



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CARRERA INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y  
AMBIENTALES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA LA OBTENCION  
DEL TITULO DE**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y  
AMBIENTALES**

**TEMA:**

**ABONO FOLIAR ELABORADO CON RESIDUOS  
ORGÁNICOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L),  
CARACTERIZACIÓN E INFLUENCIA EN EL CULTIVO DE  
MAÍZ (*Zea mays*)**

**AUTORES:**

**ALCÍVAR SANTANA RUBÉN ANDRÉS**

**BAILÓN MACÍAS EMELY VIVIANA**

**TUTOR:**

**DRA. DAYANARA MACÍAS MAYORGA PHD.**

**ECUADOR, 2019**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO el proyecto de investigación “**ABONO FOLIAR ELABORADO CON RESIDUOS ORGÁNICOS DE CAFÉ *Coffea arabica* L, CARACTERIZACIÓN E INFLUENCIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ *Zea mays*”**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Alcívar Santana Rubén Andrés y Bailón Macías Emely Viviana, previa la obtención del título de Ingeniero Agropecuario e Ingeniera en Recursos Naturales y Ambientales respectivamente, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ULEAM.

---

Ing. Yessenia García Montes Mg. Sc  
**DECANA DE LA FACULTAD**

---

Dra. Dayanara Macías Mayorga PhD.  
**TUTORA DEL PROYECTO**

## **MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Ing. Dídimo Mendoza Intriago, M. Sc.

---

Ing. María Mendoza García, Mg. Sc.

---

Ing. Nelly Mejía Zambrano, Mg. Sc.

---

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Dra. Dayanara Macías Mayorga, certifica haber tutorado el proyecto de investigación “ABONO FOLIAR ELABORADO CON RESIDUOS ORGÁNICOS DE CAFÉ *Coffea arabica* L, CARACTERIZACIÓN E INFLUENCIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ *Zea mays*, 2018”, que ha sido desarrollado por los estudiantes Alcívar Santana Rubén Andrés, egresado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria y Bailón Macías Emely Viviana, egresada de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario e Ingeniera en Recursos Naturales y Ambientales (respectivamente), de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACION DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

---

**Dra. Dayanara Macías Mayorga PhD.**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Rubén Andrés Alcívar Santana egresado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria y Emely Viviana Bailón Macías egresada de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, declaramos bajo juramento la responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en el presente trabajo de investigación.

---

**Alcívar Santana Rubén Andrés**

**CI: 131359464-8**

---

**Bailón Macías Emely Viviana**

**CI: 131702380-0**

## **AGRADECIMIENTO**

De manera infinita a Dios por todas las bendiciones derramadas sobre mí, por las fuerzas para poder superar obstáculos.

A mis padres por ese apoyo que he recibido de ellos desde mi infancia, todo lo que soy se lo debo a ellos quienes han inculcado en mí, muchos valores, los cuales me han llevado a ser la persona que soy, a mi hermana por el apoyo recibido de ella por ese gran amor y respaldo que siempre he recibido de su parte.

A mi enamorada por todo su cariño y apoyo incondicional en cada momento de mi vida, por haber puesto su esfuerzo y dedicación para poder culminar este proyecto, por ser un pilar fundamental en mi vida a quien le agradezco tanto.

A mi abuelita quien ha sido una madre para mí desde toda la vida, mis demás abuelos y tíos que están en el cielo y demás familiares les agradezco de todo corazón por ese apoyo recibido de ustedes. A mis amigos gracias por de una u otra forma apoyarme en el transcurso de nuestra amistad.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a cada uno de los docentes, por brindarme esos conocimientos los cuales me servirán en mi vida profesional.

A mi tutora Dra. Dayanara Macías Mayorga PhD y a mi padre el Ing. Rubén Alcívar Murillo Mg. que estuvieron conmigo en cada paso de este gran proyecto de investigación sin duda alguna, grandes profesionales, así mismo a cada uno de los docentes miembros del tribunal.

***Rubén Andrés Alcívar Santana***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por haberme permitido llegar a cumplir esta meta y por darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades de mi vida.

A mi papá por haberme brindado el amor más sincero del mundo, por inculcarme buenos valores y virtudes, por haber fomentado en mí el deseo de superación y con su ejemplo he aprendido a luchar por lo que sueño y por enseñarme el significado de la frase “querer es poder”.

Agradezco a mis padres, hermanos, abuelo, cuñado y a mi sobrino por apoyarme en mis sueños y metas propuestas, por no dejar de creer en mí durante mis buenos y malos momentos, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada una de mis metas, por el sacrificio que han hecho por mí durante todo este tiempo, ustedes son un pilar fundamental en todo lo que hago en mi vida.

A mi enamorado por su colaboración, apoyo y cariño constate, por haber dedicado su tiempo y esfuerzo a diario para culminar este proyecto y por ser mi apoyo fundamental e incondicional en cada momento de mi vida.

Un agradecimiento especial al Ing. Rubén Alcívar por su tiempo y guía constante en este trabajo además de su confianza y brindarme valiosos conocimientos, Gracias.

A mi tutora por compartir sus conocimientos a lo largo de la realización de este proyecto y a todos mis maestros, por compartirme sus conocimientos y sus experiencias, para ellos mi gratitud y cariño.

A mis amigos y compañeros que han estado siempre a mi lado brindándome su ayuda incondicional.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

***Emely Viviana Bailón Macías***

## **DEDICATORIA**

A Dios por todas sus bendiciones y el ser mi guía, a toda mi familia que siempre me brindaron su apoyo y confianza.

A mis padres Rubén Alcívar Murillo y Ruth Santana Parrales por todo ese apoyo recibido y ese gran amor que me brindan, todas esas enseñanzas que me han servido para llegar a formarme como un profesional.

A mi hermana Andreina Alcívar Santana quien siempre me ha respaldado en todas mis metas, quien me ha motivado para culminar esta etapa de mi vida.

A mí enamorada y compañera de este proyecto por ese gran apoyo recibido día a día para poder cumplir mis metas, por ese cariño tan incondicional recibido día a día.

***Rubén Andrés Alcívar Santana***

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico a un ser muy especial que ha sido el pilar más importante en mi vida y, que, a pesar de no estar físicamente, me ha acompañado en cada instante y sé que este momento hubiera sido tan importante para él como lo es para mí, Papá, todo mi esfuerzo va por ti.

A mi madre por su apoyo y amor incondicional que ha sabido guiarme por el buen camino, por creer siempre en mí y enseñarme a diferenciar lo bueno de lo malo.

A mis hermanos quienes han sido mi fuerza, mi guía y me han apoyado y motivado en todo momento para poder llegar a este punto de mi vida.

A mi sobrino quien ha sido y es mi motivación y felicidad.

A mí cuñado por ser como un hermano mayor, por sus palabras de aliento y apoyo constante.

A mi compañero de tesis y enamorado por su constante apoyo y complemento en este proyecto y en mi vida.

