precio, sin embargo en primera instancia se recomienda que sea el mismo productor quien lo utilice en los cultivos agrícolas. Mientras no quede comprobado el beneficio que representa para el mejoramiento de los suelos y el rendimiento de los cultivos se proponen los precios descritos anteriormente.

6.3 Opinión del productor

La metodología para evaluar éste importante componente se realizó mediante una ficha de aceptación de tecnología según la metodología propuesta por Bellon, M.R. (2002) obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 16. Aceptación de la tecnología por parte del productor por medio de fichas lúdicas.

Tecnología	No me gustas 	Ni me gusta ni me disgusta 	Me gusta 
Opciones tecnológicas	00 %	28%	72%
Testigo del productor	12 %	24%	64%

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Los resultados obtenidos indican que a un 72% de productores les gusta la nueva tecnología y están dispuestos a ponerla en práctica, destacando que lo que más llamó la atención fue la estructura tipo túnel con plástico de invernadero, la que mantiene el calor en la abonera durante todo el proceso de maduración. Esto hace que el proceso de descomposición sea más rápido, comparado con el testigo que por la forma física característica del estiércol de ovino tiende a descomponerse en más tiempo, principalmente en los meses con promedios de temperatura baja. Otro aspecto importante lo constituye la presencia de microorganismo benéfico en el abono pues para la mayoría de productores el tema es conocido, debido a que en la actualidad organizaciones con presencia en el lugar promueve su uso en la agricultura familiar.

VI. CONCLUSIONES

La calidad del abono producido en las condiciones del occidente de Guatemala, según los análisis químicos realizados en sus diferentes tratamientos, coincide con los obtenidos por diferentes autores en la mayoría de sus componentes, acelerando el proceso de descomposición de la materia orgánica principalmente de la ovinasa que por sus características físicas la descomposición es lenta en condiciones de temperaturas como las que se promedian en la zona donde se realizó el estudio. Esto quedó demostrado con el tratamiento que utilizó una cubierta plástica en forma de túnel pues a pesar de que la apariencia visual entre tratamientos fue la misma, la relación C/N fue la mejor con un 23.3%.

El análisis de la presencia de la biomasa microbiana en el compost no fue posible realizarlo, sin embargo, la investigación continúa con otro estudio en el que se evaluará el efecto de compost en el rendimiento de la producción de papa (*Solanum tuberosum L.*) en varios ciclos de producción

La tasa marginal de retorno TMR más baja la obtuvo el tratamiento testigo con 111.26 %, esto significa que el recurso orgánico presente en la finca es valioso, no solamente como una fuente de ingresos económicos sino para ser utilizado como un recurso local para la recuperación de la fertilidad de suelos agotados.

En cuanto a la opinión del productor en relación a la aceptación de la tecnología, el 72% de productores les gusta la nueva tecnología y están dispuestos a ponerla en práctica, destacando que lo que más llamó la atención fue la estructura tipo túnel con plástico de invernadero, la que mantiene el calor en la abonera durante todo el proceso de maduración, lo que es conveniente en los meses cuando el promedio de temperatura es más bajo.

VII. RECOMENDACIONES

8.1 A las organizaciones locales de productores:

Incluir dentro del plan de capacitación y asistencia técnica, la divulgación de la nueva tecnología tomando en consideración que su implementación es de bajo costo y que la materia prima principal se obtiene en la misma finca, además de que puede ser una fuente de ingresos económicos o en el mejor de los casos ser utilizada en sus propios cultivos.

8.2 A los extensionistas:

Apoyarse en los investigadores para ampliar sus conocimientos sobre la microbiología del suelo y los beneficios de adicionar microorganismos eficientes al abono producido, así como el manejo de suelos y la utilización de productos químicos no compatibles con la biomasa bacteriana benéfica.

Capacitar a promotores agropecuarios en la correcta elaboración y maduración de abonos orgánicos con la utilización de recursos locales y el cálculo para la dosificación en la aplicación acorde a las necesidades del suelo.

Combinar el uso de abonos orgánicos con otras prácticas agroecológicas menos contaminantes que contribuyan a mejorar el medioambiente.

8.3 A los productores:

Pedir apoyo a las organizaciones locales y al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) para que a través de los extensionistas puedan poner en práctica los nuevos conocimientos, principalmente en la producción y manejo de microorganismos como un recurso valioso existente en los bosques locales.

