

**Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de  
bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga  
(*Lactuca sativa* L.) cv. Tropicana**

**Juan Pablo Sequeira Lezama**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de  
bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga  
(*Lactuca sativa* L.) cv. Tropicana**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado Por

**Juan Pablo Sequeira Lezama**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2019

## Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Tropicana

Juan Pablo Sequeira Lezama

**Resumen.** Por su alto contenido de bacterias ácido lácticas, el uso del lacto suero ácido en la elaboración de abonos orgánicos es una alternativa para acelerar la degradación de los materiales orgánicos. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de bocashi elaborado con diferentes proporciones de lacto-suero ácido en el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga cv. Tropicana. Se elaboraron cinco formulaciones de bocashi con las siguientes proporciones agua-lacto suero ácido: A100 (100% agua), A75:S25 (75% agua - 25% lacto-suero), A50:S50 (50% agua - 50% lacto-suero ácido), A25:S75 (25% agua - 75% lacto-suero ácido) y S100 (100% lacto-suero ácido), estos se incorporaron al suelo y se compararon con un testigo (sin fertilizantes). Se realizaron tres siembras, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 40 plantas por repetición. Las variables evaluadas en la elaboración de bocashi fueron: temperatura, pH y conductividad eléctrica; y en el cultivo de lechuga: peso fresco foliar y radicular (g) y rendimiento (t/ha). Todos los bocashi alcanzaron temperaturas superiores a 55°C a los tres días después de elaboración (DDE) y llegaron a temperatura ambiente a los 21 DDE. A los 21 DDE todos los tratamientos presentaron un pH cercano a la neutralidad (7.1-7.6). La conductividad eléctrica incrementó en todos los tratamientos. Las plantas fertilizadas con bocashi S100 obtuvieron un mayor rendimiento (22.6 t/ha), peso fresco foliar (340 g) y radicular (15.1 g), en comparación con el resto de los tratamientos.

**Palabras clave:** Conductividad eléctrica, peso fresco foliar, peso fresco radicular, pH.

**Abstract.** Due to its high content of lactic acid bacteria, the use of acid whey in the preparation of organic fertilizers is an alternative to accelerate the degradation of organic materials. The objective of the study was to evaluate the effect of the application of bocashi made with different proportions of acid-whey in the growth and yield of lettuce cv. Tropicana. Five bocashi formulations were made with the following acid whey-water proportions: A100 (100% water), A75: S25 (75% water - 25% lacto-serum), A50: S50 (50% water - 50% lacto-acid serum), A25: S75 (25% water - 75% lacto-acid serum) and S100 (100% lacto-acid serum), these were incorporated into the soil and compared with a control (without fertilizers). Three sowings were made, using a randomized complete block design with four replicates and 40 plants per replicate. The variables evaluated in the bocashi were: temperature, pH and electrical conductivity; and in lettuce: fresh leaf and root weight (g) and yield (t/ha). All bocashi reached temperatures above 55 ° C three days after elaboration (DAE) and reached room temperature at 21 DAE. At 21 DAE all treatments had a pH close to neutrality (7.1-7.6). Electrical conductivity increased in all treatments. The plants fertilized with bocashi S100 obtained a higher yield (22.6 t/ha), fresh leaf weight (340 g) and root weight (15.1 g), compared to the rest of the treatments.

**Key words:** Electrical conductivity, fresh leaf weight, fresh root weight, pH.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>16</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Tratamientos, con la cantidad de agua y lacto-suero ácido, utilizados para la preparación de 80 litros de mezcla.....	3
2. Cantidad de materiales utilizados para la elaboración de 568 kg de bocashi...	4
3. Análisis químico de los bocashi con diferentes proporciones de lacto-suero para la producción de lechuga cv. Tropicana.....	4
4. Análisis químico del suelo utilizado para la producción de lechuga cv. Tropicana.....	6
5. Rendimiento (t/ha) y peso fresco foliar (g/planta) a los 7, 14, 21, 28, y 35 días después de trasplante (DDT) en el cultivo de lechuga cv. Tropicana en Zamorano, Honduras.....	12
6. Peso fresco radicular (g/planta) a los 7, 14, 21, 28, y 35 días después de trasplante (DDT) en el cultivo de lechuga cv. Tropicana en Zamorano, Honduras.....	13

Figuras	Página
1. Temperatura (°C) alcanzada durante el ciclo de producción del bocashi.....	7
2. Comportamiento del pH durante el ciclo de producción de bocashi elaborado con diferentes proporciones de lacto-suero .....	9
3. Comportamiento de la conductividad eléctrica (mS/cm) durante el ciclo de producción de bocashi elaborado con diferentes proporciones de lacto-suero.....	10

# 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el crecimiento de la población se ha vuelto un gran desafío para la agricultura ya que éste provoca que la demanda de alimentos sea mayor, por lo que los productores deben buscar una forma de ser más eficiente, produciendo mayor cantidad y calidad a precios que aún les permitan ser competitivos. El problema se puede percibir a nivel ambiental y agrícola ya que es notorio, el deterioro acelerado de los suelos, gracias a las grandes extensiones de monocultivos y cantidades de productos químicos utilizados en diferentes producciones agrícolas. El factor económico afecta directamente a los pequeños productores ya que estos se ven sujetos a altos precios para poder adquirir los productos químicos. Los suelos como resultados se vuelven infértiles biológica y económicamente (Arias 2010).

El uso de productos químicos ha permitido mayores rendimientos por área, obteniendo grandes cantidades de alimentos, sin embargo, el abuso de estos productos ha generado graves problemas como la pérdida de fertilidad en los suelos y la manifestación de plagas y enfermedades que se vuelven resistentes. Por otro lado, ha ocasionado en diversas regiones de los países en desarrollo la pérdida de biodiversidad, disminución en los recursos naturales y un acelerado y desmedido proceso de contaminación de los suelos y el agua que pone en peligro la salud de animales como de humanos, y con esto la seguridad y calidad nutricional de los alimentos (Higa y Parr 1994).

Esto demuestra un rendimiento decreciente de los suelos, una merma en las superficies apropiadas para la agricultura y una reducción en los ingresos, dando como resultado grandes pérdidas económicas y sociales a la población. Debido a estos factores se ha buscado alternativas que puedan reemplazar a los abonos químicos por insumos de origen orgánico provenientes de diferentes residuos de cosechas o estiércoles de animales, que puedan ser aplicados al suelo y que sirvan como fuente de carbono, energía y nutrientes. (Higa y Parr 1994).

De acuerdo con Delgado y Salas (2006), resulta importante intensificar la producción y hacerlas más eficientes en la utilización de los fertilizantes para prevenir y evitar la degradación ambiental. Es por esto que es necesario aplicar tecnologías que favorezcan la aplicación de estos en sitios y cultivos específicos. Esto ocasiona que el uso eficiente de nutrientes se vuelve un aspecto relevante, debido a los altos costos de los fertilizantes y el negativo impacto ambiental que está asociado con el uso inapropiado de estos.

