

Evaluación del efecto de la formulación y los parámetros de proceso sobre el desempeño de un abono orgánico tipo Bocashi modificado con residuos de percolación de café (*Coffea arabica* L.) en el desarrollo metabólico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

José Miguel Jiménez, Andrea Cristina Lemus, Vilma María del Rosario Reyes, Astrid Carolina Valiente¹

¹Estudiantes de la Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Química e Ingeniería Química Industrial

RESUMEN

Se evaluó el desempeño de un abono orgánico tipo Bocashi al utilizar desechos de materia orgánica, específicamente residuos de percolación de café, dentro de su formulación.

El abono comúnmente se prepara mezclando cascarilla de arroz, gallinaza, afrecho, melaza, levadura, tierra, cal y agua. Para estudiar el efecto que la adición de la nueva materia orgánica tiene sobre el abono se evaluaron tres formulaciones, 3.5%, 4.0% y 4.5% de residuo de percolación de café. Se monitorearon propiedades fisicoquímicas como pH, temperatura, y propiedades microbiológicas como la presencia de Shiguella y Salmonella.

Por último, se aplicó el abono obtenido a una hortaliza estudiándose el efecto sobre el desarrollo metabólico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por medio del registro de la talla y la cantidad de hojas en función del tiempo y dosis de fertilizante.

Se determinó que la formulación adecuada para el abono Bocashi fue la que contenían 4.5% residuos de percolación de café (*Coffea arabica* L.).

Palabras clave: Fermentación, Fertilizante, Frijol, Hortaliza, Metabolismo, Orgánico, Plantas

ABSTRACT

Evaluation of the formulation effect and process parameters performance of a modified Bocashi type organic fertilizer with coffee percolation residues (*Coffea arabica* L.) in the metabolic development of beans (*Phaseolus vulgaris* L.)

The yield of a Bocashi type organic fertilizer was evaluated by using organic matter wastes, specific coffee percolation residues, within its formulation.

The fertilizer was prepared by mixing rice husk, chicken manure, bran, molasses, yeast, earth, lime and water. In order to study the effect that the addition of the new organic matter has on the fertilizer, three formulations, 3.5%, 4.0% and 4.5% of coffee percolation residues, were evaluated.

Physicochemical properties such as pH, temperature, and microbiological properties such as the presence of Shigella and Salmonella were monitored.

Finally, the fertilizer obtained was applied to a vegetable, studying the effect on the metabolic development of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) through the registration of the size and the amount of leaves depending on the time and dose of fertilizer.

The appropriate formulation for the Bocashi fertilizer was determined to contain 4.5% of coffee percolation residues (*Coffea arabica* L.).

Keywords: Fermentation, Fertilizer, Beans, Vegetables, Metabolism, Organic, Plants.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de abonos orgánicos ha cobrado gran importancia por diversas razones, desde el punto de vista económico el precio de los fertilizantes sintéticos aumenta día a día, y desde el punto de vista ambiental el uso excesivo de abonos sintéticos causa grandes problemas ambientales como la presencia de compuestos residuales en los suelos agrícolas.

El abono orgánico mejora la fertilidad del suelo y activa el crecimiento de la planta.

Los materiales para la preparación del "Bocashi" son la gallinaza, la melaza de caña de azúcar, la tierra negra, levadura, carbón vegetal, afrecho, material orgánico, cal y agua, donde cada uno de ellos le aportan al abono diferentes nutrientes necesarios, como lo son el nitrógeno, el fósforo, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre y boro.

Al emplear residuos de percolación de café como el material orgánico principal para la realización de este tipo de abono, se estimula el crecimiento y aporte de minerales como el nitrógeno y fósforo para un rendimiento adecuado en la hortaliza.

MÉTODOS, PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES

La comercialización de café (*Coffea arabica* L.) para percolación en la Ciudad de Guatemala es una actividad que genera una gran cantidad de material de desecho orgánico. Actualmente, Guatemala ocupa el noveno lugar en producción de café. En los años 2013 - 2014, se reportó 3.88 millones de sacos de 60 kilogramos, de los cuales 3.45 millones, exporta Guatemala a varios países del mundo.