***Emely Viviana Bailón Macías***

# ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	ii
MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FOTOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1.1. Clasificación taxonómica del cultivo de café.....	2
1.1.2. Cultivo de café y producción en Ecuador.....	2
1.1.3. Contenido nutricional del café.....	3
1.1.4. Subproductos del café.....	4
1.1.5. Clasificación taxonómica del cultivo de maíz.....	6
1.1.6. El maíz en el Ecuador.....	6
1.1.7. Requerimientos nutricionales del maíz.....	6
1.1.8. Abonado en el maíz.....	8

1.1.9. Fertilización orgánica.....	8
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.4. HIPÓTESIS.....	12
1.5. OBJETIVOS.....	12
1.5.1. Objetivo general.....	12
1.5.2. Objetivos específicos.....	12
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
2.1. Localización.....	13
2.2. Características de las condiciones meteorológicas de Feagri_Junco.....	13
2.3. Factores en estudio.....	14
2.3.1. Factor a: Dosis de abono foliar.....	14
2.3.2. Factor b: Tiempo de aplicación.....	14
2.4. Tratamientos.....	14
2.5. Delineamiento experimental.....	15
2.5.1. Diseño experimental.....	15
2.5.2. Esquema Análisis de Varianza (ADEVA).....	15
2.5.3. Pruebas funcionales.....	15
2.6. Unidad experimental.....	15
2.6.1. Características de la unidad experimental.....	15
2.7. Descripción del experimento.....	16
2.8. Protocolo preliminar para la elaboración de abono foliar a base de residuo orgánico de café.....	16
2.9. Variables medidas.....	17

<b>III. RESULTADOS</b> .....	18
3.1. Análisis de los datos .....	18
3.2. Descripción y Análisis de los resultados .....	18
3.2.1. Caracterización del fertilizante foliar.....	18
3.2.2. Altura de planta y tamaño de hoja .....	19
3.2.3. Diámetro de tallo.....	20
3.2.4. Longitud de sistema radicular .....	21
3.3. Resultados estadísticos .....	21
3.4. Datos complementarios .....	22
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	25
5.1. Conclusiones .....	25
5.2. Recomendaciones .....	25
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	26
<b>ANEXOS</b> .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición nutricional de café por cada 100 g de infusión.....	3
<b>Tabla 2.</b> Descripción y empleo de los subproductos del café .....	4
<b>Tabla 3.</b> Análisis fisicoquímico del bagazo de café.....	5
<b>Tabla 4.</b> Requerimiento de macronutrientes en el desarrollo del cultivo de maíz...	7
<b>Tabla 5.</b> Requerimiento de elementos menores en el cultivo de maíz.....	7
<b>Tabla 6.</b> Resultado de los parámetros físicos que fueron evaluados en la investigación de manera diaria durante los 23 días .....	13
<b>Tabla 7.</b> Tratamientos con sus respectivas dosis y tiempo de aplicación.....	14
<b>Tabla 8.</b> Caracterización química del abono foliar .....	18
<b>Tabla 9.</b> Variables medidas después de la aplicación del abono foliar.....	21

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Altura de la planta de maíz en cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento .....	19
<b>Gráfico 2.</b> Tamaño de hoja principal en cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento .....	20
<b>Gráfico 3.</b> Diámetro del tallo en cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento .....	20
<b>Gráfico 4.</b> Tamaño de la raíz principal de la planta de maíz de cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento .....	21

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1 y 2.</b> Toma de muestras del residuo orgánico de café, El café.....	31
<b>Foto 3 y 4.</b> Pesado y envasado de las muestras del residuo orgánico de café.....	31
<b>Foto 5, 6, 7 y 8.</b> Preparación del abono foliar a base de residuo orgánico de café, Laboratorio de la Fac. Ciencias Agropecuarias ULEAM.....	32
<b>Foto 9.</b> Resultados de la caracterización química del abono foliar.....	33
<b>Foto 10 y 11.</b> Llenado de las bandejas con sustrato y siembra del maíz trueno...	34
<b>Foto 12 y 13.</b> Germinación del maíz a los 4 días.....	34
<b>Foto 14 y 15.</b> Deshierbe en las bandejas germinadoras, de manera manual.....	34
<b>Foto 16 y 17.</b> Desarrollo del cultivo de maíz a los 6 días.....	35
<b>Foto 18 y 19.</b> Elaboración del abono foliar y registro de pH del mismo.....	35
<b>Foto 20 y 21.</b> Aplicación del abono foliar a los 8 días.....	35
<b>Foto 22 y 23.</b> Cultivo de maíz a los 13 días; abono foliar elaborado para su aplicación.....	36
<b>Foto 24 y 25.</b> Aplicación del abono foliar a los 13 días.....	36
<b>Foto 26 y 27.</b> Deshierbe de manera manual; Aplicación del abono foliar a los 18 días.....	36
<b>Foto 28 y 29.</b> Evaluación de la variable de longitud.....	37
<b>Foto 30 y 31.</b> Evaluación de la variable de desarrollo del sistema radicular.....	37

## RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar un abono foliar a base de residuo orgánico sólido de café y determinar su influencia en el crecimiento del maíz. Las muestras del residuo de café fueron tomadas en la empresa El Café C.A. y llevadas al laboratorio para posterior elaboración del abono foliar. Una vez elaborado el abono líquido, una muestra fue enviada al laboratorio de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad), para su análisis químico. El experimento fue llevado a cabo en condiciones de vivero, en donde se realizaron 10 tratamientos, incluido el testigo. Se realizaron 3 repeticiones por cada tratamiento donde se aplicaron dosis de 5, 7.5 y 10 mL/L a los 8, 13 y 18 días. Los resultados obtenidos indican que el abono foliar es eficiente aplicándolo al cultivo de maíz en comparación con el tratamiento de testigo, aunque es necesario señalar que el crecimiento varió en cada tratamiento. Sin embargo, el tratamiento 6 con una dosis de 7,5 mL/L a los 18 días, obtuvo mayor crecimiento en altura, hoja, diámetro del tallo mientras que en el sistema radicular los tratamientos no presentaron significancia. En conclusión, el abono foliar resultó adecuado para el crecimiento hasta los 23 días de desarrollo que duró el experimento de maíz.

## **SUMMARY**

The objective of the research project was to evaluate a foliar fertilizer based on solid organic coffee residue and determine its influence on the growth of corn. The samples of the coffee residue were taken at the company El Café C.A. and taken to the laboratory for later elaboration of the foliar fertilizer. Once the liquid fertilizer was prepared, a sample was sent to the laboratory of the Fito and Zoosanitary Regulation and Control Agency (Agrocalidad), for its chemical analysis. The experiment was carried out in nursery conditions, where 10 treatments were performed, including the control. Three repetitions were performed for each treatment where doses of 5, 7.5 and 10 mL / L were applied at 8, 13 and 18 days. The obtained results indicate that the foliar fertilization is efficient applying it to the corn cultivation in comparison with the control treatment, although it is necessary to indicate that the growth varied in each treatment. However, treatment 6 with a dose of 7.5 mL / L at 18 days, obtained greater growth in height, leaf, diameter of the stem while in the root system treatments were not significant. In conclusion, foliar fertilization was adequate for growth until 23 days of development of the corn experiment.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. MARCO TEÓRICO

### 1.1.1. Clasificación taxonómica del cultivo de café

Alvarado y Rojas (2007) mencionan:

#### TAXONOMIA

Reino:	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Subdivisión	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Magnoliata</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Rubiales</i>
Familia	<i>Rubiaceae</i>
Genero	<i>Coffea</i>
Especie	<i>arabica</i>

### 1.1.2. Cultivo de café y producción en Ecuador

Después del agua, el café es la bebida más consumida en el mundo (según estadísticas mundiales); esta bebida es parte fundamental de la cotidianidad, esto nos indica una alta producción de este cultivo y en su proceso lo que ocasiona a su vez problemas ambientales por parte de industrias cafeteras (Cifuentes 2018).

El cultivo de café se encuentra dentro de las principales actividades agrícolas que se realizan en el Ecuador, debido a su importancia económica y social en la generación de divisas y empleo. Se encuentra entre los diez cultivos con mayor superficie, además, es sembrado en 21 provincias del país (Monteros 2016). Sin embargo, CENICAFÉ (2016) Indica que, en el beneficio e industrialización del café,

hay un 95% que representan residuos orgánicos (sólidos y líquidos); mientras que el 5% restante es utilizado en la preparación de la bebida.

Gonzales (2009) menciona que, a inicios de los años 90, el Ecuador representaba el 2,7 de producción mundial de café. En el año 2000 esta producción llega a caer al 1.8%; mientras que en la actualidad solamente representa menos de 1%. En Ecuador la producción de café inicia con una recaída en el año 1997, llegando a recuperarse entre el año 2004 y 2005. Sin embargo el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) y el Banco Central del Ecuador (BCE), mencionan que en el año 2008 la producción de café fue de 221.000 ha, lo cual representa una producción de 4 a 5 qq/ha, llegando a ocupar el rendimiento más bajo a nivel mundial.