Según Soto (2008), “la agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de agroquímicos”. Medina *et al.* (2010), propone que los abonos orgánicos constituyen un pilar elemental para la regulación de diversos procesos que van

de la mano con la productividad agrícola. Según Piedrahita y Caviedes (2012) uno de los beneficios más importante de la materia orgánica es la capacidad de suplir con nutrientes al suelo, principalmente N, P, y S. estos nutrientes son liberados en dos procesos; biológicos donde los nutrientes liberados son el N, P, S y químicos donde se liberan el Ca, Mg, K. Algunos de los abonos orgánicos más utilizados son el compost, bocashi, bio fermentos, abonos verdes, y lombricompost (Estrada 2011).

Los agricultores japoneses utilizaban bocashi como un abono orgánico desde ya hace varios años atrás. La palabra “bocashi” es traducida del japonés como “materia orgánica fermentada”. La principal función del bocashi es incrementar la actividad y cantidad de microorganismos en el suelo, y proveer al cultivo con nutrientes (Shintani *et al.* 2000). El bocashi es un abono que se obtiene del proceso de descomposición de diferentes materiales (rastrajo, cascarilla de café, etc.), que pueden ser utilizados y sustituidos según la disponibilidad que exista en la región. Esto lo convierte en una actividad práctica y de gran beneficio para el agricultor que quiere aprovechar todos los recursos con los que cuenta en el campo (Cabrera 2011).

Actualmente el uso de sub-productos lácteos ha tomado auge en el sector agrícola. El lacto-suero ha brindado algunas soluciones en la industria de la agricultura tales como la regulación de pH, aporte de nutrientes, y la aceleración en la degradación de la materia orgánica (Ketterings *et al.* 2017). El lacto-suero ácido es un derivado de la elaboración de queso, este es dado específicamente durante el proceso que se utiliza cuajo y como resultado mediante una fermentación enzimática de la leche. Algunos microorganismos presentes en el lacto suero son *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, y *Streptococcus lactis*. (Grupo Poachteca 2015).

Este subproducto lácteo impulsa la descomposición de la materia orgánica, además promueve una mayor resistencia a plagas y enfermedades que se pudieran dar en el sustrato aplicado, también incrementa la eficiencia de la materia orgánica en su acción como fertilizante (Watson *et al.* 2017). La acción del lacto-suero para mejorar la descomposición de la materia orgánica e incrementar la disponibilidad de nutrientes está dada por una alta actividad de bacterias lácticas (Arias 2007). La alta actividad microbiana en el lacto-suero permite aumentar la disponibilidad de nutrientes, debido a la fijación de nitrógeno y la alta descomposición que tiene sobre la materia orgánica (González 2009). Estudios indican que la aplicación de lacto-suero ácido a una conductividad eléctrica de 1 mS/cm incrementan los rendimientos en el cultivo de lechuga (Oña 2018).

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Evaluar la utilización de los residuos de lacto-suero ácido como reemplazo del agua en la elaboración de bocashi.
- Evaluar el efecto en peso fresco foliar y radicular y rendimiento de lechugas fertilizadas con bocashi en sus diferentes proporciones de lacto-suero ácido y agua.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en dos etapas: (1) la preparación de bocashi y (2) evaluación de bocashi en el cultivo de lechuga.

### **Etapas 1. Preparación de Bocashi.**

**Ubicación.** La preparación de bocashi se llevó a cabo entre los meses de junio a julio en el área de la compostera de la Unidad de Agricultura Orgánica de Zamorano, ubicada en el Valle del Yegüare a 30 km de la carretera Tegucigalpa a Danlí, Honduras, a 800 msnm, con las siguientes coordenadas 13°60' N y 87°01' O.

**Tratamientos.** Se evaluaron cinco tratamientos que consistieron en la sustitución incremental de agua por lacto-suero ácido, 0, 25, 50, 75 y 100% de sustitución (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos, con la cantidad de agua y lacto-suero ácido, utilizados para la preparación de 80 litros de mezcla.

Tratamiento	Litros	
	Agua	Lacto-suero
A100	80	0
A75:S25	60	20
A50:S50	40	40
A25:S75	20	60
S100	0	80

A100 = 100% agua, A75:S25 = 75% agua - 25% lacto suero, A50:S50 = 50% agua - 50% lacto suero A25:S75 = 25% agua - 75% lacto suero, S100 = 0% agua - 100% lacto suero.

**Preparación de Bocashi.** Para la elaboración del bocashi se utilizó estiércol de cerdo, estiércol de vaca, gallinaza, aserrín, levadura, melaza, lacto suero y agua manteniendo una relación carbono nitrógeno C: N de 25:1 (Cuadro 2). Los ingredientes secos se colocaron en capas y posteriormente se mezclaron hasta alcanzar una mezcla homogénea seguidamente, se dividió el total del bocashi en cinco partes iguales, pesando cada una un total de 113.6 kg. La melaza y la levadura fueron disueltas en agua y/o lacto-suero de acuerdo a la mezcla. Estos se agregaron a la mezcla de los ingredientes secos durante el proceso de volteo hasta alcanzar una humedad entre 50-60%. Finalmente se apiló cada mezcla en forma de bulto.

Cuadro 2. Cantidad de materiales utilizados para la elaboración de 568 kg de bocashi.

<b>Material</b>	<b>kilogramos</b>
Estiercol de cerdo	136.3
Estiercol de vaca	113.6
Gallinaza	136.3
Aserrín	181.8
Levadura	150 g
Melaza	5 L
<b>Total</b>	<b>568</b>

A partir del segundo día se realizaron volteos diarios con el objetivo de mantener condiciones aeróbicas. Se determinó el punto de cosecha cuando el bocashi alcanzó temperatura ambiente. Una muestra de cada mezcla fue enviada al Laboratorio de Suelos y Agua para su análisis químico. De acuerdo a los análisis, los abonos presentaron un porcentaje de M.O. de entre 40-44% (Cuadro 3), los mismos que se encuentran dentro del rango óptimo de entre 39-70% (Pierre *et al.* 2009). La relación C/N de los abonos estuvo entre 16:1 – 18.5:1 indicando que los nutrientes estarán disponibles para la planta (Brady y Weil 1999).

Cuadro 3. Análisis químico de los bocashi con diferentes proporciones de lacto-suero para la producción de lechuga cv. Tropicana.

<b>Tratamiento</b>	<b>g/100g(%)</b>				
	<b>MO</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>C/N</b>
A100	39.7	1.44	0.71	2.06	16.0
A75:S25	41.1	1.36	0.73	2.08	17.5
A50:S50	41.4	1.30	0.97	1.91	18.5
A25:S75	40.5	1.31	0.73	1.81	18.0
S100	43.9	1.39	0.71	1.96	18.3

MO: Materia Orgánica. C/N: Relación carbono: nitrógeno

Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua Zamorano.