Con la producción masiva de café en la ciudad, se genera una mayor producción de desechos y por lo tanto contaminación debido a la quema de estos. Según ANACAFE, aproximadamente, existen 2.30 millones de toneladas de residuos orgánicos de percolación de café; entre ellos el café en oro, en pergamino, en cereza, pulpa fresca 40%, mucílago 18% y cascarilla o pergamino 4.5%. Debido a lo anterior se decidió llevar a cabo la implementación de una alternativa que permita aprovechar dichos residuos en actividades agrícolas con utilización de procesos de biodegradación como lo es la elaboración de abonos orgánicos, generando así un enriquecimiento al suelo que contribuya a la adición de nutrientes que aporten al desarrollo de microorganismos y que estimulen el desarrollo y rendimiento de cultivos de mejor calidad.

Dentro de los desechos generados debido a la comercialización de café se encuentran los filtros y los residuos de percolación, presentándose en mayor proporción los restos de café colado, por lo que se decidió utilizar el mismo como la materia principal de aplicación orgánica para la realización del abono tipo "Bocashi". Los residuos de percolación de café en procesos de biodegradación pueden ofrecer a las plantas fósforo, nitrógeno, potasio y cobre; por lo que se considera que la utilización de estos aportará beneficios en el desarrollo del cultivo de la hortaliza propuesta, que en este caso es la del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

La manera de emplear los residuos generados a partir de café (*Coffea arabica* L.) en las residencias guatemaltecas, se da mediante el aprovechamiento de realización del abono fermentado de tipo "Bocashi" a base de restos de café colados (*Coffea arabica* L.) y con esto aprovechar los compuestos constitutivos del mismo para la producción de hortalizas.

RESULTADOS

Tabla 1. Evolución de la altura de la hortaliza de frijol registrada semanalmente para cada formulación del Bocashi.

| TIEMPO | PORCENTAJE DE RESIDUOS DE PERCOLACIÓN DE CAFÉ PRESENTES EN LA FORMULACION | | | |
|----------|---|-------|-------|-------|
| | 0.00% | 4.50% | 4.00% | 3.50% |
| | Altura (cm) | | | |
| Semana 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Semana 1 | 3.83 | 4.33 | 9.17 | 8.00 |
| Semana 2 | 8.00 | 10.00 | 11.67 | 11.50 |
| Semana 3 | 11.17 | 17.00 | 14.00 | 15.67 |
| Semana 4 | 13.17 | 22.33 | 17.33 | 17.17 |
| Semana 5 | 14.33 | 26.00 | 18.67 | 18.83 |
| Semana 6 | 15.67 | 26.33 | 20.00 | 19.83 |

Gráfico 1. Promedio de las alturas del tallo registradas semanalmente para cada formulación del Bocashi.