El mismo autor indica que a inicios del año 2000, las industrias cafetaleras empiezan con una muy baja producción llegando convertirse en el peor año en la historia, en la cual solo llegaron a exportar 570.000 sacos; mientras que en el año 1994 llegaron a 2.15 millones de sacos.

### **1.1.3. Contenido nutricional del café**

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2010) mencionan que el café presenta un gran impacto en lo social, en donde muchas personas en diferentes países solo llegan a vivir de este cultivo. Pero esto no solo se limita en la producción de este grano, de hecho, los consumidores, realizan sus actividades alrededor de esta bebida.

**Tabla 1.** Composición nutricional de café por cada 100 g de infusión.

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Energía	400
Proteína	6.67
Grasa total (g)	13.33
Colesterol (mg)	0
Fibra (g)	8.90

Calcio (mg)	89
Hierro (mg)	3.20
Yodo (µg)	0.01
Vitamina A (mg)	-
Vitamina C (mg)	-
Vitamina D (µg)	-
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B12 (µg)	0
Folato (µg)	0.30

Fuente: Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER) 2005.

#### 1.1.4. Subproductos del café

Hidalgo y Rivera (2017) menciona que durante el proceso de cultivo e industrialización del café se producen grandes cantidades de residuos sólidos, ya que sólo se emplea el 7,5% de su peso fresco en la elaboración de la bebida, lo restante se transforma en residuo. A esto, Suarez (2012) señala que el 90.5% son subproductos (pulpa, el mucílago, el cisco o pergamino y el bagazo o borra) los cuales llegan a ser esparcidos hacia los cuerpos de aguas llegando a contaminarlas perjudicando la posibilidad de vida que presentan los ecosistemas, sin embargo también se recolectan para luego ser almacenados y retirados de las instalaciones entrando así a una contaminación de suelo.

Estos subproductos y su utilización se describen a continuación:

**Tabla 2.** Descripción y empleo de los subproductos del café

RESIDUO	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE USO
<b>Pulpa de café</b>	Empleada como abono orgánico, se conserva cubierta 3 meses. Es aprovechada como fuente de humus, nitrógeno y carbono, sustituyendo a los fertilizantes	+ 95% empleada como compuesto orgánico

<b>Mucilago</b>	Se dificulta su empleo ya que este queda en más condiciones por la fermentación del grano	<10% es reciclado, lo demás es dispuesto en los ríos
<b>Cisco o Pergamino</b>	Es quemado en hornos para llevar acabo la torrefacción y tostado	100%
<b>Volátiles y líquidos</b>	Son productos de tostión, en la cual se libera vapor, gas carbónico y aceites del café	Se pierden estos residuos que se producen en pequeña escala
<b>Bagazo</b>	Es el residuo final, resultante de la torrefacción del grano de café. Suele ser incinerada para la obtención de energía para algunas industrias o dispuestas en rellenos sanitarios y empleada minoritariamente como fertilizante orgánico y enmienda de suelos.	13% en calderas de industrias 27% en incineración indefinida 60% en rellenos sanitarios

Fuente: Hidalgo y Rivera 2017

En la tabla 2, se describen el uso de los residuos generados por el procesamiento de café, donde la pulpa de café y la borra, son utilizadas como abonos orgánicos; sin embargo, el enfoque es la utilización del bagazo como abono orgánico líquido.

Cañola y Durán (2011), menciona que el bagazo de café presenta el siguiente análisis fisicoquímico:

**Tabla 3.** Análisis fisicoquímico del bagazo de café

<b>PROPIEDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Densidad aparente	0,28 g/cc
Humedad	60,01%
Cenizas	0,6-0,8%
Carbohidratos	64-65%
Grasas	18-26%
Proteínas	10-15%
Fibra	40,47%
Cafeína Trigonelina	Fracciones
pH	4,10

Fuente: Cañola y Duran 2011

### 1.1.5. Clasificación taxonómica del cultivo de maíz

Vargas (2011) menciona la siguiente clasificación:

<b>TAXONOMIA</b>	<b>NOMBRE</b>
Nombre común:	Maíz
Reino:	<i>Plantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Angiospermopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Genero	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays</i>

### 1.1.6. El maíz en el Ecuador

En los últimos años, la evolución del cultivo del maíz en el Ecuador muestra que existen profundas diferencias entre los dos tipos utilizados: maíz duro y maíz suave. El maíz duro tiene una gran demanda por parte de empresas agroindustriales dedicadas a la producción avícola y de alimentos balanceados, siendo esta la principal razón de expansión de áreas para cultivos destinadas a la producción y rendimiento de este grano (Bravo 2005).

FARMAGRO (c2018) menciona que uno de los cultivos primordiales en el Ecuador, es el cultivo de maíz ya que es considerado por los pueblos indígenas, como un grano esencial para la vida, siendo considerado como identidad cultural y un ingreso económico para los agricultores ecuatorianos.

### 1.1.7. Requerimientos nutricionales del maíz

Guevara (2010) menciona que la fertilización es una práctica habitual, utilizada para aumentar la productividad y calidad del maíz cosechado. La cantidad de nutrientes que absorbe un cultivo depende de varios factores como: disponibilidad de macro y micronutrientes, variedad de semillas, condiciones climáticas, etc.

El mismo autor menciona que en las zonas tropicales, el maíz debe ser fertilizado en las etapas de desarrollo, donde requiere de mayor cantidad de nutrientes ya que en estas zonas, la planta a los 2 meses, consigue una altura final de dos metros aproximadamente.

**Tabla 4.** Requerimiento de macronutrientes en el desarrollo del cultivo de maíz

Rendimiento ton/ha	Kilogramos de nutrientes por hectárea					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
<b>4</b>	100	40	120	25	18	14
<b>6</b>	120	50	160	30	40	25
<b>8</b>	200	80	224	35	52	32

Fuente: Guevara 2010

**Tabla 5.** Requerimiento de elementos menores en el cultivo de maíz

Elementos	gr/ha
<b>Hierro</b>	1.200 - 2.000
<b>Boro</b>	120 - 170
<b>Zinc</b>	250 - 400
<b>Manganeso</b>	300 - 350
<b>Cobre</b>	100 - 120
<b>Molibdeno</b>	9

Fuente: Guevara 2010

### **1.1.8. Abonado en el maíz**

Saona (2016) menciona que la fertilización es fundamental en este cultivo, el cual requiere la incorporación de varios factores para su desarrollo, entre ellos de macronutrientes como: nitrógeno, potasio y fósforo y de micronutrientes como magnesio y azufre.

Irañeta *et al.* (2017) indican que el cultivo de maíz alcanza un excelente desarrollo vegetativo y productivo, por lo tanto, resulta muy exigente en nutrientes por lo que el abonado es un factor clave en las etapas de este cultivo ya que son necesarios para aumentar la productividad y rentabilidad y a su vez, mantiene la fertilidad del suelo.

### **1.1.9. Fertilización orgánica**

Guevara (2010) menciona que la fertilización orgánica consiste en incorporar al suelo fertilizantes orgánicos elaborados a base de residuos de cosecha, subproductos agroindustriales y excremento de animales el cual tiene como beneficios; el bajo costo de producción, aumentar la fertilidad del suelo, etc. Cabe mencionar que este tipo de fertilización, no reemplaza en su totalidad a la fertilización química para ciertos cultivos

Un estudio realizado por Cantarero y Martínez (2002), tuvo como objetivo evaluar en el cultivo de maíz tres tipos de fertilizantes elaborado con gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral y, señaló que el fertilizante mineral fue el tratamiento que estimuló el crecimiento de la planta alcanzando mayores valores en comparación con los fertilizantes elaborados de gallinaza y estiércol vacuno.

Guevara (2010) realizó un estudio donde probó tres fertilizantes; dos químicos y uno orgánico elaborado con pulpa de café en el cultivo de maíz, en el cual, el fertilizante químico alcanzó un rendimiento mayor, seguido del fertilizante orgánico en comparación al testigo que obtuvo el menor rendimiento.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La calidad del suelo está siendo afectada, entre otros factores por el uso indiscriminado de productos agroquímicos, los que se aplican sin control por parte de los agricultores, lo que influye en la reducción de la fertilidad del suelo (Izquierdo 2017).