A100 =100% agua, A75:S25 = 75% agua - 25% lacto suero, A50:S50 = 50% agua - 50% lacto suero A25:S75 = 25% agua - 75% lacto suero, S100= 0% agua - 100% lacto suero.

### **Variables Medidas.**

**Temperatura.** La temperatura se midió y registró diariamente con la ayuda de un termómetro graduado de 93 °C. Se introdujo el termómetro dentro del bocashi, estimando que la superficie de mercurio estuviera expuesta en el centro.

**Conductividad eléctrica y pH.** Para determinar pH y CE se utilizó una relación 1:1 (compost: agua), mezclando 20 g de bocashi y 20 mL de agua destilada. Se midió con un potenciómetro (HANNA Instruments HI98129) la conductividad eléctrica y pH de la solución a los 2, 4, 9, 11, 14, 16 y 18 días durante el proceso de elaboración del bocashi.

### **Etapas 2. Establecimiento del Cultivo de Lechuga.**

**Ubicación.** Para la evaluación del cultivo de bocashi se realizaron 3 siembras, repitiendo el mismo proceso en cada una de las siembras. Estas se llevaron a cabo entre los meses de junio y septiembre del año 2019, en el lote 5 de la Unidad de Agricultura Orgánica de Zamorano, Honduras; 30 km de la ciudad capital Tegucigalpa a una altura de 800 msnm a coordenadas 13°60' N y 87°01' O. Durante los meses del estudio se tuvo una temperatura mínima de 22.78 °C y máxima de 31.8 °C y una precipitación de 640 mm (datos obtenidos de la estación meteorológica de Campus Central).

**Tratamientos.** Para la evaluación del bocashi en el cultivo de lechuga se utilizó el cultivar Tropicana. Este cultivar presenta un desarrollo óptimo a temperaturas entre 15 y 18 °C (Johnny Seeds 2019). Se evaluaron los cinco bocashi con diferentes proporciones, agua-lactosuero y se compararon con un testigo al que no se aplicó fertilización, para un total de seis tratamientos con cuatro repeticiones. A cada unidad experimental se incorporó 7.27 kg de bocashi.

**Siembra de Lechuga.** La producción de plántulas se llevó a cabo en la sección de plántulas de la Unidad de Ornamentales y Propagación de Zamorano. Las semillas se sembraron en bandejas de 200 celdas y se colocaron en una cámara de germinación a una temperatura de ambiente durante dos días. Posteriormente, se trasladaron a un invernadero donde permanecieron durante 21 días. Durante este tiempo fueron regadas y cuidadas según los lineamientos establecidos por la unidad. Este mismo proceso se realizó para los tres ciclos del cultivo de lechuga.

**Establecimiento.** La preparación de suelo, se realizó con dos pases de rastra pesada, un pase de rastra liviana y luego se procedió a la formación de camas utilizando un acamador con un distanciamiento de 1.5 m entre cama. Previo al trasplante se realizó la división espacial de las unidades experimentales dejando un metro entre unidad experimental, se incorporó el bocashi y se regó el lote para mejorar las condiciones de humedad en el suelo. Al momento del trasplante se sembraron 40 plántulas por unidad experimental, dejando un espacio de 40 cm entre plantas y 25 cm entre tres hileras con un arreglo a tresbolillo. Cada unidad experimental constó con un área total de 6 m<sup>2</sup> para un total de 24 m<sup>2</sup> por tratamiento.

**Análisis de suelo.** Previo al establecimiento del cultivo de lechuga se realizó un análisis químico de suelo. Para lo cual se tomó una muestra de los primeros 20 cm y se envió al Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua de Zamorano. De acuerdo al análisis el fósforo, potasio y calcio se encuentran en altas cantidades, a diferencia del contenido de materia orgánica y sodio que se encuentran en cantidades medias; y el nitrógeno total y el magnesio se encuentran en bajas cantidades (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis químico del suelo utilizado para la producción de lechuga cv. Tropicana.

pH	CO	MO	Ntotal	P	K	Ca	Mg	Na
	-----g/100g-----			-----mg/kg-----				
7.08	2.02	3.48	0.17	505	584	2710	206	22

C.O.: Carbono Orgánico.

M.O.: Materia Orgánica.

Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua, Zamorano.

**Manejo.** El control de malezas fue la principal actividad cultural, esta fue realizada a mano una vez por semana. Se aplicó riego por goteo en intervalos de un día, durante una hora y 30 minutos exceptuando a los días con precipitación.

#### **Variables medidas.**

**Peso fresco foliar y peso fresco radicular.** Para evaluar este parámetro se comenzó a medir a partir de los siete días después del trasplante (DDT), con un intervalo de siete días hasta 35 DDT. Se tomó el peso foliar individual de cinco plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental. La planta se cortó a nivel del suelo donde se separó el sistema radicular de la parte foliar para luego ser ambos pesados. El peso fresco radicular fue tomado como el promedio de los sistemas radiculares de las plantas previamente seleccionadas.

**Rendimiento.** Para la evaluación final del efecto de los tratamientos sobre el cultivo de lechuga; se cosechó 35 DDT, cosechando cinco plantas por unidad experimental. Posteriormente se pesó de manera individual cada lechuga correspondiente a cada tratamiento. El rendimiento se calculó extrapolando los datos y utilizando una densidad de 66,670 plantas/ha.

**Diseño experimental.** Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual constó de seis tratamientos con cuatro repeticiones y un total de 24 unidades experimentales.

**Análisis estadístico.** Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias de Duncan con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ . Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System”, SAS® versión 9.4.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Etapa 1. Preparación de Bocashi.

**Temperatura.** A partir del segundo día la temperatura subió en los cinco tratamientos (Figura 1). Estos resultados eran esperados, ya que al inicio del proceso de descomposición las temperaturas tienden a subir con facilidad, esto como resultado del alto contenido de materia orgánica que esta lista para ser degradada por los microorganismos presentes en el mismo. Los microorganismos generan una alta actividad metabólica, la cual es reflejada en un incremento de energía calórica (Stofella y Kanh 2001).

