



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

“Desarrollo del chamburo (*Vasconcellea pubescens*) durante los seis primeros meses de la etapa vegetativa con la aplicación de sustrato enriquecido, bajo cubierta plástica”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Diego Vinicio Uyaguari Valverde

CI: 0105704969

Correo electrónico: uyitadiego@hotmail.com

Directora:

Lourdes Elizabeth Díaz Granda

CI: 0102537008

**Cuenca, Ecuador**

28-junio-2021



## Resumen:

El Ecuador es un país con gran diversidad florística que alberga especies endémicas y nativas entre las especies nativas con más interés, el chamburo (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) es un cultivo considerable para recuperar la agrobiodiversidad de agroecosistemas en fincas de agricultores, e inclusive es considerado un cultivo promisorio con altas expectativas de industrialización; sin embargo, existe poca información de las condiciones óptimas para su reproducción y desarrollo, lo que podría condicionar a la especie a situaciones de extinción. Por ello, el objetivo de esta investigación es evaluar el desarrollo de *V. pubescens* A. DC. durante los seis primeros meses de la etapa vegetativa, utilizando sustratos enriquecidos con polvo de rocas en mezcla con bocashi, bajo cubierta plástica. Con la aplicación de un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (2x3) más un tratamiento químico, los resultados se fundamentan en la obtención de datos continuos de las observaciones del desarrollo vegetal (altura de plantas, diámetro de tallos, biomasa radicular, número de hojas, supervivencia de las hojas, área foliar, clorofila, macro y micronutrientes y biomasa aérea) y se evaluaron las condiciones de los sustratos en donde se realizará el trasplante (propiedades químicas y físicas del suelo: pH, conductividad eléctrica, densidad aparente, capacidad de campo y contenido de materia orgánica). Se pudo observar que los tratamientos de los bocashi y sus mezclas con polvo de rocas, fueron más efectivos, siendo el tratamiento 6 bocashi más 78 g de polvo de rocas, el que obtuvo mejores resultados para *V. pubescens*.

**Palabras claves:** *Diversidad. Especies nativas. Polvo de rocas. Bocashi.*



### **Abstract:**

Ecuador is a country with great floristic diversity that is home to endemic and native species between the most interesting species native is chamburo (*Vasconcellea pubescens* A. DC.), it is a considerable crop to recover the agrobiodiversity of agroecosystems on farms, and is even considered a promising crop with high expectations of industrialization. However, there is not much information on the optimal conditions for their reproduction and development, that could condition the species to extinction situations. Therefore, the objective of this research is to evaluate the development of *V. pubescens* A. DC. during the first six months of the vegetative stage, using substrates enriched with rock dust mixed with bokashi, under plastic cover. With the application of a random block design with factorial arrangement (2x3) and a chemical treatment, the results are based on continuous data from observations of plant development (plant height, stem diameter, root biomass, number of leaves, survival of leaves, leaf area, chlorophyll content and aerial biomass) and the properties of the substrates used (chemical and physical properties of the soil: pH, electrical conductivity, apparent density, field capacity and organic matter content). It was observed that the treatments of the bocashi and their mixtures with rock dust were more effective, being the treatment 6 bocashi with 78 g of rock dust, the one that obtained the best results for *V pubescens*.

**Keywords:** *Diversity. Native species. Rock dust. Bocashi*



## Índice del Trabajo

<b>Resumen:</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract:</b> .....	<b>3</b>
<b>Índice del Trabajo</b> .....	<b>4</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>6</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>7</b>
<b>Cláusula de propiedad intelectual</b> .....	<b>9</b>
<b>Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio</b>	
<b>Institucional</b> .....	<b>10</b>
<b>ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>12</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPOTESIS</b> .....	<b>17</b>
2.1 Objetivo general.....	17
2.2 Objetivos específicos .....	17
2.3 Hipótesis.....	17
<b>CAPITULO III: REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1 Generalidades de la familia <i>Caricaceae</i></b> .....	<b>18</b>
3.1.1 Características y taxonomía de <i>Vasconcellea pubescens</i> A. DC. ....	18
3.1.2 Adaptabilidad ecológica de <i>Vasconcellea pubescens</i> .....	20
3.1.3 Cultivo de tejidos en especies del género <i>Vasconcellea</i> .....	20
3.1.4 <i>Vasconcellea pubescens</i> en el mercado como fruta .....	21
<b>3.2 Abonos</b> .....	<b>22</b>



<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
4.1 Zona de estudio .....	26
4.2 Obtención de las unidades experimentales o plántulas.....	26
4.3 Elaboración del sustrato.....	27
4.4 Preparación de los diferentes tratamientos .....	29
4.5 Diseño Experimental.....	30
4.6 Croquis o diseño de campo .....	31
4.7 Toma de datos y análisis estadístico.....	31
<b>CAPITULO V: RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
5.1.1. Características fisiológicas.....	34
5.1.2. Índices de desarrollo .....	35
5.1.3. Contenido del nitrato de la hoja.....	41
5.2.1. Características físicas y químicas del suelo .....	42
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Factores de estudio .....	31
Tabla 2: Prueba de normalidad Q-Q PLOT para los índices de desarrollo vegetativo. ....	35
Tabla 3: Correlación del aumento de altura de <i>Vasconcellea pubescens</i> durante los 6 meses.....	37
Tabla 4: Correlación del incremento de diámetro del tallo de <i>Vasconcellea pubescens</i> durante los 6 meses.....	38



## Índice de figuras

Fig. 1: Total de la Biomasa por factor de las plantas de <i>Vasconcellea pubescens</i> como característica fisiológica. ....	34
Fig. 2: Promedios $\pm$ error estándar de altura de las plantas de <i>V. pubescens</i> como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).....	36
Fig. 3: Promedios $\pm$ error estándar del Diámetro del tallo de las plantas de <i>V. pubescens</i> como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). ....	38
Fig. 4: Promedios $\pm$ error estándar del número total de hojas de las plantas de <i>Vasconcellea pubescens</i> como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). ....	39
Fig. 5: Promedios $\pm$ error estándar del área foliar de las plantas de <i>Vasconcellea pubescens</i> como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). ....	40
Fig. 6: Promedios $\pm$ error estándar de la supervivencia de las hojas de las plantas de <i>V. pubescens</i> como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). ....	40
Fig. 7: Análisis foliar de los macros y micro nutrientes del chamburo .....	41
Fig. 8: Valores de pH de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato. ....	42
Fig. 9: Valores de conductividad eléctrica de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato. ....	43
Fig. 10: Valores de materia orgánica de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato. ....	44



Fig. 11: Valores de densidad aparente de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato. .... 45

Fig. 12: Valores de capacidad de campo de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato. .... 46





## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Diego Vinicio Uyaguari Valverde, autor/a del trabajo de titulación “Desarrollo del chamburo (*Vasconcellea pubescens*) durante los seis primeros meses de la etapa vegetativa con la aplicación de sustratos enriquecidos, bajo cubierta plástica” certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 28 de junio del 2021

DIEGO VINICIO UYAGUARI VALVERDE

C.I: 0105704969



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Diego Vinicio Uyaguari Valverde en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Desarrollo del chamburo (*Vasconcellea pubescens*) durante los seis primeros meses de la etapa vegetativa con la aplicación de sustratos enriquecidos, bajo cubierta plástica”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de junio del 2021

---

DIEGO VINICIO UYAGUARI VALVERDE

C.I: 0105704969

---



## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

V. = *Vasconcellea*

pH: Potencial hídrico

CE: Conductividad eléctrica

HT= altura de la planta hasta el ápice

D= diámetro del tallo

AB= área basal

NHT= número total de hojas

SP= supervivencia de las hojas

AF= área foliar

BC= bocashi

PR= polvo de rocas

Bt= Biomasa del tallo

Br= biomasa de la raíz

Bf= biomasa foliar

Ppm= partes por millón

S/m= sin medida

g/cm<sup>3</sup>= gramo sobre centímetro cubico

% W.cc= porcentaje de agua. Centímetros cúbicos

CCI = Chlorophyll content index o índice de contenido de clorofila.



## DEDICATORIA

Dedicada a la eterna luz de esperanza  
que vive dentro de todos nosotros,  
y nos impulsa a seguir siempre,  
aún en los momentos más difíciles.

**La ley. (2003). "Más Alla". Libertad (CD).**



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme dado una increíble familia de la cual aprendo cada vez más, me dio una madre guerrera de la cual con el ejemplo me ha enseñado a luchar; también agradezco mis hermanos y hermanas que nunca me han dejado solo y siempre me han dado su apoyo constante.

A la vida, por las enseñanzas que a lo largo del camino me ha dado.

A mi directora Ing. Agr. Lourdes Díaz por ser una maestra y amiga que siempre acompaña de la mejor manera a los estudiantes

A mi codirector de la tesis al Ing. Agr. Andrés E. Arciniegas Fárez, MSc. Por su paciencia y apoyo en los momentos de más difíciles, me ha inspirado a seguir y del cual he aprendido mucho profesional y personalmente.

A los técnicos encargados de cada laboratorio de la facultad a la Ing. Mélida Rocano, al Doctor Chica, especialmente a la Ing. Jessica Merecí que gracias a ella fue posible la culminación de este proyecto y va a tener mi gratitud eterna.

Agradezco también a los profesores que con cada consejo me ha ayudado para aprender, que con su cariño y tiempo los he llegado a considerar como amigos, también en especial a la Ing., Nancy Minga que fue la primera tutora del proyecto.

A mi amiga la Ing. Claudia Patiño por su apoyo constante a lo largo de la carrera y a mis amigos que siguen a mi lado a pesar de los años y la distancia.



## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El Ecuador alberga la mayor parte del Género *Vasconcellea*, se estima que existen cerca de 17 especies nativas de la familia Caricaceae. El centro de diversidad de *Vasconcellea* se ubica entre las provincias de Loja, Zamora Chinchipe, Cañar, El Oro y Azuay, ubicadas en el sur del Ecuador con mayor concentración de diversidad en los valles andinos, debido a su preferencia a ecosistemas tropicales (Scheldeman, 2011). En la actualidad se han incluido cinco especies de este género en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN): *V. horovitziana*, *V. omnilinga*, *V. palandensis*, *V. pulchra* y *V. sprucei* (UICN, 2020), las amenazas más importantes son la destrucción del hábitat resultante de la deforestación y la conversión de los bosques en tierras de cultivo o praderas (UICN, 2020).