Pitarch (2001) menciona que el sector agrícola es considerado como el grupo poblacional con más alto riesgo de exposición a estos contaminantes tóxicos, como consecuencia de la elevada importancia que ha ido adquiriendo en los países desarrollados el uso de insecticidas, fungicidas, herbicidas, entre otros.

El uso de productos agroquímicos hizo que los métodos ancestrales de manejo de la producción agrícola se fueran perdiendo, debido a que incrementaban los rendimientos de los cultivos en comparación con los otros métodos, llegando a ser parte “fundamental” de los agricultores, los cuales creen no poder producir sin estos productos agroquímicos. Zagoya (2014) menciona que los progresos que se han dado en la agricultura de manera convencional con la utilización de los agroquímicos han favorecido en gran manera la producción de los cultivos sin tomar en cuenta que estas mejoras han tenido como consecuencias daños en el ambiente.

Por otro lado, la industria del café es uno de los principales medios de desarrollo de la región cafetalera, pero también es cierto que esta actividad trae consigo una problemática ambiental generada por el manejo inadecuado de los residuos generados. El vertimiento de estos desechos a las fuentes de agua, el esparcimiento de estos en los terrenos cercanos de las zonas de cultivo, y la deposición en botaderos a cielo abierto es la alternativa de manejo que se implementa actualmente (Hidalgo y Rivera 2017).

La utilización de los abonos orgánicos han llegado a mostrar respuestas muy claras en condiciones temporales y en aquellos suelos donde se siembra tradicionalmente,

por este motivo se debería considerar como una iniciativa para la sostenibilidad del suelo; el uso de estos abonos ha dado un beneficio para la obtención de productos orgánicos, incrementado su producción y de esta manera llegando a tener productos de una muy alta calidad (Tamayo 2012).

Manabí es una de las provincias más productivas del Ecuador, en la cual sus cultivos predominantes son: el maíz, la caña de azúcar, el arroz, banano, café, ubicándose en el 2010 como la provincia con mayor superficie agrícola. Sin embargo, los agricultores utilizan plaguicidas que están prohibidos en otros países (debido a su toxicidad) pero en Ecuador no; los agricultores en su afán de generar dinero no son conscientes del daño que causan al ambiente e inclusive a su salud.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2010), menciona que el efecto de la producción de café sobre la biodiversidad es un tema que genera atención desde el punto de vista científico, de conservación y desde la huella ambiental que generan las industrias a nivel mundial (incluyendo los procesos de producción, procesamiento y distribución).

ANECAFÉ (2002) menciona que el cultivo de café se produce en 20 provincias del Ecuador lo cual expresa una alta importancia socioeconómica, donde se estima que en la costa se cultivan 112 mil ha, en la región sierra 62 mil ha, en la Amazonía 55 mil ha y por último en Galápagos 1 mil ha. Esta gran distribución se da porque el Ecuador entre 70 países se encuentra dentro de los 14 que manejan una producción mixta es decir arábica (*Coffea arabica*) y robusta (*Coffea canephora*).

El bagazo de café es un desecho orgánico constituido por el grano molido, tostado y procesado para la extracción del café, siendo de gran volumen que, si no se trata y se conserva durante un tiempo prolongado, expulsa olores desagradables y se transforma en un medio óptimo para la proliferación de moscas y otras plagas (Hidalgo y Rivera 2017).

Guevara (2010) menciona que la ventaja que tiene elaborar y utilizar fertilizantes orgánicos es que se contribuye en gran manera a la descontaminación de nuestro medio, ya que todo estos desechos que irían a ser una fuente de contaminación se pueden llegar a utilizar para fertilizar cultivos y a la vez poder recuperar y enriquecer los suelos bajos en nutrientes.

Al no existir estudios sobre el efecto que tendrá este residuo orgánico como abono a los cultivos, se realiza esta investigación con el objetivo de elaborar un abono foliar con el residuo orgánico sólido del café, para lo cual se le realiza la caracterización químicamente y de acuerdo con los resultados de estos análisis, se seleccionaron dosis para ser aplicado en tiempos de aplicación de 8, 13 y 18 días, en la cual se determina la influencia en el cultivo de maíz. Por lo expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿Qué efecto tendrá el uso de abono foliar elaborado con residuos orgánicos sólidos de café en el cultivo de maíz?

## **1.4. HIPÓTESIS**

El uso del abono foliar elaborado con residuos orgánicos sólidos de café tiene un efecto positivo en el desarrollo del cultivo de maíz.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del abono foliar elaborado con residuos orgánicos sólidos de café (*Coffea arabica*) sobre el cultivo de maíz (*Zea mays*)

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un protocolo preliminar para la elaboración del abono foliar a partir de residuos orgánicos de café.
- Realizar la caracterización química de residuos orgánicos de café.
- Determinar la respuesta del cultivo de maíz a la dosis y tiempo de aplicación del abono foliar.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó de junio a septiembre de 2018. Las muestras de residuo orgánico sólido de café fueron colectadas de los depósitos de desechos de la empresa El Café ubicada en El Arrollo (1°01'47.25"S; 80°44'31.69"O). Por otra parte, el cultivo de maíz de la variedad Trueno fue establecido en la sucursal Feagri\_Junco (0°57'10.60"S; 80°44'20.51"O).

### 2.2. Características de las condiciones meteorológicas de Feagri\_Junco.

Durante todo el experimento (23 días) los parámetros como: temperatura (°C), humedad (%); y presión atmosférica (hPa) fueron monitorizados. Los parámetros fueron medidos en horarios de 6:00 a.m., 12:00 p.m., 18:00 p.m.

**Tabla 6.** Resultado de los parámetros físicos que fueron evaluados en la investigación de manera diaria durante los 23 días

HORARIO	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRESIÓN ATMOSFÉRICA
6:00 A.M.	21°C	90%	1012,65 hPa
12:00 P.M.	27,26°C	77%	1013,22 hPa
18:00 P.M.	23,7°C	82%	1010,57 hPa

Fuente: Alcívar y Bailón 2018.

Esta tabla nos muestra los resultados de las medias de cada parámetro, con los cuales se desarrolló la investigación en ambiente controlado durante 23 días, en la cual se determinó la influencia del abono foliar elaborado con residuos orgánicos de café en el cultivo de maíz.

## 2.3. Factores en estudio

### 2.3.1. Factor a: Dosis de abono foliar

A1: 5 ml/l

A2: 7,5ml/l

A3: 10 ml/l

### 2.3.2. Factor b: Tiempo de aplicación

B1: 8 días

B2: 13 días

B3: 18 días

## 2.4. Tratamientos

**Tabla 7.** Tratamientos con sus respectivas dosis y tiempo de aplicación

Tratamientos	Código	Dosis de Abono Foliar	Tiempo de aplicación
1	A1B1	5 ml/l	8 días
2	A1B2	5 ml/l	13 días
3	A1B3	5 ml/l	18 días
4	A2B1	7,5ml/l	8 días
5	A2B2	7,5ml/l	13 días
6	A2B3	7,5ml/l	18 días
7	A3B1	10 ml/l	8 días
8	A3B2	10 ml/l	13 días
9	A3B3	10 ml/l	18 días
10	Testigo Absoluto		

## 2.5. Delineamiento experimental

### 2.5.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A) con tres repeticiones.

### 2.5.2. Esquema Análisis de Varianza (ADEVA)

ADEVA	
Fuente de Variación	Grado de Libertad
Tratamientos	9
Error Experimental	20
Total	29

### 2.5.3. Pruebas funcionales

Se efectuó la prueba de significación de Tukey al 0.05%.