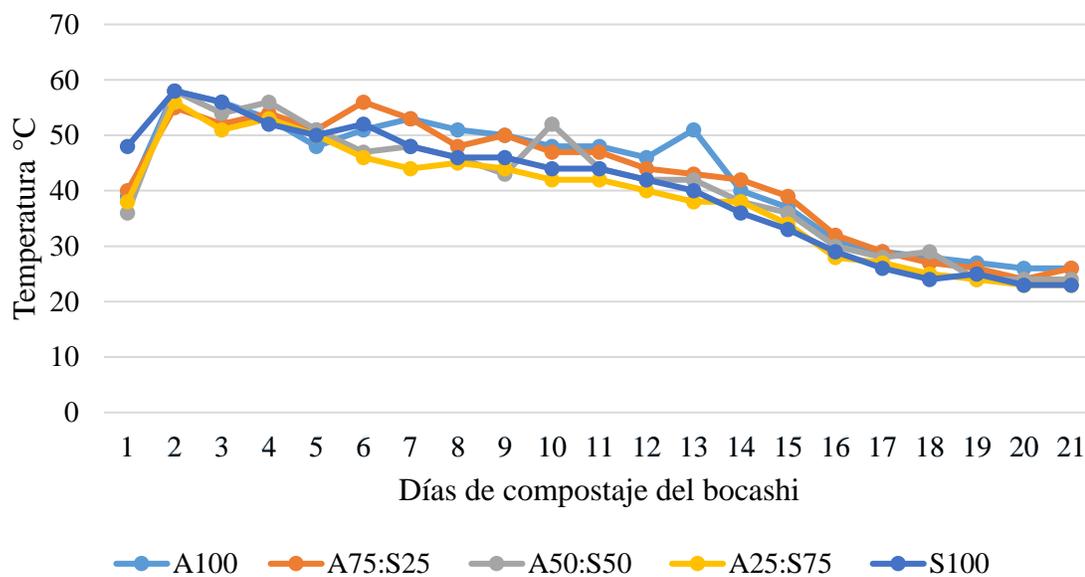


Figura 1. Temperatura (°C) alcanzada durante el ciclo de producción del bocashi.

A100 =100% agua, A75:S25 = 75% agua - 25% lacto suero, A50:S50 = 50% agua - 50% lacto suero A25:S75 = 25% agua - 75% lacto suero, S100= 0% agua - 100% lacto suero.

La temperatura se mantuvo en un rango superior a 40 °C del día dos al día 12 indicando que los bocashi alcanzaron la etapa termofólica. Temperaturas superiores a los 55 °C permiten la eliminación de microorganismos como *Escherichia coli*, *Aspergillus fumigatus*, *Salmonella* sp. (Escudero y Arias 2012).

La temperatura disminuyó en todos los tratamientos, a partir del día 13 hasta que alcanzan una temperatura ambiente. En esta etapa las fuentes de nitrógeno y carbono han disminuido, en especial la fuente de nitrógeno, así mismo hay una reducción en el porcentaje de humedad la cual disminuye la actividad microbiana que está directamente relacionada con la temperatura (Restrepo 1996).

Piedrahita y Caviades (2012) en su experimento de elaboración de bocashi a partir de desechos orgánicos y lacto suero, reportan un aumento continuo de la temperatura hasta el día siete, donde luego empiezan a tener un descenso, similar a este experimento. Asimismo, al finalizar su experimento las temperaturas se encuentran entre un rango de 22.5 °C a 25.6 °C, mostrando valores iguales a este experimento donde la menor temperatura es de 23 °C y la mayor de 26 °C.

**pH.** En los primeros días del compostaje del bocashi todos los tratamientos iniciaron con un  $\text{pH} < 7$ . A partir del día cuatro todos subieron y el pH más alto por todos los tratamientos se reporta el día nueve, después de este día todos los pH bajaron (Figura 2). El  $\text{pH} < 7$  en los primeros días pudo ser resultado de la actividad de los microorganismos sobre la materia orgánica que es más fácil de degradar, lo cual provoca una liberación de ácidos orgánicos y estos ocasionan una disminución inmediata en el pH del medio. En el día nueve se puede observar una alcalinización del medio esto debido a que existe una pérdida de los ácidos orgánicos y hay una generación de amoníaco como resultado de la descomposición de las proteínas (Sanchez 2011).

La disminución del pH a partir del día nueve, indica que los pH se estabilizan en neutralidad gracias a los compuestos húmicos que tienen capacidad tampón. Suler y Finstein (1977) indican que si en el proceso de compostaje existe una adecuada aireación el pH del producto final debe ser entre 7 y 8. Por otro lado, reportan, que pH muy bajos al finalizar el compostaje son resultados de condiciones anaerobias o que el sustrato aún no ha terminado su descomposición, por lo tanto, la degradación orgánica es inhibida a pH bajos. García (2016) reporta resultados similares, donde bacterias ácido lácticas fueron introducidas a sustratos, durante su experimento no se reportó un efecto acidificante, al contrario, se reportó un pH alcalinizado.

El tratamiento A50:S50 alcanzó el pH más alto en el día nueve y también fue el tratamiento que terminó con el pH más alto. A25:S75 y S100 presentaron el pH más bajo. Esta disminución pudo estar influenciada por la acción de las bacterias ácido lácticas presentes el lacto suero, las cuales degradan el nitrógeno orgánico en los bocashi a través de un proceso de mineralización donde el nitrógeno es transformado a amonio (Havlin *et al.* 2005).

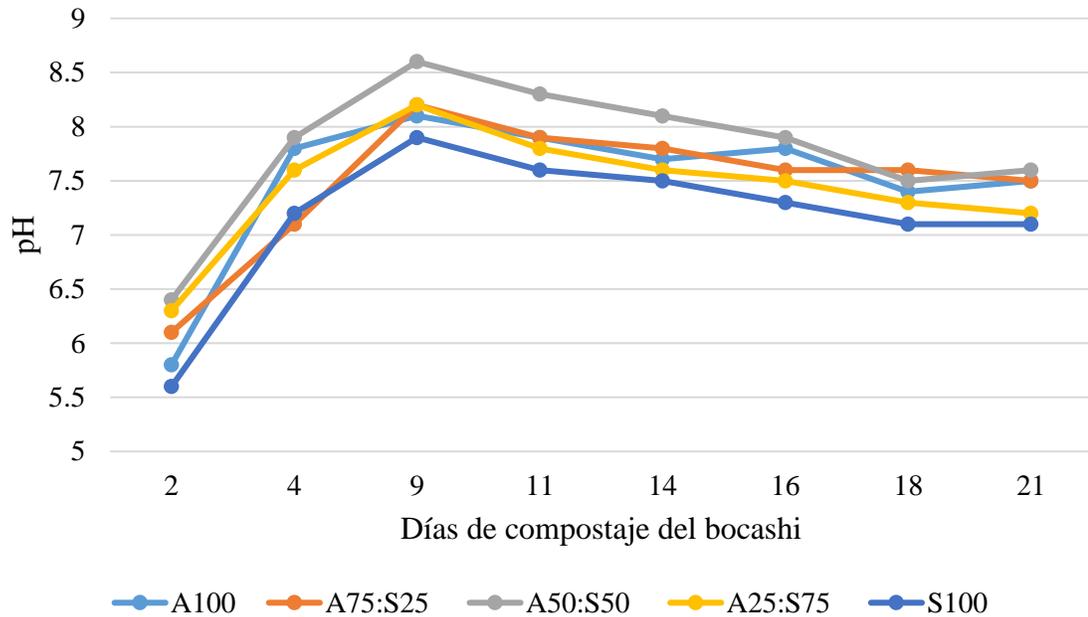


Figura 2. Comportamiento del pH durante el ciclo de producción de bocashi elaborado con diferentes proporciones de lacto-suero.