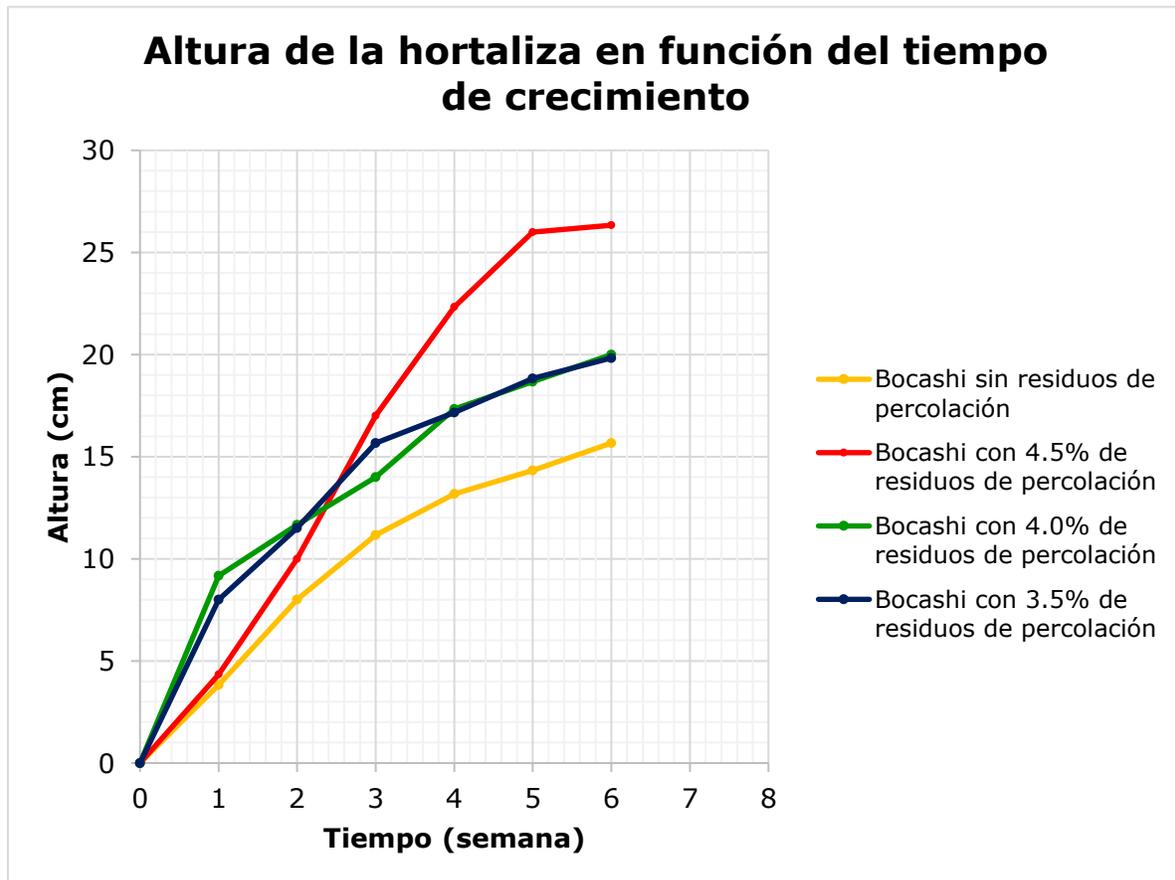
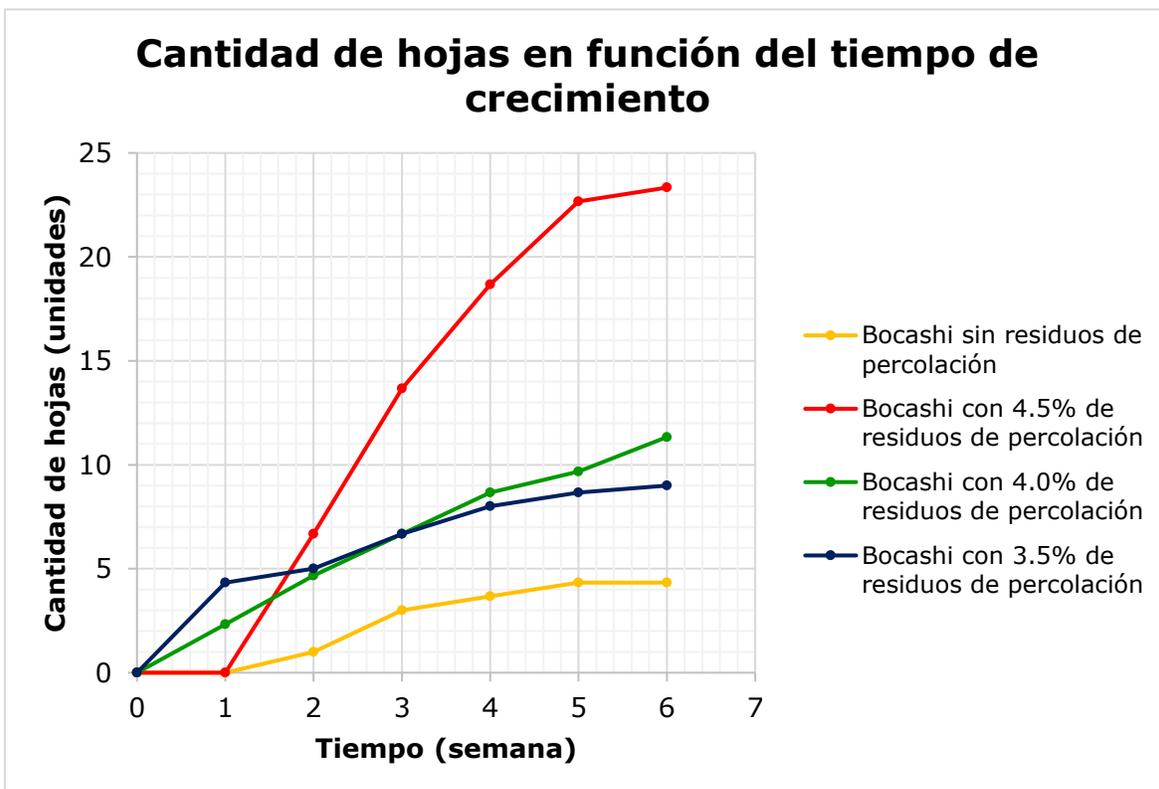