Utilizar el recurso orgánico que poseen en su finca de mejor manera para la recuperación de suelos y la mejora en la sanidad y rendimiento de los cultivos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BELLON, M.R. 2000. Método de investigación participativa para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores. México DF, MEX.: CIMMYT
- CASTELLANOS, R., J.Z. 1980. El estiércol como fuente de nitrógeno. Seminarios Técnicos 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.
- TORTOSA, G; GONZALES, G; RUIZ, C; BADEMAR, J; PALMA, M. 2018. “Alperujo” Compost Improves the Ascorbate (Vitamin C) Content in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Fruits and Influences Their Oxidative Metabolism. *Agronomy*
- MAMANI, G; MAMANI, Francisco; SAINZ, Humberto; VILCA, René (2011). Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp.) en sistemas de ver- micompostaje de residuos orgánicos. *J. Selva Andina Res. Soc* 3 (1):44-54.
- MERIDA GUZMAN, M.A.; CHANG K. H. 2012. Experiencias del ICTA en la producción de abonos orgánicos. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Guatemala
- MORENO, J., MORAL, R. 2008. Compostaje. Madrid (España): Ediciones Mundi prensa, p. 78-85.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA - FAO. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Roma (Italia): Dirección de fomento de tierras y aguas, 2009, p. 3 -14.
- PERRIN, R., D. Winkelman, E. Moscardi, y J. Anderson. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT, México DF, MEX.
- PETKOVA, G., & KOSTOV, O. (1996). Microbiological processes under vine-twig composting. *Pochvoznanie, Agrokhimiia y Ekologiya*, 31(5), 25-28.
- RODRIGUEZ, M. A., VANEGAS, J., ANGOA M., MONTAÑEZ J.L. Extracción secuencial y caracterización fisicoquímica de ácidos húmicos en diferentes compost y el efecto sobre el trigo. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*. 1 (2), 2010, p. 135-149.
- ROMÁN, P.; Martínez, M.M, Pnatoja, A. 2013. MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile.

- SCOTT, E.G. 1977. The Sheepman's Production handbook. 2nd edition. Sheep Industry Development Program. Denver Colorado.
- SEGEPLAN. 2010. Plan de desarrollo Chiantla, Huehuetenango. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Chiantla, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. Guatemala. 143 p.
- SEGEPLAN. 2010. Plan de desarrollo San Lorenzo, San Marcos. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Lorenzo, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. Serie PDM SEGEPLAN: CM 1229 Guatemala. 124 p.

IX. ANEXOS

Anexo I. Figuras que muestran el procedimiento en la elaboración de abono orgánico.



MICROORGANISMOS NATIVOS DE MONTANA

Uno son los MNM? Son principalmente colonias de hongos, bacterias y levaduras beneficiosas que se encuentran de manera natural en diferentes resistencias.

Beneficios de los MNM:

- Mejoran la estructura y la fertilidad del suelo
- Descomponen la materia orgánica
- Competen con los microorganismos dañinos
- Fijan el nitrógeno en el suelo
- Regulan el crecimiento de las plantas o cultivos
- Retienen la humedad
- Degradan las sustancias tóxicas

CULTIVOS	DOSIS	DOSIS
Hortalizas: Tomates, Chiles, Papas, Zanahoras, Remolacha, Ajo, Cebolla, Jajo, Puerro, Brócoli, Lechuga, Espinaca, Yuca, Maíz, Sándalo, Trigo	Realizar la primera aplicación durante la siembra, y realizar las otras aplicaciones con una 8 días.	Aplicar 10 litros por 1000 metros cuadrados en 2 litros de agua por metro cuadrado en 10 días.
Frutales: Aguacates, Citricos, Manzanas, Guineo, Pera, Piñón, Pimiento	Realizar aplicaciones al inicio de las lluvias o cuando la planta está bien establecida en cultivos establecidos y nuevos.	Aplicar 20 litros por 1000 metros cuadrados.
Cereales: Maíz, Trigo, Avena y Sorgo		Aplicar 20 litros por 1000 metros cuadrados.
Sueto	Realizar aplicaciones 6 días antes de la siembra.	Aplicar 20 litros por 1000 metros cuadrados.
Compost o biochar	Realizar aplicaciones durante la establecimiento de las siembras.	Aplicar 2 galones por cada 100 metros cuadrados.