A100 =100% agua, A75:S25 = 75% agua - 25% lacto suero, A50:S50 = 50% agua - 50% lacto suero A25:S75 = 25% agua - 75% lacto suero, S100= 0% agua - 100% lacto suero.

El pH tiene un efecto directo en el proceso de compostaje debido al efecto que ejerce sobre la dinámica de los procesos microbianos. Según Soto (2008) los pH del material tienen un efecto sobre la actividad metabólica de los microorganismos presentes en ese material, y también sobre la disponibilidad de nutrientes para estos mismos organismos, por lo que indica que el pH óptimo debe de estar dentro de un rango de 6 a 8. Según Stewart (2003) el rango de pH que las bacterias toleran es amplio y existen algunos grupos que también pueden desarrollarse en rangos extremos. Bedoya *et al.* (2012) en su investigación del efecto que tiene el pH sobre pilas de compost indica que el crecimiento de microorganismos como bacterias se desarrollan mejor en pH de 5, mohos y levaduras en pH entre 8 y 9. Sin embargo, menciona que es necesario mantener rangos cercanos al neutro ya que esto asegura, que el compostaje se encuentre favorable para los cultivos.

**Conductividad Eléctrica.** A través de todo el proceso de compostaje la conductividad eléctrica para todos los tratamientos mantuvo una tendencia creciente siendo el tratamiento S100 el que inicia y finaliza el periodo de compostaje con una mayor conductividad eléctrica (Figura 3). La conductividad eléctrica define la capacidad de un sustrato para conducir corrientes eléctricas. La conductividad eléctrica es medida por medio de soluciones, las cuales contienen partículas que tienen la capacidad de llevar cargas iónicas y por esto tienen la habilidad de conducir electricidad. Por lo tanto, a mayor contenido de estas partículas mayor será la conductividad eléctrica (Villegas 2002). Sin embargo, Corwin y Lesch (2005) indican que el contenido de materia orgánica, niveles de capacidad de intercambio catiónico, salinidad, pH, Ca y Mg, entre otros, son los determinantes de la conductividad eléctrica.

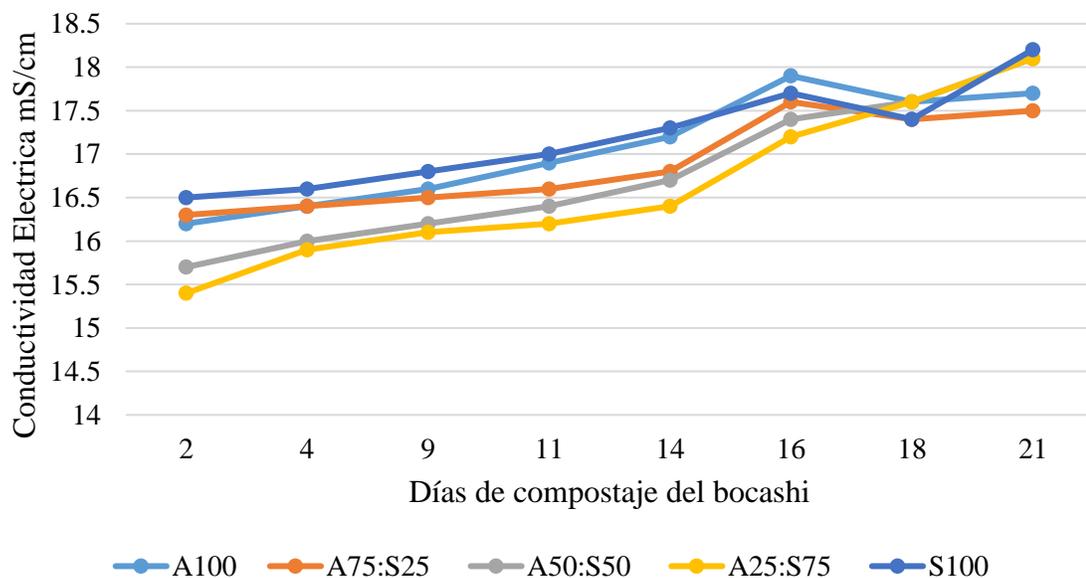


Figura 3. Comportamiento de la conductividad eléctrica (mS/cm) durante el ciclo de producción de bocashi elaborado con diferentes proporciones de lacto-suero.

A100 =100% agua, A75:S25 = 75% agua - 25% lacto suero, A50:S50 = 50% agua - 50% lacto suero A25:S75 = 25% agua - 75% lacto suero, S100= 0% agua - 100% lacto suero.

Según Gordillo y Chavez (2010) durante el proceso de compostaje la conductividad eléctrica debería de reportar un aumento a medida avanza el compostaje, esto debido a que existe una mineralización de la materia orgánica aumentando la concentración de nutrientes. Sin embargo, a diferencia de los resultados obtenidos, en este experimento ellos reportan que la conductividad eléctrica al finalizar el proceso de compostaje no debería de superar los 3mS/cm. Adicionalmente, Cepeda *et al.* (2014) reportan que materiales con conductividad eléctricas mayores a 2 mS/cm pueden tener un efecto negativo sobre cultivos, ya que inhibe el desarrollo de la planta como resultado de la acumulación de iones de magnesio, calcio, sodio y cloro.

En contraste, Valle *et al.* (2004) reportaron en su experimento de evaluación del bocashi, una conductividad eléctrica de 17.2 mS/cm, similares a los valores obtenidos por el tratamiento S100 durante este experimento. Así también Medina *et al.* (2014) reporta en su experimento de caracterización de física y química del bocashi y lombri-compost una conductividad eléctrica en el bocashi de 19.46 dS/m. De acuerdo con Berrio y Panzza (2006) en bocashi es normal encontrar conductividad eléctrica elevadas, reportando conductividades eléctricas de hasta 22.8 dS/m. Esto justifica los resultados obtenidos durante este experimento, donde la conductividad eléctrica reporta ser mucho más elevada que lo ideal establecido para el cultivo de lechuga, el cual se reporta por el Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA 2007) que debería de ser de 2 mS/cm.

## **Etapas 2. Establecimiento del Cultivo de Lechuga.**

Se encontró un similar efecto en los tres experimentos (siembras) sobre las variables peso fresco foliar, radicular y rendimiento.