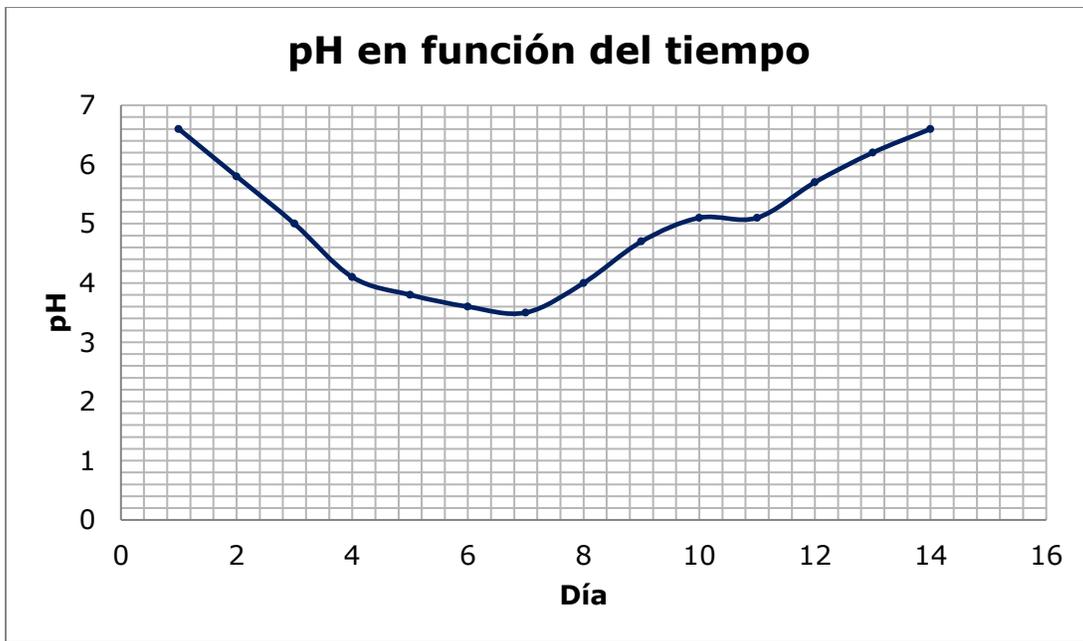
Tabla 2. Promedio de la cantidad de hojas registradas semanalmente para cada formulación del Bocashi.

| TIEMPO | PORCENTAJE DE RESIDUOS DE PERCOLACIÓN DE CAFÉ PRESENTES EN LA FORMULACIÓN | | | |
|----------|---|-------|-------|-------|
| | 0.00% | 4.50% | 4.00% | 3.50% |
| | Cantidad de hojas en el tallo | | | |
| Semana 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Semana 1 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| Semana 2 | 1 | 7 | 5 | 5 |
| Semana 3 | 3 | 14 | 7 | 7 |
| Semana 4 | 4 | 19 | 9 | 8 |
| Semana 5 | 4 | 23 | 10 | 9 |
| Semana 6 | 4 | 23 | 11 | 9 |

Gráfica. 2. Promedio de la cantidad de hojas registradas semanalmente para cada formulación del Bocashi.



Gráfica 3. Monitoreo de pH durante el proceso del Bocashi modificado con 4.5% de residuos percolación de café (*Coffea arabica* L.)



Gráfica 4. Registros de temperatura durante el proceso del Bocashi modificado con 4.5% de residuos percolación de café (*Coffea arabica* L.)