## 2.6. Unidad experimental

### 2.6.1. Características de la unidad experimental

Unidad Experimental (U. E)	Bandeja
Profundidad de la U.E	15 cm
Total del experimento	30 U. E
Forma de la U. E	Rectangular
Tamaño U. E	55.5cm x 27.5cm
Tamaño Total	20 m <sup>2</sup>
Población de plantas por U. E	50 plantas
Parcela Útil	24 plantas
Población Total de plantas	1500 plantas
Material Experimental	Trueno (híbrido)

## **2.7. Descripción del experimento**

Las muestras del residuo orgánico sólido de café fueron tomadas en la empresa El Café C.A. y colocadas en fundas ziploc el mismo día que fueron vertidas por la empresa, para ser llevadas al laboratorio, y elaborar el abono foliar. Se procedió a su caracterización química de macro y micronutrientes en los laboratorios de Agrocalidad, una vez obtenido los resultados del análisis se seleccionaron las dosis para ser aplicados en las U.E.

El experimento fue llevado a cabo en condiciones de vivero en la sucursal de la finca Feagri\_Junco, cubierta con malla sarán, cada unidad constituyó una bandeja germinadora que constó de 50 plantas de maíz, en la cual se aplicó el efecto borde teniendo así, 24 plantas. En cada una de las unidades experimentales se realizó la aplicación de las dosis de abono foliar a los 8, 13 y 18 días dependiendo del tratamiento. El testigo de comparación fue absoluto, es decir que no tuvo ninguna aplicación del abono foliar.

El deshierbe se realizó de manera manual y el riego uno por día en horas de la mañana. La germinación del maíz se presentó a los 4 días de haber realizado la siembra en la cual se aplicó de manera matemática la regla de tres simple para poder tener el porcentaje que tuvo de germinación.

## **2.8. Protocolo preliminar para la elaboración de abono foliar a base de residuo orgánico de café**

- Se recolectaron muestras de residuo orgánico sólido de café en fundas Ziploc de 2 kilos.
- Se mezclan 253,60 gramos de residuo orgánico de café con 1000 ml de agua.
- La mezcla se la agita durante 5 minutos.
- Pasado los 5 minutos la mezcla se deja reposar durante 30 minutos.
- Pasado este tiempo la mezcla es filtrada con la utilización de un colador.

- La muestra filtrada es envasada en frascos de vidrio para posterior caracterización en el laboratorio.

## **2.9. Variables medidas**

Al haber realizado la última aplicación del abono foliar se tomaron 5 días más para realizar la toma de datos que consistió en elegir 10 plantas al azar, en la cual mediante un escalímetro se realizó la medición de las siguientes variables:

- a) Altura de planta. – Desde la base del tallo hasta el punto creciente de la planta.
- b) Tamaño de hoja. – Se elige la hoja más desarrollada.
- c) Diámetro de tallo. – A 3 cm de la base del tallo, mediante un escalímetro.
- d) Longitud de raíz. – Se retira la planta de las gavetas y a raíz desnuda se realiza la medición desde la base del tallo hasta el ápice radicular.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis de los datos

Los datos obtenidos fueron tabulados en Excel 2010 (Microsoft©) y analizados en el programa estadístico INFOSTAT, análisis de varianza mediante parámetros univariados (promedio, desviación estándar y coeficiente de variación) y complementados con la prueba de comparación entre promedios de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### 3.2. Descripción y Análisis de los resultados

##### 3.2.1. Caracterización del fertilizante foliar

Los resultados de los análisis del abono foliar muestran un bajo porcentaje de macro y micronutrientes con un pH de 3 y conductividad eléctrica de 80,9; siendo así que se realizaron dos análisis posteriores donde se comprueba que el abono foliar tiene un pH de 6 y conductividad eléctrica de 168,8.

Esta tabla muestra los resultados obtenidos durante la caracterización del fertilizante foliar.

**Tabla 8.** Caracterización química del abono foliar

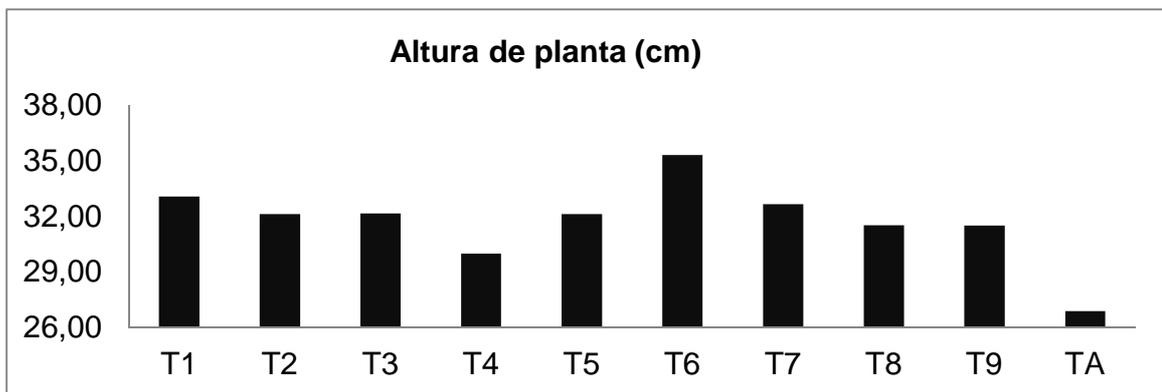
CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS
F180585	FERTILIZANTE CAFÉ	NT	PEE/F/14	%	0.04
		<sup>2</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PEE/F/04	%	<0.0001
		<sup>2</sup> K <sub>2</sub> O	PEE/F/19	%	0.0232
		<sup>2</sup> CaO	PEE/F/11	%	0.0057
		<sup>2</sup> MgO	PEE/F/11	%	0.0033
		Fe	PEE/F/12	%	0.0010
		Cu	PEE/F/12	%	<0.00005
		Zn	PEE/F/21	%	0.0021
		Mn	PEE/F/21	%	<0.00005

	B	PEE/F/05	%	<0.00001
	Al	PEE/F/20	%	<0.0010
	Co	PEE/F/21	%	<0.0001
	MO	PEE/F/10	%	0.42
	pH	PEE/F/15	0,111111	3
	CE	PEE/F/15	mS/cm 1:01	80.9

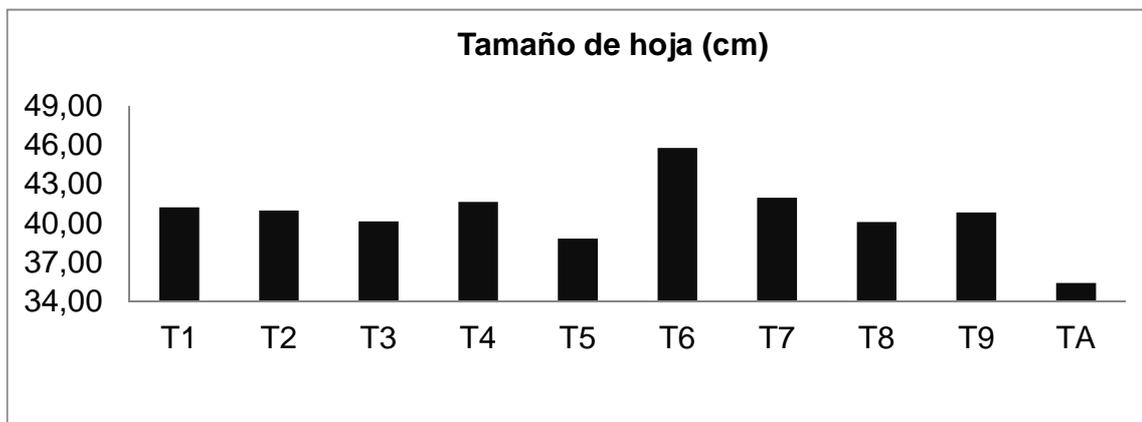
### 3.2.2. Altura de planta y tamaño de hoja

Los resultados obtenidos indican que el abono foliar es eficiente aplicándolo al cultivo de maíz en comparación con el tratamiento de testigo, aunque es necesario señalar que el crecimiento varió en cada tratamiento.