**Peso fresco foliar.** Desde los 7 DDT hasta los 35 DDT el tratamiento S100 obtuvo el mayor peso en comparación con el resto de los demás tratamientos (Cuadro 5). Este resultado puede atribuirse por la alta cantidad de materia orgánica obtenida por el tratamiento S100 con 43.9% (Cuadro 3) en comparación a los otros tratamientos. La materia orgánica cumple una función importante en el suelo, esta contiene alta cantidad de minerales y estos son liberados de una lenta manera y estos pueden ser utilizados por la planta eficientemente. Por otro lado, dentro la materia orgánica se encuentra una rica cantidad de microorganismos los cuales descomponen a mayor nivel la materia orgánica provocando la liberación de aquellos minerales que no han sido liberados o absorbidos aun por la planta (UCR s. f.) esto también se refleja en los suelos como una estabilidad estructural y formación de agregados (Julca *et al.* 2006)

Estas ventajas obtenidas por el tratamiento S100 pueden ser atribuidas a lo planteado por Restrepo (2007) que indica que el crecimiento de las plantas es influenciado por la inoculación y reproducción de microorganismos presentes en abonos orgánicos, y al ser el bocashi S100 elaborado con un 100% de lacto-suero ácido esto brinda mayor cantidad de microorganismos que pudieron haber ayudado a transformar los materiales y volverlos mayormente disponibles para plantas.

Desde el día siete DDT hasta el día 14 DDT existe un bajo crecimiento por todos los tratamientos, es hasta los 21 DDT que hay un incremento superior los 35 g. Este resultado concuerda con lo reportado por Oña (2018) en su experimento de evaluación de la aplicación de suero ácido de leche en la producción de lechuga, donde reporta que hay un bajo incremento en peso de la lechuga en esta primera etapa.

Cuadro 5. Rendimiento peso fresco foliar a los 7, 14, 21, 28, y 35 días después de trasplante (DDT) en el cultivo de lechuga cv. Tropicana en Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Peso Fresco Foliar (g/planta)					Rendimiento (t/ha)
	7DDT	14DDT	21DDT	28DDT	35DDT	35DDT
A100	2.2 a <sup>&amp;</sup>	10.8 a	50.1 b	156.9 a	280.0 b	18.7 b
A75:S25	1.7 b	10.3 ab	47.2 b	159.9 a	287.6 b	19.2 b
A50:S50	1.7 b	10.3 ab	52.1 b	166.8 a	287.5 b	19.2 b
A25:S75	1.8 b	8.90 bc	47.2 b	150.9 a	291.8 b	19.5 b
S100	2.1 a	11.2 a	57.4 a	154.9 a	339.2 a	22.6 a
Testigo	1.5 c	8.20 c	34.7 c	126.9 b	224.5 c	15.0 c
Probabilidad	**	*	**	**	**	*
CV	16.92	28.02	20.28	20.16	16.2	16.06
R <sup>2</sup>	0.38	0.13	0.35	0.15	0.36	0.37

CV: Coeficiente de Variación.

\* $P \leq 0.05$ . \*\* $P < 0.0001$ .

R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

<sup>&</sup> Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

A100 = 100% agua, A75:S25 = 75% agua - 25% lacto suero, A50:S50 = 50% agua - 50% lacto suero A25:S75 = 25% agua - 75% lacto suero, S100 = 0% agua - 100% lacto suero.

El tratamiento S100 obtuvo un mayor rendimiento (22.6 t/ha), en comparación con el resto de los tratamientos. Siendo superior a lo reportado por Miranda y Sánchez (2017) en su experimento de evaluación del rendimiento de lechuga a diferentes densidades, en donde reportan, un rendimiento de 17.5 t/ha a una densidad de 66,667 plantas/ha. Por otro lado, todos los tratamientos muestran una diferencia sobre el tratamiento testigo donde no se aplicó ningún tipo de abono, lo que indica que los beneficios de los abonos orgánicos pueden ser percibidos a niveles productivos en variables como rendimientos, gracias a la acción de los microorganismos presentes en el abono y los beneficios estructurales en el suelo.

Encalada (2018) en su experimento de reguladores de crecimiento sobre la lechuga cv. Tropicana reporta un rendimiento arriba de 24 t/ha a una misma densidad que este experimento, siendo rendimientos superiores a lo reportado en este experimento. Esto puede atribuirse a que los reguladores de crecimiento en su experimento son aplicados desde la etapa de plántula mostrando mejores crecimientos desde el inicio del experimento. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en este experimento presentan ser mayores a los rendimientos obtenidos por la producción de Zamorano en el 2018 el cual fue de 17.5 t/ha.

**Peso fresco radicular.** Desde los 7 DDT, hasta los 28 DDT no existe diferencia entre los tratamientos que se aplicó bocashi independientemente de la proporción agua y lacto-suero únicamente mostrando diferencia significativa los cinco tratamientos donde se aplicó bocashi en comparación con el testigo (Cuadro 6). A los 35 DDT se observa una diferencia, donde el tratamiento S100 obtuvo los mayores pesos radiculares con 15.1 gramos y no existe una diferencia entre los tratamientos A100, A75:S25, A50:50, A25:S75.

Cuadro 6. Peso fresco radicular a los 7, 14, 21, 28, y 35 días después de trasplante (DDT) en el cultivo de lechuga cv. Tropicana en Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Peso Fresco Radicular (g/planta)				
	7DDT	14DDT	21DDT	28DDT	35DDT
A100	0.9 a <sup>&amp;</sup>	1.7 ab	4.3 a	11.6 a	13.3 b
A75:S25	0.8 a	1.8 a	4.5 a	11.1 a	12.9 b
A50:S50	0.9 a	1.7 a	4.6 a	11.3 a	13.3 b
A25:S75	0.8 a	1.4 b	4.2 a	10.5 a	13.0 b
S100	0.9 a	1.7 a	4.3 a	10.9 a	15.1 a
Testigo	0.6 b	1.4 b	2.9 b	8.2 b	10.1 c
Probabilidad	**	*	**	**	**
CV	28.04	30.77	18.89	23.40	23.33
R <sup>2</sup>	0.18	0.11	0.36	0.18	0.21

CV: Coeficiente de Variación.

\* $P \leq 0.05$ . \*\* $P < 0.0001$ .

R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

<sup>&</sup> letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

A100 = 100% agua, A75:S25 = 75% agua - 25% lacto suero, A50:S50 = 50% agua - 50% lacto suero A25:S75 = 25% agua - 75% lacto suero, S100 = 0% agua - 100% lacto suero.

Tarigo *et al.* (2004), en su experimento de la evaluación hortícola de biofertilizantes en la producción de lechuga a campo, obtuvo mayores pesos en los tratamientos donde utilizó abonos orgánicos. Estos autores atribuyen este resultado al contenido de nutrientes en cada abono, esto indica que el tratamiento S100 posiblemente aportó más nutrientes disponibles para la planta siendo capturados y absorbidos por las raíces y así tener un mejor desarrollo.

Según Mencía y Reyes (2018) indica que la cantidad de materia orgánica puede influenciar en una mayor cantidad de microorganismos, la cual también mejora las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo lo que resulta en un mejor desarrollo radicular de las plantas de lechuga. Por lo tanto. El mayor peso fresco radicular obtenido por el tratamiento S100 pudo haber sido resultado de la cantidad de materia orgánica, ya que este fue el tratamiento con mayor contenido de materia orgánica 43.9%.