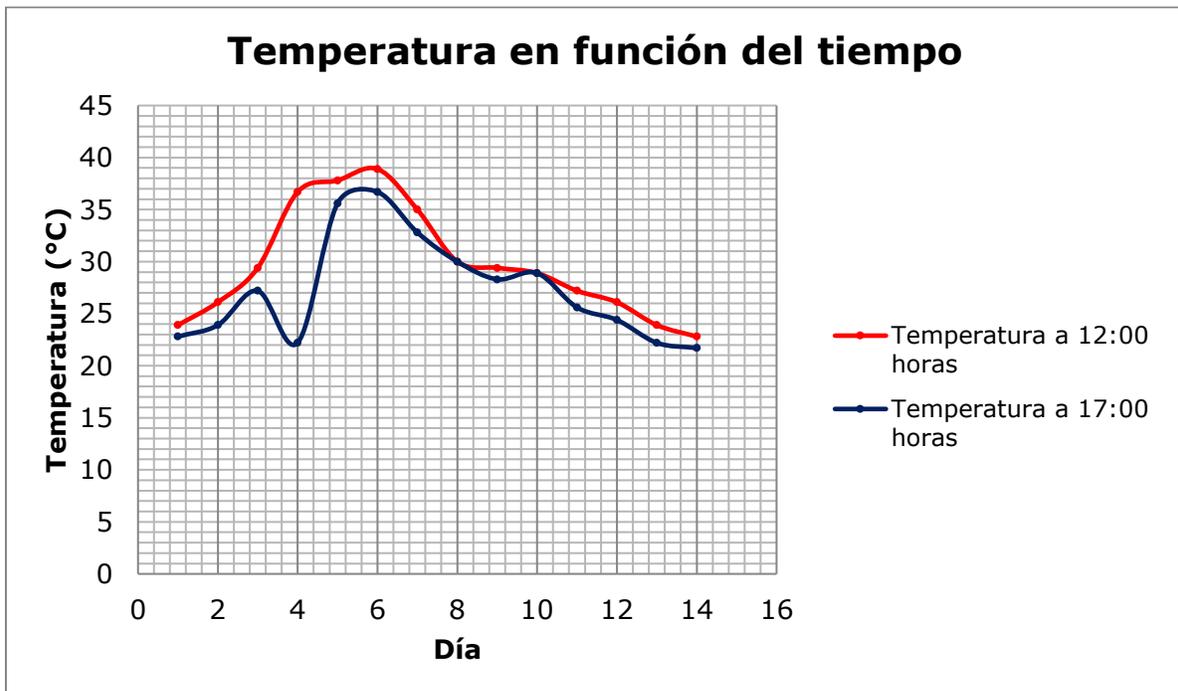


Tabla 3. Registros de análisis microbiológico

| Fecha de Análisis | Agar SS Dilución en 0.5 g (UFC/g) | Agar Papa Dextrosa Dilución en 0.5 g (UFC/g) |
|-------------------|---|--|
|-------------------|---|--|

| | | |
|------------|-------------------|-------------------|
| 10/08/2016 | Más de 600 UFC /g | N/A |
| 19/08/2016 | Más de 600 UFC /g | Más de 600 UFC /g |

Tabla 4. Formulación del abono tipo Bocashi con residuos de percolación de café.

| MATERIA PRIMA | CANTIDAD PORCENTUAL (%) | CANTIDAD (lb) |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Gallinaza | 31.83 | 20.00 |
| Carbón | 7.960 | 5.000 |
| Afrecho | 15.92 | 10.00 |
| Tierra | 31.83 | 20.00 |
| Cal | 7.960 | 5.000 |
| Levadura | 0.050 | 0.030 |
| Café (<i>Coffea arabica</i> L.) | 4.450 | 2.800 |
| Total | 100.0 | 62.83 |

DISCUSION DE RESULTADOS

Para la formulación del abono Bocashi modificado se utilizó gallinaza, carbón, afrecho, tierra, cal y levadura y las cantidades de residuos de percolación de café empleadas para las diferentes formulaciones a evaluar las cuales fueron de 3.5%, 4.0% y 4.5%.

Se prepararon muestras de 60.03 libras como blanco, 62.23 libras para la formulación de abono Bocashi con 3.5% de residuos de percolación de café, 62.53 libras para el abono Bocashi con 4.0% de residuos de percolación de café, y finalmente 62.83 libras para el abono Bocashi con 4.5% de residuos de percolación de café.

Se monitoreo la temperatura de las cuatro muestras de abono formuladas durante 14 días.

Asimismo, se midió el pH con un medidor de pH de marca Checker by Hanna. En la Gráfica 3 y 4, se muestra el comportamiento del pH y temperatura, respectivamente. Durante la fermentación del abono se observó una etapa de estabilización en donde se alcanzaron temperaturas altas (superior a la temperatura

ambiente), debido al incremento de la actividad microbiana.

Posteriormente, la temperatura del abono disminuyó, dado a la disminución de la fuente energética que retroalimentaba el proceso de fermentación. Finalmente, la temperatura se mantuvo constante, ya que el abono llegó a su etapa de maduración, en donde la degradación de la materia orgánica restante fue más lenta.

Se registraron valores de pH bajos debido a la fermentación del abono, sin embargo, gradualmente se fue auto - corrigiendo con la maduración de este, hasta llegar a un pH de 6.6.