El ADEVA demuestra que en las variables altura y tamaño de hoja altura y en el tamaño de hoja existen diferencias estadísticas entre los tratamientos. La prueba de tukey al 0,05% mostró dos rangos de significación (Tabla 9) donde se puede observar que los tratamientos que tienen aplicación de abono foliar presentaron resultados superiores al testigo de control que no tiene aplicación, dando como resultados que en la altura el mejor promedio lo presentó el T6 (A2B3) con 35.33 cm, mientras que el testigo presenta el rango más bajo con 26.87; así mismo en tamaño de hoja el T6 (A2B3) presentó el mejor promedio con 45.77cm y el testigo el más bajo con 35.43 cm (Gráfico 1 y 2).



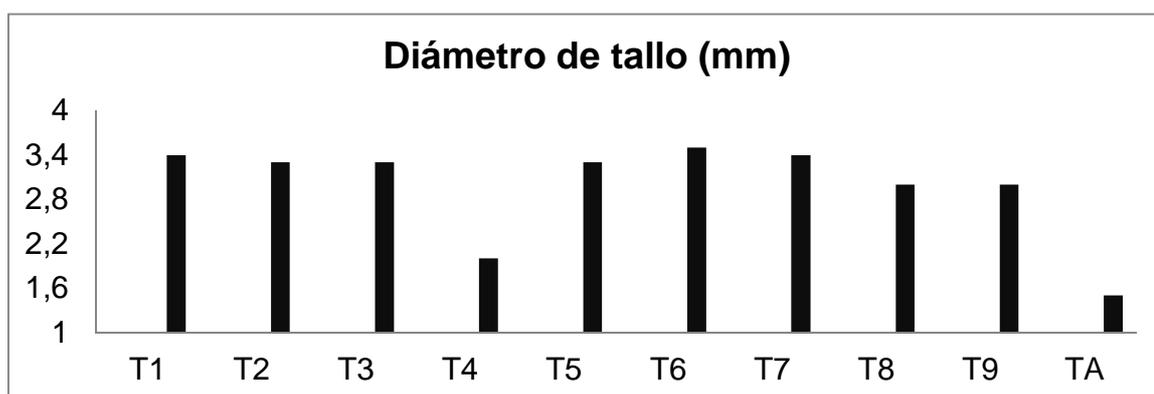
**Gráfico 1.** Altura de la planta de maíz en cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento



**Gráfico 2.** Tamaño de hoja principal en cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento

### 3.2.3. Diámetro de tallo

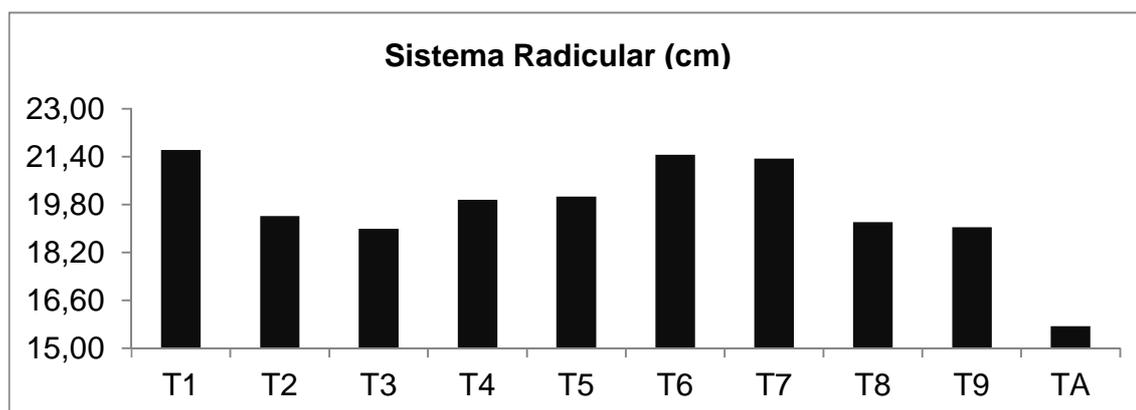
El ADEVA muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos T4 (A2B1) y el testigo, con los demás tratamientos, en la cual la prueba de tukey al 0,05% muestra dos rangos de significancia (Tabla 9) donde el tratamiento 4 (A2B1) con 2 mm, presenta comportamiento similar al testigo de control con 1,5 mm, en diferencia a los demás tratamientos (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Diámetro del tallo en cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento

### 3.2.4. Longitud de sistema radicular

El ADEVA no presenta diferencias significativas (Tabla 9), siendo así que el abono foliar no tuvo influencia en esta variable, pero, numéricamente el T1 (A1B1) presenta la mejor longitud con un promedio de 21,63 cm en comparación con el testigo que presentó un promedio de 15,73 cm (Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Tamaño de la raíz principal de la planta de maíz de cada uno de los tratamientos de abono foliar al final (23 días) del experimento

### 3.3. Resultados estadísticos

A continuación, se describe los resultados obtenidos de las variables medidas en el cultivo de maíz:

**Tabla 9.** Variables medidas después de la aplicación del abono foliar

Tratamientos	Código	Altura (cm)	Tamaño de hoja (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Sistema radicular (cm)
<b>T1</b>	A1B1	33.07 (ab)	41.22 (ab)	3,4 (a)	21.63 (a)
<b>T2</b>	A1B2	32.13 (ab)	40.97 (ab)	3,3 (a)	19.42 (a)
<b>T3</b>	A1B3	32.17 (ab)	40.13 (ab)	3,3 (a)	18.98 (a)
<b>T4</b>	A2B1	30 (ab)	41.63 (ab)	2 (b)	19.97 (a)
<b>T5</b>	A2B2	32.13 (ab)	38.83 (ab)	3,3 (a)	20.07 (a)
<b>T6</b>	A2B3	35.33 (a)	45.77 (a)	3,5 (a)	21.47 (a)
<b>T7</b>	A3B1	32.67 (ab)	41.95 (ab)	3,4 (a)	21.33 (a)

<b>T8</b>	A3B2	31.52 (ab)	40.10 (ab)	3 (a)	19.22 (a)
<b>T9</b>	A3B3	31.50 (ab)	40.83 (ab)	3 (a)	19.04 (a)
<b>TA</b>		26,87 (b)	35.43 (b)	1,5 (b)	15.73 (a)
<b>Tukey p.05</b>		5,36	11,00	0,09	4,86
<b>CV (%)</b>		7,3	8,15	10,09	11,2

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

CV = Coeficiente de Variación.

### 3.4. Datos complementarios

Por lo ante mencionado, la hipótesis planteada fue aceptada, ya que el abono foliar elaborado con residuos orgánicos de café si tuvo influencia positiva en el desarrollo de la planta, como fue en altura, tamaño de hoja, diámetro de tallo, mientras que en el sistema radicular no presentó diferencia significativa.

La semilla del maíz híbrido Trueno, que se utilizó en esta investigación presentó una muy buena calidad con un promedio de 99,13% de germinación, recalcando que esta semilla no tuvo ningún tratamiento.

## IV. DISCUSIÓN

El fertilizante foliar elaborado con residuos orgánicos de café fue asimilado de manera positiva por el metabolismo de las plantas de maíz.

La altura de la planta representa una característica fisiológica que proporciona información en cuanto al crecimiento y su desarrollo. Este aspecto, está definido por la elongación del tallo cuando llega acumularse dentro de su interior, nutrientes que se producen durante la fotosíntesis (Somarriba 1998 citado por Blessing y Hernández 2009).

El crecimiento se refiere a un incremento irreversible de materia seca o volumen, cambios en tamaño, masa, forma y/o número, como una función del genotipo y el complejo ambiental, dando como resultado un aumento cuantitativo del tamaño y peso de la planta (Kru 1997 citado por Santos *et al.* 2010). Andrade (2006) menciona que la velocidad de desarrollo de los cultivos, depende de la temperatura y disponibilidad de agua. Sin embargo, Goldense (2016) señala que el crecimiento de la planta también depende de otros factores ambientales como la radiación solar, dado que la energía obtenida la transporta para el uso en el proceso de fotosíntesis; mientras mejor se absorba la radiación solar, más rápido crecerá la planta.