## **4. CONCLUSIONES**

- El bocashi con 100% de lacto-suero ácido representa una buena alternativa de reemplazar el uso de agua, ya que obtuvo mejores resultados en términos productivos sobre todos los tratamientos.
- Las plantas abonadas con el bocashi 100% de lacto suero ácido obtuvieron los mejores resultados en peso fresco foliar, peso fresco radicular y rendimiento.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Reemplazar el uso de agua en la elaboración de bocashi por los residuos de lacto suero por la planta de lácteos para obtener mejores rendimientos en cultivos de lechuga.
- Realizar un análisis foliar a las plantas lechuga al finalizar el experimento para conocer la cantidad de nutrientes absorbidos por la planta y conocer si el uso de lacto-suero mejora la disponibilidad de nutrientes.
- Realizar el experimento en diferentes cultivos y suelos para comprobar el efecto del suero en diferentes condiciones.

## 6. LITERATURA CITADA

- Arias CA. 2007. Estudio de 2 grupos de microorganismos como agentes aceleradores de descomposición de los desechos sólidos orgánicos originados en los comedores de ESPOL. Tesis de grado en ingeniería agropecuaria. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 10-20 pp [Consultado 6 de Oct. De 2019] <https://www.researchgate.net/publication/28792466> Estudio De 2 Grupos De Microorganismos Como Agentes Aceleradores De Descomposicion De Los Desechos Solidos Organicos Originados En Los Comedores De Espol
- Arias AH. 2010. Grupo de investigación en energía alternativas y microorganismos eficientes, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Popayán, Colombia (Internet). J Ciencia e Ingeniería [Consultado 5 de Dic. de 2018] <https://jci.uniautonomia.edu.co/2010/2010-7.pdf>
- Bedoya Mejía O, Montoya Martínez DV, Castrillón Quintana O. 2012. Efecto del pH sobre el crecimiento de microorganismos durante la etapa de maduración en pilas estáticas de compost. [Consultado 5 Oct. 2019] [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/512/1/pl\\_v1n2\\_87-98\\_compost.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/512/1/pl_v1n2_87-98_compost.pdf)
- Berrio J, Panzza R. 2006. Caracterización y evaluación físico-química de tres tipos de abonos orgánicos tipo Bokashi utilizando diferentes clases de sustratos en la comunidad de San Rafael municipio de Ovejas departamento de Sucre. [Consultado 10 Agost. 2019]. Trabajo para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. Sincelejo, Colombia, Universidad de Sucre. 141 pp. <https://repositorio.unisucre.edu.co/handle/001/275>
- Brady N, Weil RR. 1999. The Nature and Properties of Soils. New Jersey, US. [Consultado 10Agost.2019].PrenticeHall. Vol12,pp.88. <https://1642598126.rsc.cdn77.org/sites/tbbooks/pdf/Solutions-Manual-Nature-Properties-of-Soils-14th-Edition-Brady.pdf>
- Cabrera P. 2011. Técnicas de campo del Programa Extraordinario de Apoyo a la Seguridad Alimentaria y Nutricional (Food Facility) FAO/Unión Europea. Serviprensa. [Consultado 4 Dic 2018]. [http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641328090/aboneras\\_final\\_alta\\_resolucion.pdf](http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641328090/aboneras_final_alta_resolucion.pdf)

- Cepeda A, Valdez L, Castillo A, Ruiz N. 2014. Respuestas de lechuga a la conductividad eléctrica con riego superficial y subirrigación. [Consultado 2019 sep 15]. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/868>
- Corwin DL, Lesch SH. 2005. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity I. [Consultado 10 Jun 2019]. Survey protocols Computers Electronics Agric. 46: 103-133. <https://naldc.nal.usda.gov/download/6637/PDF>
- Delgado R, Salas AM. 2006. Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y manejo de la fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes para una agricultura sustentable. Venezuela. [Consultado 4 Dic 2019]. Agronomía Tropical, vol. 56, pp. 289-323. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2006000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Encalada S, 2018. Efecto de los reguladores de crecimiento Chloromequat (Cycocel®) y Damizone (B-nine®) en el cultivo de lechuga cv. Tropicana. [consultado 5 oct 2019] <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6417>
- Escudero A, Arias AC. 2012. Los microorganismos en los abonos orgánicos a partir de podas en la Universidad del Norte, Colombia. [Cosultado 23 Jul 2019]. Rev. Int. Contam. Ambie. 28 Sup. (1) 67-75, 2012. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6835/T-2189.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrada Pareja M. 2011. Gestión de la gallinaza. (en línea). Colombia. Universidad de Antioquia. [Consultado 22 may. 2019]. Disponible en <http://www.albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10313/.../gestión-gallinaza.htm>
- García T. 2016. Evaluación de la producción y aplicación de un biofertilizante a partir de desechos orgánico. Pontificia Universidad Católica de Chile. [Consultado 10 Jun. 2019] <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/16907>
- González S. 2009. Evaluación de la fermentación de mezclas de suero láctico y melaza para la obtención de etanol. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. [Consultado 10 Jun. 2019]. <https://es.scribd.com/document/35362349/evaluacionde-la-fermentacion-de-mezclas-de-suero-lactico-y-melaza-para-la-obtencion-de-etanol>
- Gordillo F, Chávez E. 2010. Evaluación comparativa de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros. Guayaquil, Ecuador. [Consultado 10 Jun. 2019] [https://www.researchgate.net/profile/Eduardo\\_Chavez6/publication/41676503\\_Evaluacion\\_comparativa\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_compost\\_producido\\_a\\_partir\\_de\\_diferentes\\_combinaciones\\_de\\_desechos\\_agroindustriales\\_azucareros/links/57c5895f08ae0a6b0dc8caef.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Chavez6/publication/41676503_Evaluacion_comparativa_de_la_calidad_del_compost_producido_a_partir_de_diferentes_combinaciones_de_desechos_agroindustriales_azucareros/links/57c5895f08ae0a6b0dc8caef.pdf)