Es importante mencionar que para evitar que el abono alcanzara temperaturas mayores a 50°C, se realizó un volteo cada dos días entre las dos mediciones de temperatura por lo cual la temperatura tomada a las 17: 00 horas fue menor que de las 12:00 horas. Esto permite brindar aireación y enfriamiento al abono.

La formulación del abono con 4.5% de residuos de percolación de café presentó la temperatura más alta; 37.8°C, de las cuatro muestras debido a que esta poseía mayor cantidad de residuo vegetal la cual fue fuente rica en nutrientes para el crecimiento de microorganismos. Por lo mismo fue que la muestra en blanco presentó la temperatura menor.

La elaboración del abono orgánico tipo Bocashi modificado con residuos de percolación de café, se llevó a cabo por medio de un proceso de semi-descomposición aeróbica de la materia orgánica, se formaron poblaciones de microorganismos, que en condiciones de pH y temperaturas controladas produjeron un material parcialmente favorable.

Con el fin de controlar que realmente se estuviesen formando poblaciones de microorganismos, se llevaron a cabo en distintas fechas, pruebas microbiológicas en medios de cultivo; en este caso, Agar *Salmonella* – *Shigella* y Agar Nutritivo del abono realizado.

Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar utilizándose el medio de cultivo Agar *Shigella* – *Salmonella* y Agar Papa Dextrosa.

Los resultados de dichos análisis y que se muestran en la Tabla 3, demostraron la existencia de actividad microbiana.

El análisis con Agar Papa Dextrosa muestra actividad de levaduras. Por otra parte, fue fundamental que el pH se mantuviera en un valor inferior a 7.5, esto porque si hubiese sido mayor, la actividad microbiológica hubiese sido lenta y no favorable para obtener un abono adecuado para el crecimiento de hortalizas.

Durante 6 semanas, se realizaron mediciones de las alturas y el conteo de hojas presentes

en la hortaliza de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), con el objetivo primordial de evaluar el desempeño del abono Bocashi a 3.5, 4.0 y 4.5%, residuos de percolación de café (*Coffea arabica* L.).

En las Gráficas 1 y 2, se muestra el comportamiento de la altura y cantidad de hojas en función del tiempo (semanal). La temperatura al mantenerse en rangos de 20 a 25°C permitió un adecuado crecimiento de la hortaliza, ya que a dicho rango se brinda un aumento favorable del proceso de fotosíntesis, lo cual aumenta a su vez la formación de hojas en el tallo de la hortaliza.

Con los resultados tabulados y graficados, se observó que la muestra con mayor altura del tallo y cantidad de hojas en comparación del resto de muestras fue la G1; es decir el abono orgánico tipo Bocashi con 4.5% de residuos de percolación de café (*Coffea arabica* L.).

Esto debido a que como se explicó anteriormente era la que contenía mayor cantidad de material verde (café), por lo que le aportó mayor cantidad de nutrientes que le permitieron a la muestra de estudio obtener un metabolismo óptimo en comparación de las 3 muestras restantes.

Por lo tanto, la mejor formulación del abono tipo Bocashi con residuos de percolación de café tiene que contener, 31.83% de gallinaza, 7.96% de carbón, 15.92% de afrecho, 31.83% de tierra, 7.96% de cal, 0.05% de levadura y 4.5% de residuos de café (*Coffea arabica* L.).

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la formulación adecuada para mejor crecimiento en una planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la que contiene 4.5% de residuos de percolación de café.

2. La formulación del abono tipo Bocashi con residuos de percolación de café posee 31.83% de gallinaza, 7.96% de carbón, 15.92% de afrecho, 31.83% de tierra, 7.96% de cal, 0.05% de levadura y 4.5% de residuos de café (*Coffea arabica* L.).

ANEXOS

Abono orgánico preparado



Medición de la temperatura y pH en el abono orgánico de tipo Bocashi



*Crecimiento de la hortaliza de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con el abono tipo Bocashi con 4.5% de residuos de percolación de café (*Coffea arabica* L.).*



BIBLIOGRAFÍA

Acosta, J., & Et. Al. (2013). *Efecto de Abonos orgánicos a partir de subproductos del Fique en producción de Maíz*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169235612013000100012

Agricisa. (2016). *Fertilizantes en Guatemala*. Obtenido de <http://www.deguate.com.gt/guatemala/agricultura/agroquimicos/informacion/mercado-de-fertilizantes.php#.V1sqpjX4WC5>

Sampieri , R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.