Esta especie también se encuentra en las provincias: Imbabura, Pichincha y Esmeraldas. Además, se encuentran en varios países como: Panamá, Colombia, Perú, Venezuela, Bolivia, México, Chile y Costa Rica (Arizala, 2016).

Ante la situación actual se plantean dudas sobre la conservación de esta especie y se instan a acciones rápidas (Scheldeman, 2011). El género *Vasconcellea* al igual que muchas especies nativas no han recibido atención y con el paso del tiempo van desapareciendo, lo que conlleva altas posibilidades de que se extingan. En el país tanto el cultivo de chamburo y alguno de los taxones de Caricaceae como es *Vasconcellea stipulata* (toronche) tienen potencial como nuevas frutas tropicales, que se podrían utilizar en mercados en crecimiento como nichos de nuevos productos exóticos (Scheldeman, 2011), Además, el chamburo está dentro los 50 cultivos de exportación no tradicionales



(Naranjo, 2010). Sin embargo, su producción se realiza de forma silvestre en áreas menores y dispersas con poca significancia (Campozano & Saltos, 2013), con excepción del híbrido natural babaco (*Vasconcellea x heilbornii*) cuyo cultivo tecnificado cobró gran importancia en las tres últimas décadas.

Según la información del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador - MAG, se obtiene que la superficie promedio cultivada de babaco hasta el año 2012 es de 104 ha, (Salvatierra & Jana, 2015). De acuerdo con Naranjo (2010), las referencias de producción y manejo del cultivo del chamburo son pocas, no existe información sobre su desarrollo y es escasa en cuanto a su manejo agronómico. La fruta es cultivada mayormente en casas, chacras y huertas o como frutos silvestres dentro del bosque. Es decir, no se ha investigado sobre medios tecnificados para su producción y no se realizan esfuerzos para desarrollar nuevos mercados. Además, su uso es cada vez menor como lo sostiene Campozano (2013) “la venta de chamburo va disminuyendo conforme van pasando los años”.

Los principales antecedentes sobre investigaciones y estudios sobre el chamburo, se relacionan con la evaluación de genotipos en diferentes condiciones ambientales sobre germinación, micro injertación, cultivo de callos in vitro y propiedades físico - químicas de la fruta. Por lo tanto, en la presente investigación se pretende encontrar diferencias entre diferentes tratamientos, en base al uso de componentes permitidos en la producción agroecológica. Se propone el bocashi y el polvo de rocas artesanal, cuyas opciones estarían encaminadas a proponer un sustrato efectivo para que la especie *Vasconcellea pubescens* obtenga un crecimiento adecuado y desarrollo vegetativo oportuno durante el tiempo de estudio.



Con este estudio se pretende promover el uso y el cultivo de las especies nativas en general, para así evitar la pérdida de especies vegetales de importancia genética y funcional. Además, se fomenta a la producción de información y a la investigación directa de las especies nativas que están siendo olvidadas, las cuales cumplen un rol importante en la agroecología y en la agricultura alternativa

Al tener en cuenta la pérdida de diversidad genética de estas especies vegetales, resulta necesaria establecer estrategias de conservación y manejo de los recursos fitogenéticos como fuente de genes para mejorar la productividad y resistencia a problemas sanitarios de babaco o papaya (Caetano, Lagos, & Sandoval, 2008).





## CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPOTESIS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar el desarrollo del chamburo (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) durante los seis primeros meses de la etapa vegetativa en sustratos enriquecidos con bocashi, aplicando enmiendas de polvo de rocas, bajo cubierta plástica.

### 2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la influencia de las diferentes mezclas de sustratos enriquecidos con polvo de rocas y bocashi, en las características fisiológicas, índices de desarrollo vegetativo y el contenido de nitrato de la hoja del chamburo.
2. Evaluar el efecto de las diferentes mezclas entre polvo de rocas y bocashi, en las características físico-químicas de los sustratos donde se trasplantó las plántulas de chamburo.

### 2.3 Hipótesis

Existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos y diferentes dosis de mezcla en sustratos.

## CAPITULO III: REVISIÓN DE LITERATURA

### 3.1 Generalidades de la familia *Caricaceae*

La especie del presente estudio pertenece al género *Vasconcellea*, miembros de la familia Caricaceae. Las especies más conocidas de esta familia es la papaya (*Carica papaya* L.) y el babaco (*Vasconcellea x heilbornii*).

El Ecuador y Colombia son los centros de origen de la mayoría de las especies de Caricáceas. Sin embargo, en Chile, son una fuente importante de exportación. La familia Caricaceae consta de una gran diversidad que probablemente es causada en parte por la Inter compatibilidad entre varias especies que conducen a la producción de híbridos con diversos grados de fertilidad (Espinoza, 2016).

#### 3.1.1 Características y taxonomía de *Vasconcellea pubescens* A. DC.

De acuerdo con el Jardín Botánico de Missouri y su base de datos (Missouri Botanical Garden, 2020), la especie *Vasconcellea pubescens* A. DC., se diferencia taxonómicamente de la siguiente manera:

Familia: Caricaceae

Género: *Vasconcellea*

Especie: *Vasconcellea pubescens*

La especie *Vasconcellea pubescens* es conocida en todo el Ecuador como chamburo. Es una planta monoica o dioica compuesta por nueve pares de cromosomas ( $2n = 18$ ) (Arizala, 2016).

Es una planta semileñosa, arborescente, con una altura de 2-3 m, pero puede llegar incluso a 10 m. Tiene la apariencia de una pequeña palmera (Badillo, 2000).



El tallo principal es meduloso, succulento, grueso y poco ramificado, marcado por cicatrices foliares conspicuas. Es pubescente en todas sus partes, rasgo que la caracteriza. Es de crecimiento lento; es decir, tiene un período de crecimiento que dura aproximadamente cuatro meses (Mariño, 2019).

Las hojas se encuentran agrupadas en una densa corona terminal. El chamburo presenta hojas con pecíolos de 0.17 a 0.34 m de longitud; lámina dentolobulada, de contorno pentagonal, de 0.20 a 0.40 m de longitud y 0.34 a 0.60 m de ancho; lóbulo medio con 3-5 lobulillos laterales, oblongo-acuminados (Calupiña, 2013). La aparición de hojas es constante y continua; sin embargo, las inferiores van cayendo mientras se elonga el tallo.

Desarrolla tres tipos de flores: femeninas, masculinas y hermafroditas, la inflorescencia es femenina verdosa, tiene corola dialipétala, sin estambres y su pistilo es bien desarrollado; mientras que, inflorescencia es masculina es verdosa, ligeramente blanquecina cuya corona es gamopétala, con 10 estambres libres y el pistilo es rudimentario. La edad de floración es aproximadamente entre 10 y 12 meses luego del trasplante al sitio definitivo (Vidal et al., 2009)

El fruto es una baya ovoide, es ligeramente apiculado, de color amarillo o anaranjado de 0.05 a 0.15 m de largo por 0.03 a 0.08 m de ancho, 5 lobulado, 5 surcado, lo que corresponde con los 5 carpelos del ovario. Presenta fragancia agradable (Mariño, 2019). en la mayoría de sitios de colección se cosecha todo el año.

La composición nutricional del chamburo: la fruta de *V. pubescens* corresponde el 45% del peso de la fruta en fresco, además su fruta está compuesta por el 95% de agua, un 13% de cenizas, 1 % de proteína. 1,5%



de fibra y 8 kcal. Puede concluirse que los frutos presentan también cantidades interesantes de metabolitos primarios y secundarios de acción medicinal, sin embargo, la principal droga vegetal de la familia Caricaceae la constituye el látex, por la gran cantidad que poseen estas especies (Mundo & Serrani, 2012)

La cantidad de semillas por fruto varía y puede presentar de 6 a 20 semillas de color café rojizo con protuberancias a modo de costillas interrumpidas de base ancha. La sarcotesta o arilo es mucilaginoso, abundante, de color blanco transparente (Calupiña, 2013).

### **3.1.2 Adaptabilidad ecológica de *Vasconcellea pubescens***

En un estudio de Scheldeman (2002) se analizaron las condiciones edafoclimáticas, encontrando que *V. pubescens* y *V. stipulata* se sitúan entre los 993 y 2900 ms.n.m. Para *V. pubescens* la media óptima de amplitud térmica anual es de 12°C a 14° C, por lo que es poco tolerante a temperaturas entre 10°C y 18°C. No obstante, *V. stipulata* tiene un margen mucho más amplio de temperatura, con un máximo superior de 26°C.

Las precipitaciones anuales de las áreas en donde se encuentran las mayores concentraciones de estas especies indican que *V. pubescens* prefiere zonas ligeramente más secas que otras especies del género *Vasconcellea* entre 600 y 1300 mm. Sin embargo, el amplio rango de precipitaciones encontrado parece indicar que la precipitación es un factor menos limitante que la temperatura (Scheldeman, 2002).

### **3.1.3 Cultivo de tejidos en especies del género *Vasconcellea***

Para semillas del género *Vasconcellea* las experiencias de desinfección destinadas a germinación in vitro son escasas. El mejor tratamiento de



desinfección encontrado por Muñoz (2009) para *V. pubescens* se obtuvo al lavar las semillas con  $H_2SO_4$  e introducirlas sobre el medio de cultivo propuesto por Murashige y Skoog en 1962(mS), logrando un 60% de desinfección, no obstante, en muchos casos se produjo la muerte del embrión debido a su toxicidad.

Para la germinación de semillas in vitro es recomendable seguir lo siguientes procesos: (1) remoción de latencia mediante una combinación de tratamientos pre germinativos, tales como la pre aplicación de frío por 7 a 15 días, (2) la aplicación de ácido giberélico a una concentración de 600 ppm por 24 a 48 horas y (3) la aplicación de peróxido de hidrógeno (Flores, *et al.*, 2008). A la fecha, no existe un protocolo establecido para la micro injertación de *V. stipulata* y *V. pubescens* y, por ende, es necesario el desarrollo de una técnica mejorada. En embriogénesis somática: A la fecha todavía hay muy pocas publicaciones sobre embriogénesis in vitro de *V. stipulata* y las investigaciones en *V. pubescens* son escasas. (Espinosa, 2016).

#### **3.1.4 *Vasconcellea pubescens* en el mercado como fruta**

El Chamburo es una planta de origen andino, la cual en países como Chile ha sostenido un incremento considerable en su producción e industrialización (Prado, 2013). Esto ha creado grandes expectativas para desarrollar su producción en países de la región como Colombia y Chile. En Chile se ha logrado altos índices en su exportación, cuyos han sido alcanzados gracias a las cualidades exquisitas del sabor y aroma. Estas características son de mucha importancia en la industria de los alimentos (Naranjo, 2010).