Es posible que estos factores puedan verse influenciado en esta investigación, ya que el tratamiento 6 mostró un mejor desarrollo en comparación con los demás tratamientos y el control. Además, la edad que presento el tratamiento fue más efectiva para asimilar el abono foliar, ya que alcanzó mayor altura al igual que la absorción de los factores mencionados (temperatura, agua y radiación solar).

En un estudio realizado por Guevara (2010), donde aplicó en el cultivo de maíz un abono orgánico elaborado con pulpa de café, estiércol de cuy y gallinaza, reportó que a las 3 semanas la planta alcanzó una altura de 34 cm. En comparación con el

presente estudio, se evidenció resultados similares, alcanzando a los 23 días una altura en la planta de maíz del tratamiento 6 de 35,33 cm.

Saona (2016) menciona que la aplicación de abonos foliares es muy importante en el cultivo de maíz, ya que requiere de macro y micronutrientes; dentro de los macronutrientes se tiene al nitrógeno el cual es un elemento muy esencial para el desarrollo de la planta, seguido por el potasio y el fósforo, para los micronutrientes están el magnesio y el azufre. Las diferencias de alturas encontradas se deben a la respuesta que dió el tratamiento 6 con la dosis aplicada a los 18 días, ya que dicho tratamiento la planta asimiló de forma más efectiva el abono foliar, el cual le aportó de nutrientes esenciales para su crecimiento.

Cantarero y Martínez (2002), realizaron una investigación con el objetivo de evaluar en el cultivo de maíz tres tipos de fertilizantes elaborado con gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral y, señalo que a los 23 días el fertilizante mineral fue el tratamiento que estimuló el crecimiento de la planta alcanzado mayores valores de altura con 21,83 cm. Este valor es superado por los obtenidos en la presente investigación, pudiendo afirmar que el abono foliar a base de residuo orgánico de café tiene una mayor eficacia en el desarrollo de la altura con 35,33 cm; mientras que, en el diámetro del tallo, nuestros valores fueron inferiores.

El abono foliar aplicado en el cultivo de maíz fue eficiente en sus tres dosis aplicadas, logrando evidenciar que, el maíz tuvo un crecimiento considerable en comparación con el tratamiento de control.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

La utilización de este abono foliar, en cualquiera de las tres dosis y tiempos utilizados, beneficia el crecimiento de la planta.

De acuerdo a los resultados, la dosis 7,5 ml/l aplicada a los 18 días, muestra un mejor desarrollo en altura de planta y tamaño de hoja, siendo diferente a los demás tratamientos, mientras que en el diámetro de tallo hubo un comportamiento similar entre el tratamiento 4 y testigo de control que presentan los valores más bajos; en relación a la variable de longitud del sistema radicular que no hubo diferencias entre los tratamientos.

Cabe mencionar que es evidente que el uso de este abono foliar puede contribuir a minimizar el uso de productos químicos, ya que aparte que beneficia al crecimiento del cultivo y disminuye la contaminación ambiental en los suelos a causa de estos residuos, supone un ahorro económico en la utilización de un residuo disponible en la provincia al que la empresa, no le da ningún uso.

### **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda aplicar el fertilizante foliar con la dosis de 7,5 ml/l a los 18 días de germinación de la planta para una mejor eficacia para la altura, tamaño de hoja y diámetro de tallo a los 23 días.

Se recomienda investigaciones posteriores donde se evidencien la efectividad que tiene este abono foliar en la producción del cultivo.

Se sugiere evaluar protocolos para la elaboración de abonos foliares.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, M; Rojas, G. 2007. El cultivo y beneficiado del café. Consultado 15 de marzo de 2018. Disponible en [https://books.google.com.ec/books?id=15qrSG-51l4C&pg=PA11&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=15qrSG-51l4C&pg=PA11&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false)
- Andrade, F. 2006. Influencia de los factores climáticos en las distintas etapas del cultivo de maíz. Consultado 21 de noviembre de 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-de-maiz-y-el-factor-climatico-t26544.htm>
- ANECAFÉ (Asociación Nacional de Exportadores de Café, ECU). 2002. Café en Ecuador: manejo de la Broca del Fruto (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Consultado 18 de marzo de 2018. Disponible en [http://www.ico.org/projects/cabi\\_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf](http://www.ico.org/projects/cabi_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf)
- Blessing, D y Hernández, G. 2009. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) Var.NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca el plantel. 2007-2008. Tesis Ing. Agrónomo. Managua. Nicaragua, UNA. 11p. Consultado 21 de noviembre de 2018. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/2090/1/tnf01b647.pdf>
- Bravo, A. 2005. El maíz en El Ecuador. Consultado 17 de diciembre de 2018. Disponible en <http://www.semillas.org.co/es/el-maz-en-el-ecuador>
- Cantarero, R; Martínez, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Variedad NB-6. Trabajo de diploma. Managua, Nicaragua. UNA. 37p. Consultado 24 de octubre de 2018. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1853/1/tnf04c229.pdf>

Cañola, M; Durán, A. 2011. Obtención de jabón a partir de la extracción del aceite de bagazo de café. Tesis Ing. Químico. Guayaquil, Ecuador, UG. 26p. Consultado 17 de diciembre de 2018. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4699/1/T199.pdf>

CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigación Nacional, COL). 2016. Cultivemos café / Manejo de Subproductos. Consultado 20 de febrero de 2018. Disponible en [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/manejo\\_de\\_subproductos](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/manejo_de_subproductos)

Cifuentes, L. 2018. El café: la bebida más consumida del mundo. Consultado 16 de diciembre de 2018. Disponible en <https://www.estrelladigital.es/articulo/la-gran-vida/cafe-bebida-mas-consumida-mundo/20180309134919343129.html>

FARMAGRO (Insumos Agrícolas Y Fitosanitarios, ECU). c2018. La importancia del maíz en el Ecuador. Consultado 20 de marzo de 2018. Disponible en <https://farmagro.com.ec/noticias/149-la-importancia-del-ma%C3%ADz-en-el-ecuador>

FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, COL). 2010. Mucho más que una bebida. Consultado 16 de diciembre de 2018. Disponible en [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/mucho\\_mas\\_que\\_una\\_bebida/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/mucho_mas_que_una_bebida/)

Goldense, D. 2016. Descubre los factores limitantes del rendimiento de maíz. Consultado 21 de noviembre de 2018. Disponible en <https://www.hortalizas.com/cultivos/descubre-los-factores-limitantes-que-pueden-reducir-el-rendimiento-de-maiz/>

González, M. 2009. Evaluación de factores de la competitividad del café ecuatoriano en el mercado mundial. Tesis Ing. Ciencias Administrativas. Guayaquil, Ecuador, UEES. 27p. Consultado 28 de febrero de 2018. Disponible en

<http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/982/1/Factores%20de%20Competitividad%20del%20Cafe%20ecuatoriano%5B1%5D.pdf>

Guevara, J. 2010. Evaluación de tres tipos de fertilizantes dos químicos y un orgánico en el cultivo de maíz (variedad ICA v305) en el sector de piedra blanca Samaniego, Nariño Colombia. Tesis Ing. en Administración y Producción Agropecuaria. Loja, Ecuador, UNL. 45p. Consultado 24 de octubre de 2018. Disponible en <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5557/1/GUEVARA%20RODRI GUEZ%20JOSE.pdf>

Hidalgo, C; Rivera, S. 2017. Obtención de carbón activado a partir del bagazo del café como una propuesta de utilización del residuo de una industria cafetera. Tesis Ing. Químico. Guayaquil, Ecuador, ESPOL. 12p. Consultado 16 de diciembre de 2018. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/102854/D-CD102896.pdf>

Irañeta, J; Orcaray, L; Rodríguez, J; Malumbres, A; Bozal, J; Díaz, E; Torrecilla, J. 2017. Fertilización razonada del maíz. Consultado 22 de marzo de 2018. Disponible en <http://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/181121-Fertilizacion-razonada-del-maiz.html>