- Grupo Poachteca. 2015. Obtención de suero de leche. [Consultado 2019 oct 3]. <https://www.pochteca.com.mx/suero-de-leche/>
- Havlin J, Tisdale S, Beaton J, Nelson W. 2005. Fertilidad del suelo y fertilizantes. [Consultado 10 Jun. 2019]. 4ta Edición Nueva Jersey (EEUU) Pearson Pentice Hall. 99 p. <https://1642598126.rsc.cdn77.org/sites/tbbooks/pdf/Solutions-Manual-Soil-Fertility-Fertilizers-An-Introduction-Nutrient-Management-7th-Edition-Havlin.pdf>
- Higa T, Parr J. 1994. Microorganisms for a sustainable agriculture and environment; International Nature Farming Research Center. Atami Japan.
- INIA, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 2007. Producción integrada, normas de producción lechuga a campo [internet]. Montevideo: INIA; [Consultado 2018 sep 8]. <http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/PI/doc/Lechuga%20a%20Campo%20k%20orig.pdf>
- Johnny's seeds. 2019. Tropicana Lettuce Seed. [Consultado Oct 8 2019] de Johnny's seeds Sitio web: <https://www.johnnyseeds.com/vegetables/lettuce/tropicana-lettuce-seed-2485.html>
- Julca A, Meneses L, Blas R, Bello S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la Agricultura. [Consultado 2019 oct 8]. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292006000100009&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292006000100009&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Ketterings Q, Czymmek K, Gami S, Godwin G, Ganoë K. 2017. Acid whey application. [Consultado el 4 de octubre de 2019]. <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/files/AcidWheyGuidelines2017.pdf>
- Medina JW, Pérez WR, Patiño GR. 2014. Caracterización física y química de bokashi y lombricompost y su evaluación agronómica en plantas de maíz. [Consultado 10 Jun. 2019]. Ingenierías & Amazonia, Vol. 7(1). [http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/viewFile/336/pdf\\_26](http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/viewFile/336/pdf_26)
- Medina LA, Monsalve OI, Forero AF. 2010. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. Ciencias Hortícolas. Vol. 4, no. 1, pp. 109-125.
- Mencía G, Ramón A, Reyes M, David R. 2018. Evaluación de abonos orgánicos a base de pulpa de café, en el cultivo de lechuga cv. Kristine y Versai. [Consultado 10 Agost. 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6438/1/CPA-2018-T059.pdf>

- Miranda J, Sánchez R. 2017. Efecto de la configuración de la plantación en el rendimiento y rentabilidad de lechuga en campo abierto. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano-Honduras. [Consultado 10 Agost. 2019]. Pp. 17. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6133/1/CPA-2017-100.pdf>
- Oña K. 2018. Efecto de la aplicación de suero ácido de leche en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). [Consultado 10 Agost. 2019]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6424/1/CPA-2018-T101.pdf>
- Piedrahita C, Caviedes D. 2012. Elaboración de un abono tipo " bocashi" a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria lactea (lacto suero). [Consultado 10 Jun.2019][http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono\\_Bocashi Lactea Piedrahita 2012.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono_Bocashi_Lactea_Piedrahita_2012.pdf)
- Pierre F, Rosell M, Quiroz A, Grabada Y. 2009. Evaluación química y biológica de compost de pulpa de café en Caspito municipio Andrés Eloy Blanco, Estado Lara, Venezuela. Revista Bioagro. [Consultado 10 Jun 2019]. Vol. 21(2), pp. 105-110. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85714162004.pdf>
- Restrepo J. 1996. Abonos organicos fermentados: Experiencia de agricultores en Centro America y Brasil. San Jose, Costa Rica. [Consultado 10 Jun 2019]. <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/ABONOSORGANICOSFERMENTADOS.pdf>
- Restrepo Rivera J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. [Consultado 10 Agost. 2019]. 1ª ed. Managua: SIMAS. 262 p.
- Sánchez M. 2011. Evaluación de tres abonos orgánicos en diferentes dosis de aplicación en el rendimiento del cultivo de rosa (rosa sp.) var. freedom. [Consultado 10 Jun. 2019]. Riobamba, Ec. Tesis Ing. Agr. p 4-5. <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/687>
- Shintani M, Leblac H, Tábora P. 2000. Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. Guácimo (CR): Universidad EARTH. Guía para uso práctico. Vol. 1 pp. 25.
- Soto AT. 2008. Guía Técnica No. 1: Elaboración de abono Tipo bokashi. Proyecto para el Apoyo a Pequeños Agricultores en la Zona Oriental (PROPA-Oriente) (Internet) [Consultado 03 Oct 2019]. <http://www.centa.gob.sv/sidia/inicio/html>
- Stewart J, Guerrero OE, Medrano H, Botero BR. 2003. Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta procesadora y comercializadora de Bokashi en la ciudad de Panamá. [Consultado 10 Jun. 2019] <https://es.slideshare.net/FatimaGarciaF/planta-procesadora-panama>

- Stofella PJ, Kanh BA. 2001. Biological, chemical and physical processes of composting. Boca Raton, Florida (EE. UU). CRC Press LLC. Compost utilization in horticultural cropping systems. 18-26 p.  
[https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=F6VeWD5ewK4C&oi=fnd&pg=PA17&dq=Biologycal,+chemical+and+physical+processes+of+composting&ots=QfSze4HdlM&sig=V7FSwBVCUuBRtd81fQv4DCNFWLA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Biologycal%2C%20chemical%20and%20physical%20processes%20of%20composting&f=false](https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=F6VeWD5ewK4C&oi=fnd&pg=PA17&dq=Biologycal,+chemical+and+physical+processes+of+composting&ots=QfSze4HdlM&sig=V7FSwBVCUuBRtd81fQv4DCNFWLA&redir_esc=y#v=onepage&q=Biologycal%2C%20chemical%20and%20physical%20processes%20of%20composting&f=false)
- Suler DJ, Finstein S. 1977. Efecto de la temperatura, la aireación y la humedad sobre la formación de CO<sub>2</sub> en Escala de banco, compostaje termofílico continuo de residuos sólidos. [Consultado 10 Jun. 2019]. Appl. Reinar. Microbiol., Vol. 33 (2): 345-350.  
<https://aem.asm.org/content/aem/33/2/345.full.pdf>
- Tarigo A, Repetto C, Acosta D. 2004. Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) a campo. Montevideo, Uruguay. [Consultado 10 Agost. 2019]. Universidad De La Republica.  
<http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2004/3171tar1.pdf>
- UCR (Universidad de Costa Rica). (s.f.). Buenas Prácticas Agrícolas [internet]. San José: UCR. [Consultado 2019 oct 2].  
<http://www.buenaspracticasagricolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-suelo/el-manejode-la-materia-organica>
- Valle Cañas RS, Quirós L, Tabora P, 2004. Evaluación de dos sistemas de producción de bokashi elaborado con desechos de banano (*Musa AAB. gran enano*) en la Universidad EARTH, Costa Rica. Pg 42 2004 [Consultado 10 Agost. 2019].  
<http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/PGs2003-2007.pdf>
- Villegas C. 2002. Aprovechamiento de residuos orgánicos urbanos para la elaboración de compost, con la aplicación de un acelerador orgánico. Nicaragua. Guía Técnica de Abonos Orgánicos, Instituto para el Desarrollo y la Democracia (IPADE). [Consultado 4 Oct 2019]. Vol. 1 p 14. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=cidab.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=010050>
- Watson K, Peterson AE, Powell RD. 2017. Water environment federation whey on agricultural land. Wisconsin: [Consultado 2019 Oct 1].  
<http://www.jstor.org/stable/pdf/25039215.pdf?refreqid=excelsior:b953391124ec152a9008fe239fc439d8>