La información obtenida de Chile indica una producción anual de 15 a 30



toneladas por ha, que es un promedio con una vida útil de los árboles de 5 a 8 años, en donde la producción es de 15 a 20 frutos por árbol, cada mes (Arizala, 2016). El chamburo, es comercializado en el mercado local y en el mercado externo en países principalmente como: Francia, Italia, Estados Unidos, España (Prado, 2013).

### **3.2 Abonos**

En lo referente a abonos sobre el chamburo y los objetivos de la investigación, se describe información relacionada a dos componentes de fertilizantes o abonos como la harina o polvo de rocas y el bocashi.

El primer componente conocido como harina o polvo de rocas corresponde a la obtención de un material tipo polvo, fino a partir de piedras molidas. Se afirma que este polvo aporta al suelo una amplia diversidad de minerales y por el tamaño de sus partículas están disponible para las plantas (Ríos, 2015).

La aplicación de polvo de rocas se debe hacer en conjunto con un material orgánico como bocashi, biol o compost. La utilización de las técnicas de fermentación de materia orgánica con harina de roca crea una composición simbiótica que acelera la efectividad del componente mineral (Restrepo, 2007).

Esto permite mejorar la aireación, la estructura y previene la putrefacción, permite reducir olores y mejorar la conservación, en el bocashi y compost, se recomienda la aplicación de un kg de harina de roca por cada saco de estiércol agregado (Restrepo, 2007).

Según Enciso, Duarte y Santacruz, (2016), la aplicación de polvo de roca promueve aumentos significativos a partir de 1,0 t ha<sup>1</sup>, en el número de frutos por planta y de 0,75 t ha<sup>1</sup>, en la masa de frutos y el rendimiento del tomate.



La combinación de vermicompost y harina de roca, aportan nutrientes minerales necesarios para estimular la producción y obtener plantas fuertes en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*) (Cornejo, Hernández & Valladares, 2013).

Se puede decir que el abonar con la dosis de 90% de vermicompost en combinación con 10% de harina de roca, es una alternativa viable y rentable, para la producción de chile dulce (*Capsicum annuum*) (Cornejo, Hernández, & Valladares, 2013).

La aplicación de polvo o harina de rocas, afecto de diferente forma a *Moringa oleifera*, viendose afectada de acuerdo a las diferentes dosis, siendo las cantidades aplicadas mejores en comparación al tratamiento testigo (Rizo, Chavarría, & Vásquez, 2019).

En plántulas de maíz (*Zea mays*), se la evaluó el efecto del abonamiento de compost y harina de rocas en la planta y el suelo con diferentes mezclas, obteniendo que la harina rocas en dosis bajas y el compost en dosis bajas, presentan un mayor efecto sobre el incremento del porcentaje de materia seca. Continuando con él estudió del efecto del compost y la harina de rocas, en otro cultivo, como es el de cebada (*Hordeum vulgare*), se obtuvo que los mayores valores del porcentaje de materia seca, ocurren en los tratamientos con harina rocas de dosis altas y el compost de dosis altas. Esto se debe a la actividad de los microorganismos y la acción enzimática del compost que solubilizan los nutrientes de la harina de rocas, facilitando su asimilación, mientras que el compost requiere un mayor tiempo para la actividad de los microorganismos y la descomposición de la materia orgánica (Chilon & Chilon, 2014). La mezcla de harina de rocas con compost en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*),



mejora las características agronómicas, morfológicas y rendimiento del cultivo (Mamani , 2018).

El segundo componente es el abono fermentado tipo bocashi o bokashi es una alternativa eficaz para favorecer el desarrollo de cultivos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) aún en condiciones de un suelo degradado. Esto permite asegurar que el bocashi como un abono orgánico sea indispensable para recuperar o mejorar la fertilidad de un suelo (Ríos, 2015). Los abonos orgánicos sólidos (Estiércol bovino, bocashi, compost y humus) dan mejor respuesta en relación a los abonos líquidos (Biol, té de estiércol), debido al aporte de microorganismos y materia orgánica al suelo (Torres, 2013).

Con la aplicación del abono bocashi se logró obtener la mejor producción en acelga con 593 g/planta (Costa, 2015). La incorporación de abono orgánico tipo bocashi al suelo influyó positivamente sobre las variables morfológicas y productivas del cultivo de pimiento. Con la aplicación de la dosis 2,22 t/ha de bocashi en el cultivo del pimiento variedad California Wonder se obtuvo un rendimiento de 33, 4 t/ha (Boicet, Boudet, & Chinchilla, 2015). Además, la aplicación del bocashi favorece el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la habichuela, por lo tanto, se constituye en una alternativa nutricional ecológica y económica para esta hortaliza en huertos populares (Rodríguez, 2015).

Los abonos tipo bocashi elaborados a partir de recursos de bajo costo y con residuos propios de los sistemas productivos de la zona, tienen efectos positivos sobre la fertilidad del suelo en el mediano plazo (Ramírez, 2009). Conjuntamente, el uso del bocashi en forma combinada con los microorganismos eficaces como una alternativa ecológica en el cultivo de fresa, es muy importante para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos, mejorando el rendimiento





y sustituyendo en forma progresiva el uso de fertilizantes químicos (Sarmiento, Amézquita, & Mena, 2019).

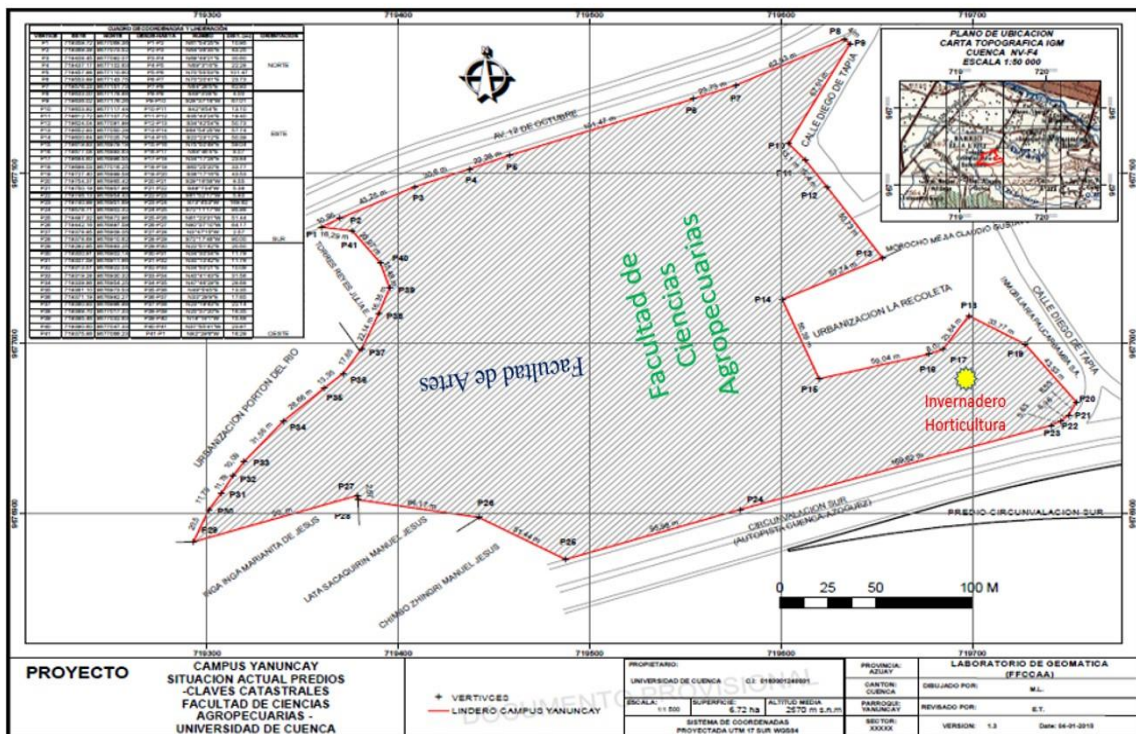
En el cultivo de lechugas, el bocashi es una alternativa para el control de nemátodos y una fuente de nutrientes que ayuda al crecimiento de la planta, tamaño y peso, reduciendo el uso de agroquímicos (Agredo, 2014).

En el cultivo de papa criolla Gómez (2017), reportó que usando un método de fertilización orgánica (Bocashi) se obtienen los mismos resultados que usando un método de fertilización inorgánico. Sin embargo, los costos de producción más bajos fueron mediante el uso de la fertilización orgánica, debido a que las materias primas para su producción son de bajo costo ya que en su mayoría estos abonos son elaborados con desechos orgánicos obtenidos de las fincas.

## CAPÍTULO IV: METODOLOGIA

### 4.1 Zona de estudio

El estudio se realizó en la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, (719359.72 E, 9677068.36 N), en el invernadero de horticultura.



Fuente: Laboratorio de Geomática (FFCCAA), 2018

### 4.2 Obtención de las unidades experimentales o plántulas

En primer lugar, se obtuvo las frutas de la especie, motivo del estudio. Para ello se realizó una recolecta de frutas de los diferentes mercados de la ciudad de Cuenca, siendo la fruta traída de diferentes partes como: Nabón, San Bartolomé, Cañar, Tarqui.

Las semillas fueron extraídas de los frutos y luego se les realizó un primer lavado con una solución química basada en una mezcla de 20 g de detergente



en un litro de agua para quitar las sustancias mucilaginosas. Seguidamente, a las semillas se las dejó reposar por un lapso de tres días y se les aplicó un segundo lavado con la misma mezcla química. Posteriormente se realizó un tercer lavado luego de un periodo de tiempo similar que el segundo lavado. Esto lavados fueron realizados hasta que las semillas ya no tuvieron mucilago. Por último, las semillas fueron purificadas mediante constantes lavados con agua pura cada tres días durante dos semanas. Seguidamente se procedió a la siembra (Anexo 8).

### **4.3 Elaboración del sustrato**

Los sustratos utilizados en la investigación fueron los siguientes a) harina o polvo de rocas, b) bocashi. A continuación, se detallan los procedimientos específicos para la elaboración de cada sustrato.

Para la elaboración del polvo de rocas, en primer lugar, se realizó la recolección de rocas en la granja “El Romeral” de la Universidad de Cuenca ubicada en el cantón de Guachapala. Aquí la litología es heterogénea sobre la cual se pueden identificar algunos tipos de rocas, como andesitas y riolitas. Estas rocas son ígneas plutónicas y metamórficas, constituidas básicamente por cuarzo y feldespatos, formadas por la solidificación del magma, impermeabilizándolas en el proceso (GAD de Guachapala, 2019).