Izquierdo, J. 2017. Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín. Trabajo de investigación. Ingeniero Ambiental. Cuenca, Ecuador. 1p. Consultado 20 de octubre de 2018. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf>

Monteros, A. 2016. Rendimiento de café grano seco en el Ecuador 2016. Consultado 05 de marzo de 2018. Disponible en [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_cafe\\_grano\\_seco2016.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_cafe_grano_seco2016.pdf)

Pitarch, E. 2001. Desarrollo de metodología analítica para la determinación de plaguicidas organofosforados y organoclorados en muestras biológicas

humanas. Tesis PhD. Químico analítico. Castellón, España, UJI. 21p. Consultado 12 de febrero de 2018. Disponible en <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10403/pitarch.pdf?sequence=1>

Santos, M; Segura, M; Núñez, C. 2010. Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L. en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). Scielo. Consultado 19 de noviembre de 2018. Disponible en <http://www.scielo.org.com/pdf/rfnam/v63n1/a04v63n01.pdf>

Saona, E. 2016. Desarrollo del cultivo de maíz. Consultado 21 de noviembre de 2018. Disponible en <http://agrofaciag1.blogspot.com/2016/>

Suarez, J. 2012. Aprovechamiento de los residuos sólidos provenientes del beneficio del café, en el municipio de Betania Antioquia: usos y aplicaciones. Tesis Especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos. Caldas, Antioquia, Colombia, CUL. 38p. Consultado 16 de diciembre de 2018. Disponible en [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/627/1/APROVECHAMIENTO\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_BENEFICIO\\_CAFE.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/627/1/APROVECHAMIENTO_RESIDUOS_SOLIDOS_BENEFICIO_CAFE.pdf)

Tamayo, K. 2012. Las prácticas de cultivo y su incidencia en las condiciones del suelo en la comunidad Chinipata parroquia Sibambe cantón Alausi provincia de Chimborazo. Tesis Lcda. Ciencias de la educación mención ciencias naturales. Quito, Ecuador, UTE. 17p. Consultado 10 de febrero de 2018. Disponible en [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2688/1/52349\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2688/1/52349_1.pdf)

Vargas, G. 2011. Botánica general: Desde los musgos has los árboles. 32p. Consultado 15 de marzo de 2018. Disponible en [https://books.google.com.ec/books?id=Ss\\_VwMLNu7sC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=Ss_VwMLNu7sC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false)

Zagoya, J. 2014. Análisis económico en la producción de maíz utilizando abono líquido fermentado de elaboración local. Revista DELOS. 2p. Consultado 10 de febrero de 2018. Disponible en <http://www.eumed.net/rev/delos/21/maiz.html>

## ANEXOS



Foto 1 y 2. Toma de muestras del residuo orgánico sólido de café, El Café



Foto 3 y 4: Pesado y envasado de las muestras del residuo orgánico de café

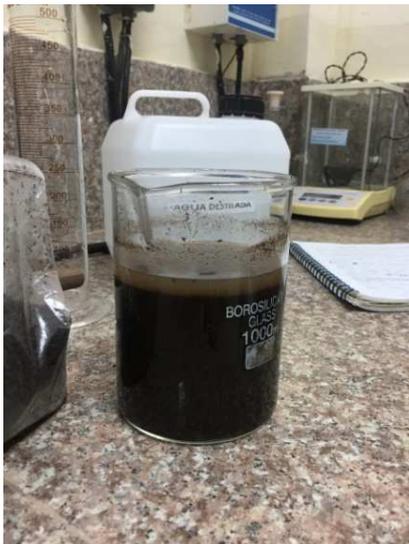


Foto 5, 6, 7, 8: Preparación de abono foliar a base de residuo orgánico de café. Laboratorio de la Fac. Ciencias Agropecuaria ULEAM

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	<b>PGT/F/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 4</b>
		<b>Hoja 1 de 1</b>

Informe número: LN-F-E18-0625  
 Fecha emisión informe: 06-07-2018

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: RUBEN ALCIVAR SANTANA

Dirección: Calle 17 Av. 36 y 37

Teléfono: 0981899292

Correo Electrónico: rubenalcivar95@gmail.com

Provincia: Manabí

Cantón: Manta

N° Orden de Trabajo: 13-2018-364

N° Factura/Documento: 029-001-000002434

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra: Fertilizante líquido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: botella plástica
Provincia: Manabí	Coordenadas: X: --- Y: --- Altitud: ---
Cantón: Manta	
Parroquia: Manta	
Muestreado por: Rubén Alcívar Santana	
Fecha de muestreo: ---	Fecha de inicio de análisis: 18/06/2018
Fecha de recepción de la muestra: 15/06/2018	Fecha de finalización de análisis: 06/07/2018

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F180585	FERTILIZANTE CAFÉ	NT	PEE/F/14	%	0.04	---
		<sup>2</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PEE/F/04	%	<0.0001	---
		<sup>2</sup> K <sub>2</sub> O	PEE/F/19	%	0.0232	---
		<sup>2</sup> CaO	PEE/F/11	%	0.0057	---
		<sup>2</sup> MgO	PEE/F/11	%	0.0033	---
		Fe	PEE/F/12	%	0.0010	---
		Cu	PEE/F/12	%	<0.00005	---
		Zn	PEE/F/21	%	0.0021	---
		Mn	PEE/F/21	%	<0.00005	---
		B	PEE/F/05	%	<0.00001	---
		Al	PEE/F/20	%	<0.0010	---
		Co	PEE/F/21	%	<0.0001	---
		MO	PEE/F/10	%	0.42	---
		pH	PEE/F/15	1:100	3	---
CE	PEE/F/15	mS/cm 1:1	80.9	---		

<sup>2</sup>: Resultado obtenido por cálculo

NT = Nitrógeno Total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = Fósforo, K<sub>2</sub>O = Potasio, CaO = Calcio, MgO = Magnesio, Fe = Hierro, Cu = Cobre, Zn = Zinc, Mn = Manganeseo, Al = Aluminio, Co = Cobalto, B = Boro, MO = Materia Orgánica, CE = Conductividad Eléctrica

Analizado Por: Ing. Melissa Rea, Ing. Mayra Quishpe, Ing. Edison Vega.

Observaciones: Los resultados están expresados en % p/p.

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---




**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES  
 TUMBACO - ECUADOR  
 Ing. Melissa Rea  
 Responsable Técnica Laboratorio de Calidad de Fertilizantes



Nota: El resultado es responsable únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

11/07/2018

Foto 9: Resultados de la caracterización física-química del abono foliar



Foto 10 y 11: Llenado de las bandejas con sustrato y siembra del maíz trueno



Foto 12 y 13: Germinación del maíz a los 4 días



Foto14 y 15: Deshierbe en las bandejas germinadoras, de manera manual



Foto 16 y 17: Desarrollo del cultivo de maíz a los 6 días



Foto 18 y 19: Elaboración del abono foliar y registro de pH del mismo



Foto 20 y 21: Aplicación del abono foliar a los 8 días

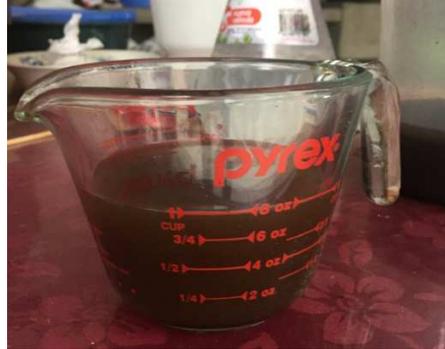


Foto 22 y 23: Cultivo de maíz a los 13 días; abono foliar elaborado para su aplicación



Foto 24 y 25: Aplicación del abono foliar a los 13 días



Foto 26 y 27: Deshierbe manual y aplicación del abono foliar a los 18 días



Foto 28, 29: Evaluación de la variable de longitud



Foto 30 y 31: Evaluación de la variable de desarrollo del sistema radicular