Las rocas fueron recolectadas mediante recorridos en donde se recogieron; aquí se recolectaron rocas metamórficas y sedimentarias de distintos tamaños y colores entre 10 y 15 kg de peso. Luego, las rocas fueron pulverizadas utilizando el molino de bolas modelo SETCOMET, el cual está equipado con un motor eléctrico de 220 v monofásico de 1740 rpm, que incluye 100 kg de “bolas”



importadas de acero, de diámetros diferentes. La mezcla para utilizar en el molino fue de: 50% de piedras o rocas a ser trituradas y 50% de “bolas magnéticas trituradoras”, durante 2 horas (Anexo 10), por recomendación de fábrica.

El polvo o harina de las rocas trituradas fue recolectado a través de la manipulación directa. Después este material fue envasado en recipientes de plástico de diferentes capacidades para facilitar el transporte y manipulación del material recolectado. Para conocer la composición química del polvo de rocas obtenido se envió una muestra compuesta al laboratorio de fertilizantes de Agrocalidad Quito, Ecuador. Los resultados se muestran en el “Anexo 6”.

El segundo sustrato utilizado o bocashi fue preparado según el protocolo propuesto por Restrepo (2007). Para ello se utilizaron los siguientes materiales: dos quintales de gallinaza de aves ponedoras u otros estiércoles (vaca, cuy, chivo); dos quintales de tierra arcillosa bien cernida; dos quintales de cascarilla de arroz; un quintal de carbón molido; diez libras de polvillo de arroz; diez libras de cal dolomita, cal agrícola o ceniza de fogón; un litro de melaza o miel de caña de azúcar; 100 gramos de levadura para pan granulada o en barra, y; agua suficiente, no contaminada ni con cloro (de acuerdo a la prueba del puño y solamente una vez).

En el bocashi, la mezcla inicial de todos los ingredientes se la realizó en un periodo de entre 15 días a un mes antes del uso del sustrato. Esto se lo realizó con el objetivo de asegurar un adecuado proceso de fermentación. Durante la preparación el material preparado fue removido dos veces al día (una en la



mañana y otra en la tarde), durante los primeros cuatro días. Luego, al octavo y doceavo día, se revolvió solamente una vez al día para promover la aireación.

Después de un mes de fermentación el bocashi elaborado fue utilizado para la ejecución de la presente investigación. El bocashi fue analizado químicamente para conocer la composición los siguientes resultados que se muestran en el Anexo 7.

#### **4.4 Preparación de los diferentes tratamientos**

Para la preparación de los diferentes tratamientos se realizó las siguientes mezclas de sustrato y los abonos realizados previamente:

- a) El tratamiento 1, al ser el testigo no se le aplicó ningún tipo de abono, únicamente tierra
- b) El tratamiento 2, se le aplicó 5 litros de tierra con 234 g de polvo de rocas, se mezcló uniformemente y se repartió a las 6 unidades experimentales, recibiendo 39 g de polvo de rocas cada una.
- c) El tratamiento 3, se le aplicó 5 litros de tierra con 468 g de polvo de rocas, se mezcló uniformemente y se repartió a las 6 unidades experimentales, recibiendo 78 g de polvo de rocas cada una.
- d) El tratamiento 4, se le aplicó 4 litros de tierra más 1 litro de bocashi, se mezcló uniformemente y se repartió a las 6 unidades experimentales.
- e) El tratamiento 5, se le aplicó 4 litros de tierra más 1 litro de bocashi con 234 g de polvo de rocas, se mezcló uniformemente y se repartió a las 6 unidades experimentales.



f) El tratamiento 6, se le aplicó 4 litros de tierra más 1 litro de bocashi con 468 g de polvo de rocas, se mezcló uniformemente y se repartió a las 6 unidades experimentales.

g) El tratamiento 7, se le aplicó la fertilización que se obtuvo de referencia del babaco (INIAP, 1992) para la fase de desarrollo vegetativo, que consistió en 50 g de N por planta los primeros 2 meses de desarrollo y “80 g de N por planta, más 150 g por planta de P205, 100 g de K<sub>2</sub>O por planta y 50 g de Mg por planta aportados a partir de urea, fosfato de amónico, muriato de potasio” el 5 a 6 mes de desarrollo vegetativo.

Al testigo absoluto no se le aplicó ninguna enmienda y cada unidad experimental estuvo compuesta por una planta en una funda de 6 L de capacidad.

#### **4.5 Diseño Experimental**

Para el desarrollo del primer objetivo específico en la investigación se aplicó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial. (Tabla 1). El primer factor fue el sustrato de bocashi con dos niveles y el segundo factor el sustrato de polvos de rocas con tres niveles. En este diseño los escenarios de evaluación fueron las combinaciones de los niveles ( $2 \times 3 = 6$ ), considerados como tratamientos o unidades experimentales. En cada unidad experimental se sembraron seis plantas (42 plantas totales) sobre las que se realizó las mediciones de las variables de respuesta como: características fisiológicas, índices de desarrollo y contenido de nitrato de la hoja.

## 4.6 Croquis o diseño de campo

R-I	R-II	R-III	R-IV	R-V
7	1	6	4	2
4	2	7	6	1
3	6	5	7	4
1	4	2	5	3
5	5	1	3	6
2	3	4	1	7
6	7	3	2	5

Las variables de respuesta dentro de este objetivo se muestran en dos componentes (Tabla 1).

**Tabla 1: Factores de estudio**

Primer factor	Niveles	Segundo factor	Niveles (dosis de polvo de rocas)
Sustrato de bocashi	Ausencia de bocashi	Sustrato de polvo de rocas	0 g
	Presencia de bocashi		39 g
			78 g

## 4.7 Toma de datos y análisis estadístico

De acuerdo a los objetivos específicos planteados, para evaluar la influencia de las diferentes mezclas de sustratos enriquecidos con polvo de rocas y bocashi, en las características fisiológicas, índices de desarrollo vegetativo y el contenido de nitrato de la hoja

Para el objetivo 1 se procedió de la siguiente manera:



Los datos se midieron en campo cada 8 a 15 días de las siguientes variables 1): alturas de las plantas, diámetro del tallo, número total de hojas, área foliar, supervivencia de las hojas. También se midió la biomasa de cada tratamiento. Para la medición de las variables se utilizó utilizando un calibrador digital tomando como referencia el nivel del suelo para la altura, y la base de la planta para el diámetro del tallo, el número de hojas se contabilizó manualmente, mientras que el área foliar se calculó por el método de calcado de la hoja.

No se pudo realizar la cuantificación del contenido de nitrato de las hojas, pero se realizó los análisis del contenido de clorofila y análisis foliares (especialmente nitrógeno), debido a que el índice de clorofila, está altamente correlacionado con el contenido de nitrato de la hoja (Rivacoba, et al., 2014). Además, la determinación del nitrato en la savia y la medida de la clorofila son una estimación indirecta del contenido de nitrógeno de la hoja (Valdés, 2015) . Las cantidades y formas de nitrógeno influyen en la concentración de nitrato en planta, en consecuencia, la concentración de nitrato aumenta en relación con la cantidad de nitrógeno. Varios trabajos recomiendan la utilización del medidor de clorofila para la evaluación del estado nutricional de una planta con relación al nitrógeno, algodón (Motomiya *et al.* 2009), café (Reis *et al.* 2006), grama esmeralda (Backes *et al.* 2010), (Ribeiro da Cunha, et al., 2015).

La clorofila fue medida en dos ocasiones (Ver datos en el Anexo 13), tanto a la mitad y al final del tiempo que duró la investigación, para ello se utilizó el medidor de contenido de contenido de clorofila CCM-200. Paralelamente se realizaron análisis foliares de 3 tratamientos de referencia (mejor tratamiento, testigo absoluto y un tratamiento medio) para comparar el nivel de macro y micronutrientes.





El procesamiento de datos incluyó: reporte de datos en el cuaderno de campo, transferencia de datos a tabla de Excel, tabulación de datos con el programa Infostat. Las variables medidas en campo fueron altura, diámetro del tallo, número de hojas, supervivencia de hojas y contenido de clorofila. Para determinar si se cumple o no el supuesto de normalidad, los datos los datos fueron explorados mediante la prueba gráfica de QQ-plot. Adicionalmente, se realizó una prueba de homogeneidad de varianza mediante un diagrama de dispersión entre residuos y predichos de cada variable de respuesta. con modelos generales lineales y mixtos en Infostat.

Las variables analizadas en laboratorio (biomasa total por tratamiento, macro y micronutrientes), de las hojas fueron analizadas de manera descriptiva.

Para el Objetivo 2 se procedió de la siguiente manera

Se consideró como variables de respuesta a los siguientes parámetros: pH, capacidad de campo, conductividad eléctrica, densidad aparente y contenido de materia orgánica (Anexos 14-16). Estas variables fueron medidas dos veces en el transcurso del experimento: una al inicio del estudio y otra al final del estudio. Las muestras de cada tratamiento fueron obtenidas del sustrato en el cual creció la plántula durante los 6 meses.

Los métodos para el procesamiento de datos son: recolección de muestras; análisis en laboratorios especializados; transferencia de resultados a tabla de Excel; interpretación de resultados. Se la realizó con comparación descriptiva del sustrato usado antes y después.

## CAPITULO V: RESULTADOS

### 5.1.1. Características fisiológicas

#### a. Biomasa

Teniendo en cuenta que la biomasa se analizó por tratamiento, y no por unidad experimental, se aplicó solo estadística descriptiva para esta variable.

La fertilización aplicada dio como resultado un mejor desarrollo en altura, diámetro del tallo, número de hojas, tamaño de sus raíces, en la (fig. 1) podemos observar el grafico de dispersión de la biomasa total, (que es la suma: de la biomasa de la hoja, de la raíz, del tallo), dando una mejor respuesta en el tratamiento 6, que es bocashi con 78 g de polvo de rocas con 35,92 g por tratamiento. No obstante, estos resultados no pudieron ser probados estadísticamente debido a la falta de repeticiones.

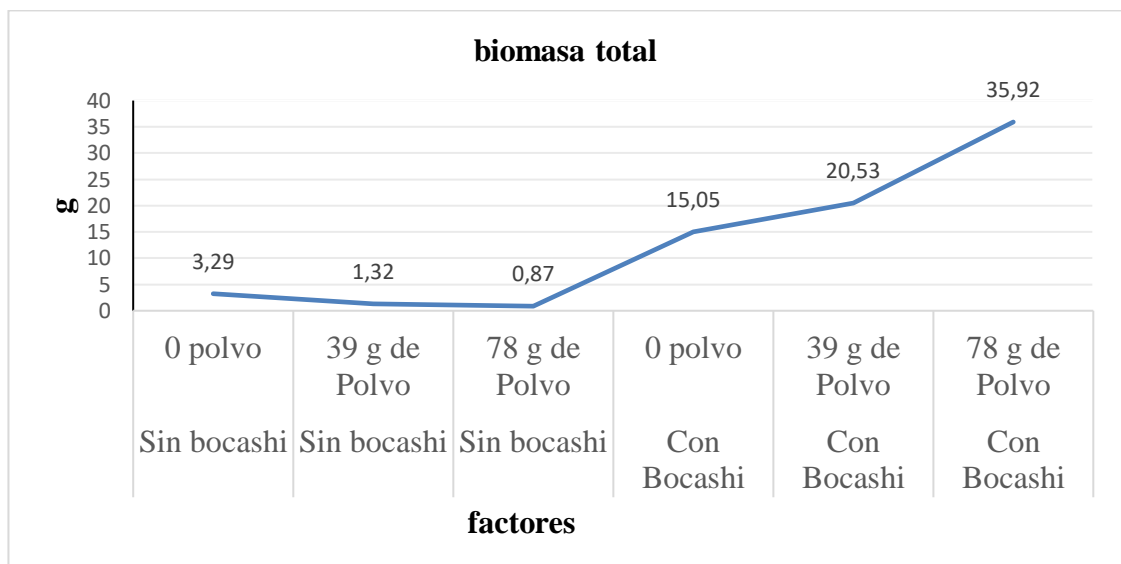


Fig. 1: Total de la Biomasa por factor de las plantas de *Vasconcellea pubescens* como característica fisiológica.

### 5.1.2. Índices de desarrollo

La prueba grafica QQ-plot, mostró que todas las variables que corresponden al índice de desarrollo vegetativo fueron datos normales, ya que mostraron valores de r mayores a 0,94 (Tabla 2).

Tabla 2: Prueba de normalidad Q-Q PLOT para los índices de desarrollo vegetativo.

Variable	n	r
Residuos del error de la altura total	36	0,99
Residuos del error del diámetro	36	0,979
Residuos del error del número total de hojas	36	0,987
Residuos del error de la supervivencia de las hojas	36	0,994
Residuos del error del área foliar	36	0,970

Fuente: Diego Uyaguari, 2020

Una vez visto que los índices de desarrollo vegetal cumplen la normalidad de datos, a continuación, podemos ver los resultados de cada variable para cada tratamiento.

- 1) La altura de las plantas presentó mayores valores significativamente ( $P < 0,0001$ ) para el nivel con presencia de bocashi (Fig 2), siendo el mejor tratamiento, el tratamiento 6, bocashi más 78 g de polvo de rocas llegando a 186,86 mm de altura, la altura de las plántulas bajo la

interacción de los dos factores analizados no presento diferencias significativas ( $P = 0,1340$ ). Esta variable tampoco mostró diferencias significativas en los niveles de polvo de rocas ( $P = 0,1631$ ).

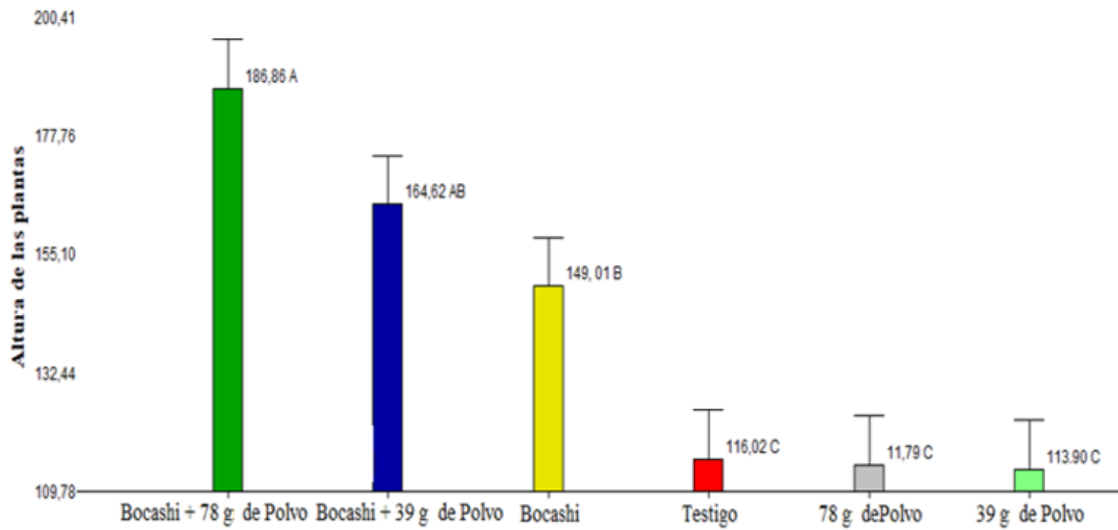


Fig. 2: Promedios  $\pm$  error estándar de altura de las plantas de *V. pubescens* como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

La estimación del aumento de altura a lo largo de los 6 meses, se da en 3 fases: la fase 1 o de adaptación, la fase 2 exponencial o lineal y la fase 3 estacionaria (tabla 3).

Tratamientos	1) Fase de adaptación o LAG		2) Fase exponencial o lineal		3) Fase estacionaria	
	Ecuación lineal	R2	Ecuación lineal	R2	Ecuación lineal	R2
<b>Testigo</b>	$y = 3,01x + 53,36$	0,99	$y = 5,65x + 76,2$	0,98	$y = 3,37x + 106,$	0,99
<b>39 g de polvo de rocas</b>	$y = 2,92x + 55,82$	0,97	$y = 4,8x + 75,7$	0,98	$y = 3,37x + 103,$	0,95
<b>78 g de polvo de rocas</b>	$y = 2,85x + 63,70$	0,95	$y = 4,33x + 80,9$	0,95	$y = 2,73x + 105,8$	0,81
<b>Bocashi</b>	$y = 5,35x + 37,06$	0,97	$y = 11,2x + 68,3$	0,98	$y = 5,47x + 132,11$	0,98
<b>Bocashi + 39 g de polvo de rocas</b>	$y = 5,49x + 50,54$	0,99	$y = 8,5x + 87,9$	0,95	$y = 7,18x + 142,21$	0,96
<b>Bocashi + 78 g de polvo de rocas</b>	$y = 5,51x + 54,50$	0,98	$y = 13,5x + 84,11$	0,97	$y = 6,50x + 166,77$	0,98

Tabla 3: Correlación del aumento de altura de *Vasconcellea pubescens* durante los 6 meses.

El mayor aumento de altura se da en la fase exponencial, siendo el tratamiento de bocashi más 78 g de polvo de rocas con mayor aumento en un estimado de tiempo, como podemos ver en el gráfico de altura (Anexo 2).

- 2) El diámetro del tallo si presentó diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) con mayores valores para el nivel con presencia de bocashi (Fig. 3), siendo el mejor tratamiento, el tratamiento 6, bocashi más 78 g de polvo de rocas obteniendo un diámetro de 21,83 mm del tallo, el diámetro del tallo no presentó diferencias significativas la bajo la interacción de los dos

factores analizados ( $P = 0,0879$ ). Tampoco presentó diferencias estadísticas en el segundo factor, polvo de rocas (0,1330).

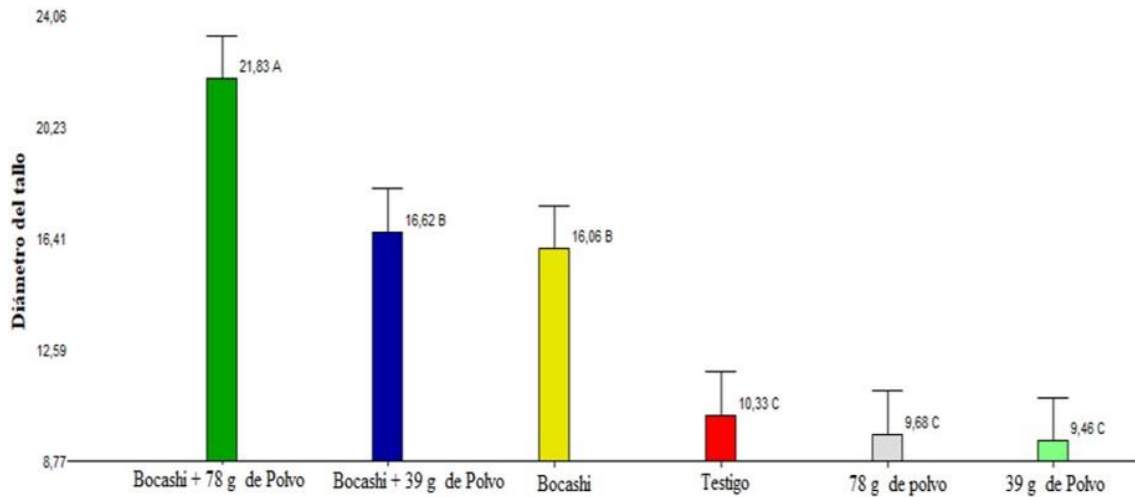


Fig. 3: Promedios  $\pm$  error estándar del Diámetro del tallo de las plantas de *V. pubescens* como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

El incremento del diámetro del tallo, a lo largo de los 6 meses, se da en 3 fases: la fase 1 o de adaptación, la fase 2 exponencial o lineal y la fase 3 estacionaria (tabla 4).

Tratamientos	1) Fase de adaptación o LAG		2) Fase exponencial o lineal		3) Fase estacionaria	
	Ecuación lineal	R2	Ecuación lineal	R2	Ecuación lineal	R2
<b>Testigo</b>	$y = 0,23x + 3,94$	0,97	$y = 0,70x + 5,68$	0,96	$y = 0,44x + 9,04$	0,96
<b>39 g de polvo de rocas</b>	$y = 0,21x + 4,84$	0,82	$y = 0,69x + 5,89$	0,94	$y = 0,17x + 8,91$	0,98
<b>78 g de polvo de rocas</b>	$y = 0,21x + 5,19$	0,91	$y = 0,53x + 6,5$	0,98	$y = 0,1x + 9,19$	0,71
<b>Suelo + Bocashi</b>	$y = 0,42x + 2,87$	0,99	$y = 1,61x + 5,51$	0,98	$y = 0,92x + 13,3$	0,99
<b>Bocashi + 39 g de polvo de rocas</b>	$y = 0,45x + 3,75$	0,99	$y = 1,29x + 6,97$	0,95	$y = 1,06x + 13,4$	0,99
<b>Bocashi + 78 g de polvo de rocas</b>	$y = 0,45x + 5,13$	0,99	$y = 2,67x + 6,45$	0,96	$y = 0,76x + 19,51$	0,98

Tabla 4: Correlación del incremento de diámetro del tallo de *Vasconcellea pubescens* durante los 6 meses.

El mayor incremento del diámetro del tallo se da en la fase exponencial, siendo el tratamiento de bocashi más 78 g de polvo de rocas con mayor incremento en un estimado de tiempo, como podemos ver en el gráfico de altura (Anexo 3).

- 3) El número total de hojas presentó diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) con mayores valores para el nivel con presencia de bocashi (Fig. 4), siendo el mejor tratamiento, el tratamiento 4 y el tratamiento 6, bocashi más 78 g de polvo de rocas siendo 17,67 en promedio en el número de hojas. no presentó diferencias significativas bajo la interacción de los dos factores analizados ( $P = 0,8041$ ). Tampoco presentó diferencias estadísticas en el segundo factor polvo de rocas ( $P = 0,7043$ ).

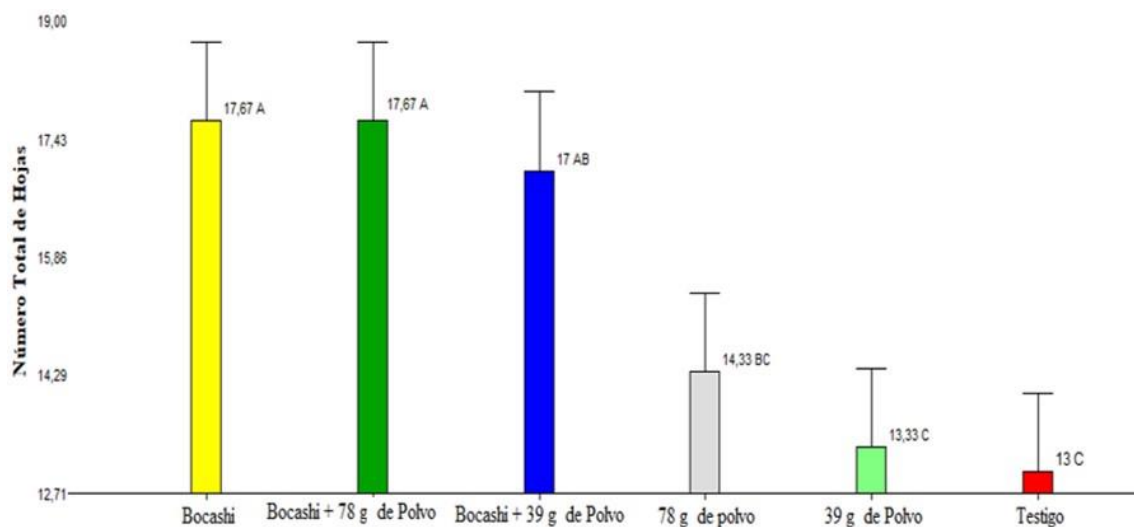


Fig. 4: Promedios  $\pm$  error estándar del número total de hojas de las plantas de *Vasconcellea pubescens* como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

- 4) El área foliar presentó diferencias estadísticas ( $P < 0,0001$ ), con mayores valores para el nivel con presencia de bocashi (Fig. 5), siendo el mejor tratamiento, el tratamiento 6, bocashi más 78 g de polvo de rocas obteniendo un área foliar de 59,99 cm<sup>2</sup>. no presentó diferencias

significativas la bajo la interacción de los 2 factores analizados (0,3953).

Tampoco presentó en el polvo de rocas (P = 0,8352).

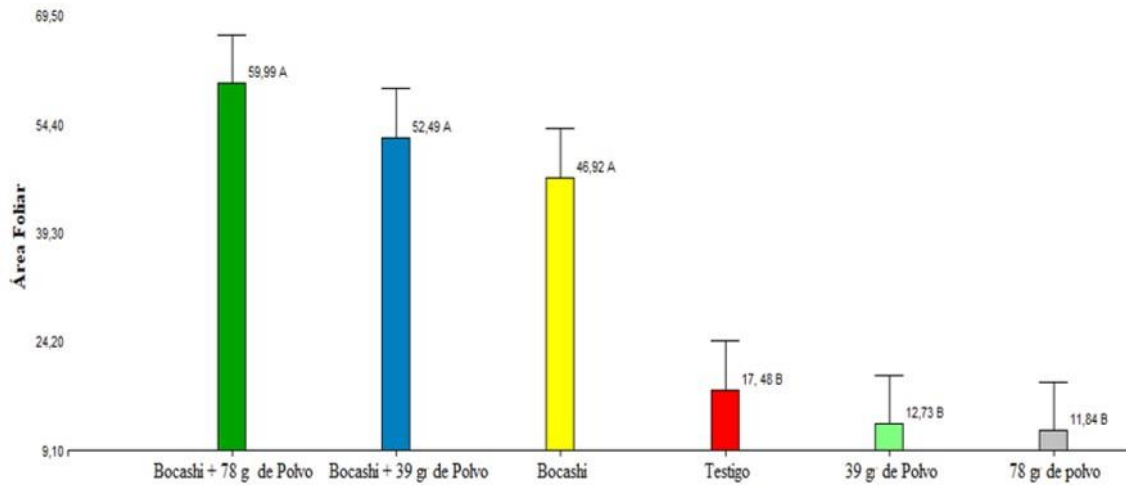


Fig. 5: Promedios  $\pm$  error estándar del área foliar de las plantas de *Vasconcellea pubescens* como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

- 5) La supervivencia de las hojas presentó diferencias estadísticas ( $P < 0,0001$ ) siendo el mejor tratamiento, el tratamiento 5, bocashi más 39 g de polvo de rocas obteniendo una supervivencia del 76,5% de hojas (Fig. 6). no presentó diferencias significativas la bajo la interacción de los 2 factores analizados ( $P = 0,4307$ ). Tampoco presentó diferencias estadísticas en el polvo de rocas ( $P = 0,4307$ ).

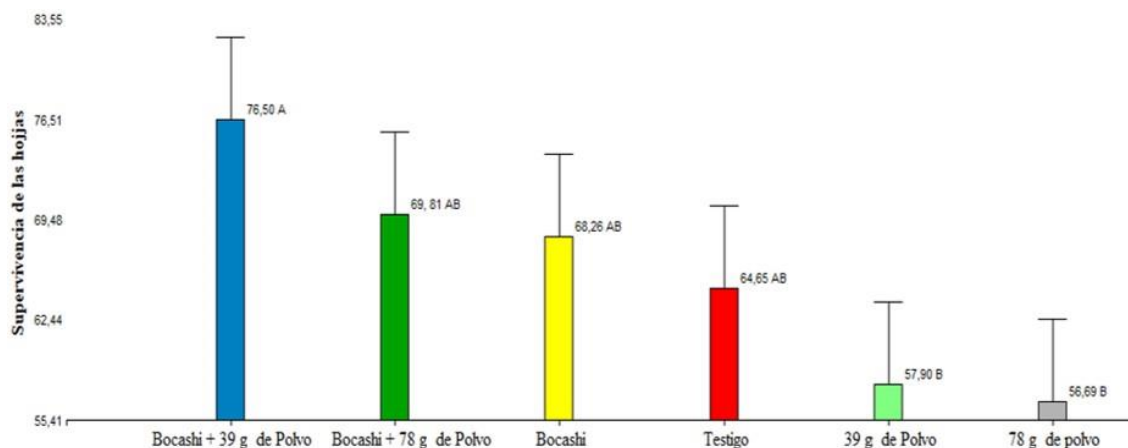


Fig. 6: Promedios  $\pm$  error estándar de la supervivencia de las hojas de *V. pubescens* como índice de crecimiento. Letras diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).



### 5.1.3. Contenido del nitrato de la hoja

Al no poder analizar el nitrato de la hoja, se procedió a analizar el índice de contenido de clorofila y análisis de macro y micro nutrientes (especialmente el N) que son factores estrechamente ligados.

El índice de contenido de clorofila de la hoja no presentó diferencias significativas, existe baja interacción de los 2 factores analizados ( $P = 0,9237$ ). Tampoco presentó en el polvo de rocas ( $P = 0,1321$ ) ni en el factor bocashi ( $P = 0,6677$ ).

Los macro nutrientes en las hojas representados por: N, P, K, y de los micro nutrientes como es el caso de: B, Zn, Cu, Fe, Mn, como podemos ver en la (fig. 7). Los análisis comparativos del mejor tratamiento (6), un tratamiento medio (4) y el testigo dan como resultado los macronutrientes en un mismo rango, mientras que los micronutrientes presentan diferentes valores.

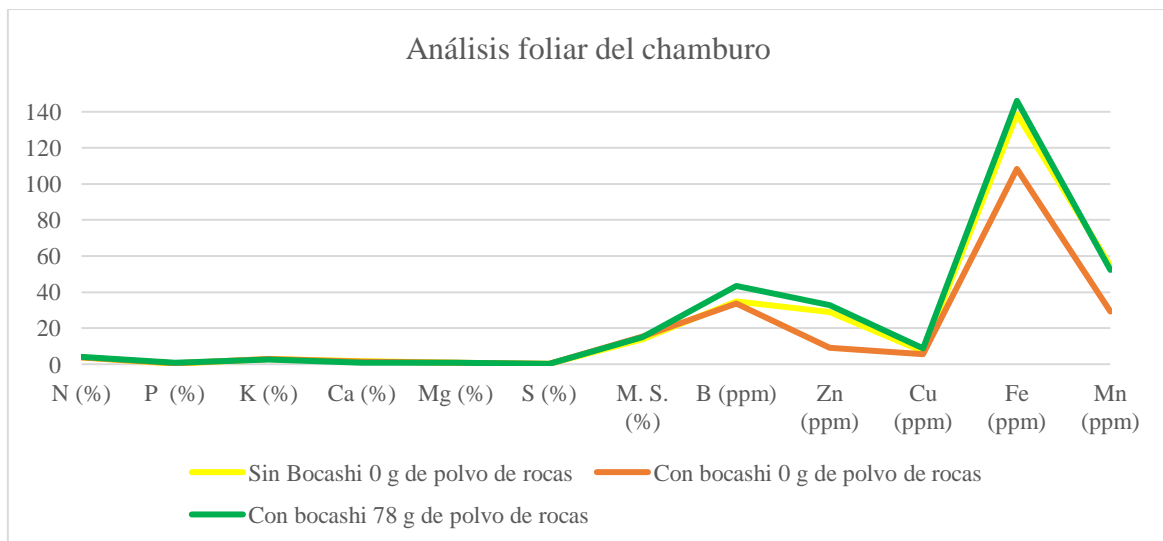


Fig. 7: Análisis foliar de los macros y micro nutrientes del chamburo

## 5.2 Objetivo 2

Evaluar el efecto de las diferentes mezclas entre polvo de rocas y bocashi en las características físico-químicas de los sustratos donde se trasplantó las plántulas de chamburo.

### 5.2.1. Características físicas y químicas del suelo

#### pH.

En el grafico 1 podemos observar que el pH inicial del sustrato utilizado en los tratamientos es de 6,6. A los seis meses obtuvo valores entre de 6,27 siendo este el más bajo el testigo y el tratamiento de 39 g de polvo de rocas obtuvo un valor de 6,81 siendo éste el más alto. No obstante, estos resultados no pudieron ser probados estadísticamente debido a la falta de repeticiones.

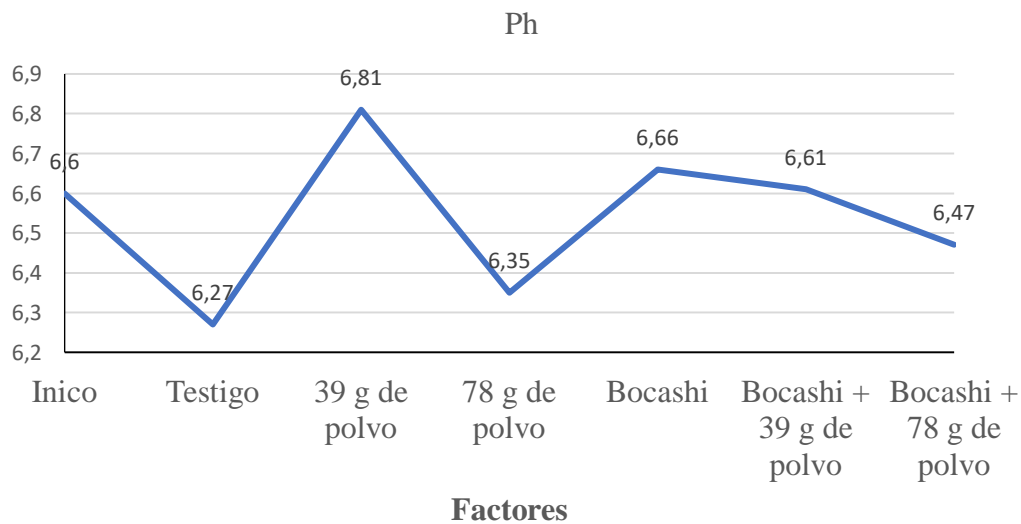
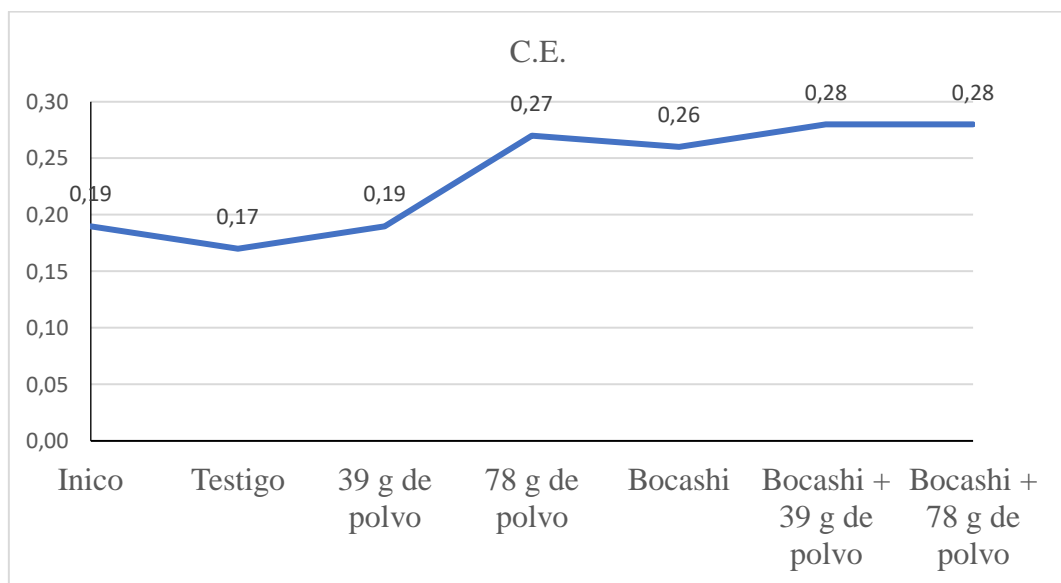


Fig. 8: Valores de pH de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato.

## Conductividad Eléctrica.

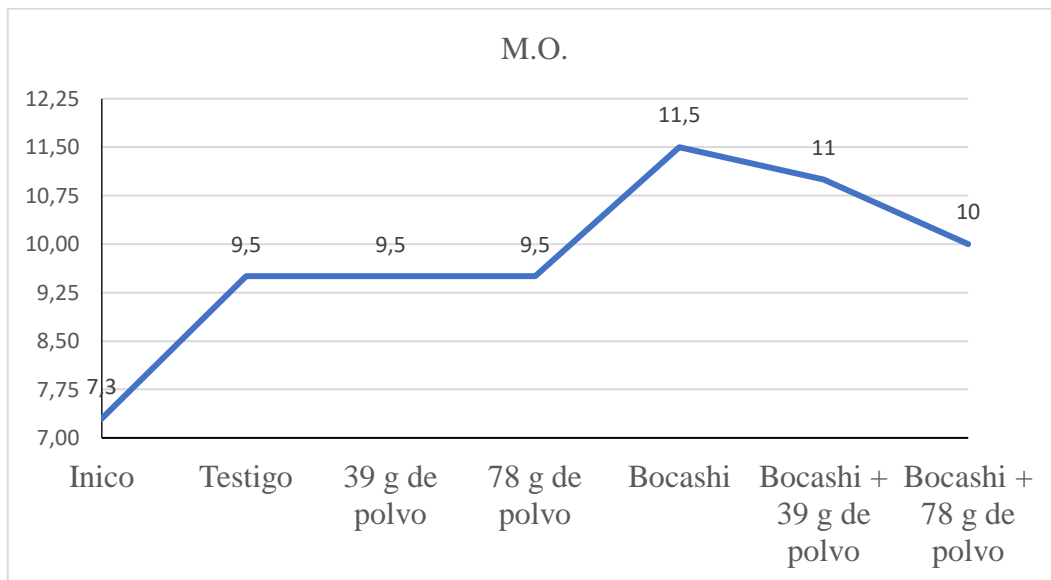
En el grafico 2 podemos observar que la CE inicial del sustrato utilizado en los tratamientos es de 0,19 mS/cm. A los seis meses de evaluación obtuvo variaciones entre el tratamiento testigo mostró valores de 0,17 mS/cm siendo este el más bajo, los tratamientos con bocashi obtuvieron valores mayores de 0,28 mS/cm. No obstante, estos resultados no pudieron ser probados estadísticamente debido a la falta de repeticiones.



*Fig. 9: Valores de conductividad eléctrica de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato.*

## Materia Orgánica

En el grafico 3. podemos observar que la M.O. inicial del sustrato utilizado en los tratamientos es de 7,3% después de los seis meses de evaluación se evidenció incremento del porcentaje de materia orgánica en todos los tratamientos, siendo el valor más alto el tratamiento bocashi con 11,5% de materia orgánica. No obstante, estos resultados no pudieron ser probados estadísticamente debido a la falta de repeticiones.



*Fig. 10: Valores de materia orgánica de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato.*

## Densidad aparente

En el grafico 4. Se observa el valor inicial de densidad aparente 1,08 g/cm<sup>3</sup> después de los seis meses de evaluación vario aumentando en el polvo de rocas con el valor de 1,45 g/cm<sup>3</sup> y disminuyendo en el factor bocashi con un valor de 0,95 g/cm<sup>3</sup>. No obstante, estos resultados no pudieron ser probados estadísticamente debido a la falta de repeticiones.

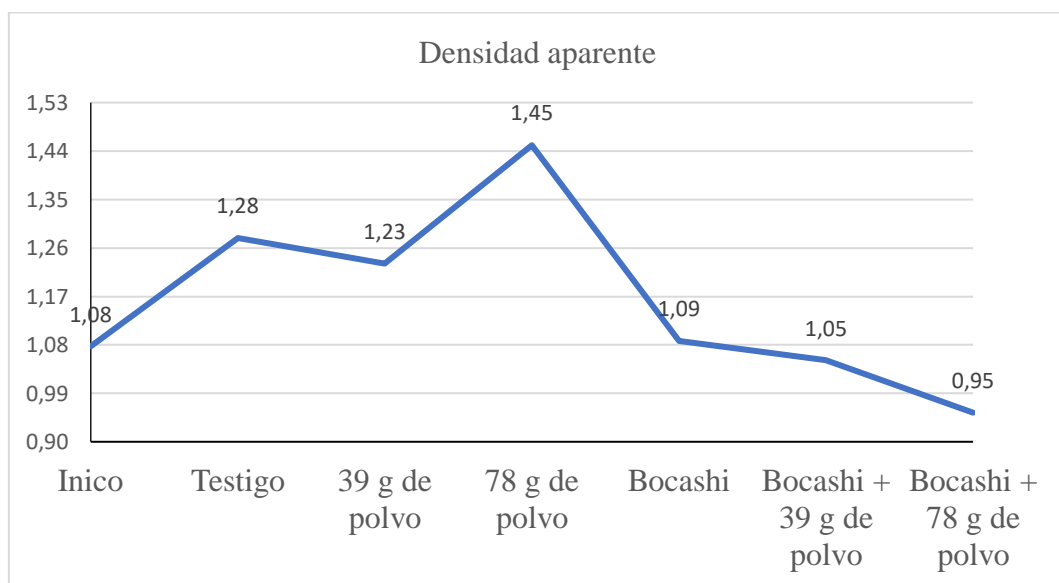


Fig. 11: Valores de densidad aparente de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato.

## Capacidad de campo

En el grafico 5. podemos observar que la cap. Campo al inicio es de  $0,62 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$ . Luego de seis meses de evaluación se evidencio el decremento de la capacidad de campo de todos los tratamientos, siendo el tratamiento de 78 g de polvo de rocas que más varió hasta  $0,20 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$ . No obstante, estos resultados no pudieron ser probados estadísticamente debido a la falta de repeticiones.

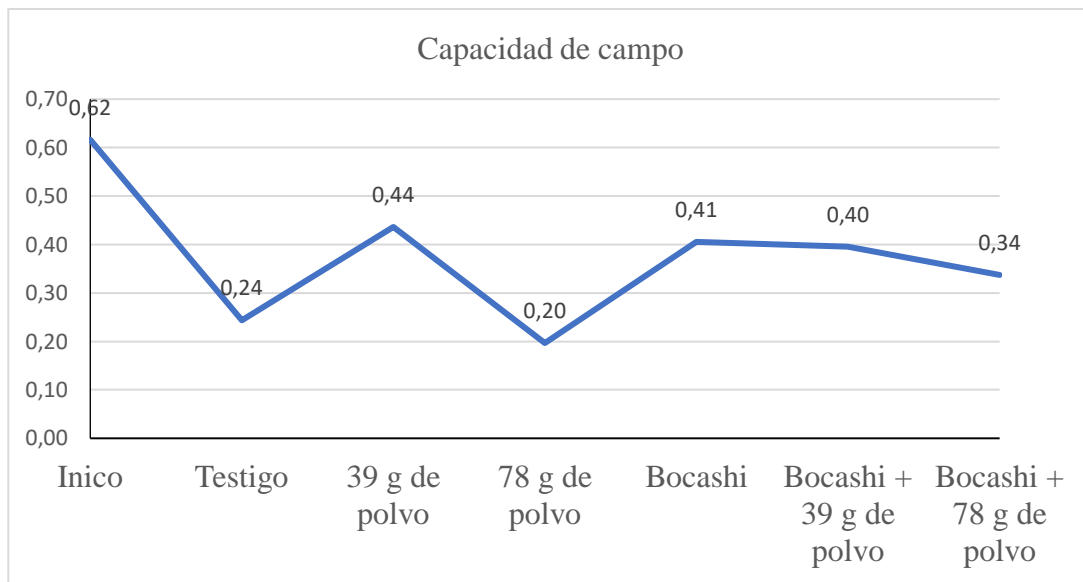


Fig. 12: Valores de capacidad de campo de cada tratamiento, en comparación con el valor inicial del sustrato.



## CAPÍTULO VI: DISCUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que los tratamientos de bocashi con sus respectivas mezclas, permiten que *Vasconcellea pubescens* (chamburo), presente mejores índices de crecimiento, por lo tanto, una de las mejores alternativas para un mayor desarrollo vegetativo de la especie.

La altura, el diámetro y número de hojas de *Vasconcellea pubescens* con el tratamiento de bocashi más 78 g de polvo de rocas, alcanzaron valores promedios de 186.86 mm, 21.83 mm y 17.67, respectivamente. Al respecto, Oliva & Arévalo, (2010) en un estudio bajo condiciones de invernadero con la aplicación de 120 g de roca fosfórica ecológica, obtuvieron plantas con mayor altura, pero con menor diámetro y número de hojas, en comparación con los resultados obtenidos en el presente estudio.

La poca información de esta especie es un factor muy importante que limita la tecnificación del cultivo, por lo que existe muy poca información publicada contra la cual se puedan comparar los resultados de este trabajo. Existen otras especies cultivadas en la misma familia que el chamburo, como por ejemplo el babaco y papaya. Para estos cultivos existen curvas y valores referenciales de crecimiento. Por ejemplo, en el caso de *V. x heilbonii* (babaco), el INIAP (1999), realizó un estudio bajo invernadero durante 7 meses obteniendo una altura y crecimiento del diámetro del tallo mayores a los que se registraron aquí para el chamburo. Por otra parte, en el caso del babaco, también existen diferencias en cuanto a la forma de propagación, ya que en el babaco la propagación es asexual, mientras que el chamburo se produce por semilla sexual. De igual manera (Jacome, 2011), obtuvo que, en promedio, los brotes de las estacas de



babaco, obtuvieron una longitud de 51 mm a los 90 días, siendo mayores a la longitud alcanzada por las plantulas de *Vasconcellea pubescens* en el mismo tiempo. Otro resultado igual, es lo obtenido por Bravo & Esquivel (2010), cuyo estudio se realizó en *Carica stipulata* (toronche) y *Carica pentagona* (babaco) en 90 días, obteniendo las 2 especies un mayor desarrollo de la altura y del diámetro de las plantas, ya que, al ser estacas, estas especies inician con un grosor y una altura de la planta promedio, contrariamente a *Vasconcellea pubescens* que es una plántula obtenida de semillero.

Además, García (2011) analizó 6 variedades de *Vasconcellea*, como posibles portainjertos para babaco, obteniendo que el injerto en chamburo alcanzó mayor altura a diferencia de *V. goudotiana*, *V. x heilbonii*; *V. x heilbornii* 0,24. Sin embargo, la altura obtenida en esta investigación es inferior al injerto de babaco con chamburo, pero superior a los demás injertos mencionados anteriormente. Otro estudio realizado por Cueva (2007) con inoculantes a base de *Trichoderma spp.* en injertos de babaco, obtuvieron plantas con altura y diámetro del tallo inferiores a los presentados en esta investigación. Por lo tanto, García (2011) recomienda esta especie pueda ser comercializada como patrón para babaco, debido al desarrollo que alcanza, su adaptación a los diferentes tipos de suelo y su mayor resistencia a plagas y enfermedades.

De forma similar, la papaya también presentó altura mayor, diámetro y número de hojas mejores al chamburo en este estudio (Armella, 2018). No obstante, al ser especies diferentes con hábitos de crecimiento propios, no es posible establecer una comparación directa entre los resultados del Iniap y de Armella con los que se reportan en esta tesis.





Por otro lado, los resultados obtenidos registran mayor producción de biomasa con el siguiente orden: raíz, tallo y hojas en el tratamiento de bocashi con 78 g de polvo de rocas. Contrariamente con Martínez (1998) que evaluó el crecimiento y desarrollo de *Carica papaya* (papaya) obteniendo un mayor porcentaje de biomasa en el tallo, seguido de la raíz y las hojas.

Un acontecimiento desfavorable presentado en nuestro estudio fue la mortalidad de todas las plantas de *Vasconcellea pubescens* a causa de la pudrición del tallo con el tratamiento químico. Debido a que la dosis aplicada no fue la adecuada, ya que se tomó como referencia el babaco que se reproduce por estaca, mientras que el chamburo se obtuvo de semilla, siendo mayor la fertilización para el babaco, como consecuencia, la fertilización aplicada pudo causar salinidad, al respecto Oliva & Arévalo (2010) explican que esta especie es susceptible a suelo salinos en el momento de enraizar, por lo tanto, para evitar la pudrición del tallo estos autores recomiendan la aplicación de Carbendazim.

Por otro lado, en cuanto a la fertilización química en *Vasconcelleas*, Suarez (2015), realizó un estudio en el cual aplicaron 18-46-00 al 60% a las plantulas de babaco, estas obtuvieron una longitud de 57 cm y un diámetro de 1,86 cm en 6 meses, a diferencia del chamburo que tuvo 18,86 cm y 2,18 cm respectivamente en el mismo tiempo. La AAIC (2003) señaló que las estacas en esta especie emiten un buen sistema radicular a los 90 días después de trasplantarlas. Además, uno de los factores que afectan al desarrollo de la estaca de babaco, es el estado nutricional de la planta madre, lo que es importante para el enraizamiento de las estacas (Guerrero, Gómez, & Bermúdez, 2015). Coyago, León, & Patiño (2010), en su estudio comprobaron que la altura de corte más



idónea y recomendable para una estaca de babaco es de 25 cm porque hubo más crecimiento uniforme de las plantulas, mayor porcentaje de frutos cuajados, menor porcentaje de pudrición y mayor rentabilidad, siendo recomendable para las estacas de *Vasconcellea pubescens* que sean del mismo tamaño.

La aplicación del polvo de rocas está en un rango que es rentable y viable dentro de un vivero o para un semillero, no obstante, no se conoce si esta rentabilidad y viabilidad observada en semillero se observaría también para su aplicación en campo, dándonos mejores resultados para el desarrollo vegetal de *Vasconcellea pubescens*, la mezcla de bocashi con 78 g de polvo de rocas por planta. Restrepo, (2007) afirma que la aplicación de polvo de rocas se debe hacer con bocashi que acelera la efectividad del polvo, como pudimos comprobar en este estudio. De igual manera, las cantidades de bocashi aplicado, es recomendable para vivero o semillero, viéndose como resultados en este estudio que favorece el crecimiento y desarrollo del chamburo, obteniendo también buenos resultados en otros cultivos como es en el caso de la habichuela (Rodríguez, 2015). Y en el cultivo de chile dulce (Cornejo, Hernández & Valladares, 2013).

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

La mezcla de bocashi más 78 g de polvo de rocas permitió a *Vasconcellea pubescens* (chamburo) obtener un mejor desarrollo vegetativo para las variables: altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, con excepción de la supervivencia de hojas que obtuvo mejor resultado con el tratamiento bocashi más 39 g de polvo de rocas. El contenido de clorofila no presentó diferencias estadísticas, para las mezclas de sustratos enriquecido con polvo de rocas y bocashi, en las 2 mediciones a lo largo del estudio. En los tratamientos con bocashi, se evidenció un aumento de la biomasa total en comparación con las diferentes dosis de polvo de rocas y el testigo.

Todos los tratamientos (mezclas de polvo de rocas, bocashi y control) mostraron propiedades físico y químicas del suelo como: pH, conductividad eléctrica, y capacidad de campo dentro de rango considerados como aceptables para el cultivo. Por otra parte, el tratamiento con bocashi registró los valores más altos de materia orgánica del suelo y la más baja densidad aparente, no obstante, estos resultados no pudieron ser probados estadísticamente debido a la falta de repeticiones.

Por otra parte, el corto tiempo de estudio fue una limitante para analizar cambios radicales en las características físico y químicas del suelo que normalmente requieren de periodos más largos para expresarse.

Como resultado de la falta de información acerca de la fertilización química en *Vasconcellea pubescens*, obtuvimos que la dosis aplicada fue inapropiada para plantulas de esa edad, lo que provocó la muerte del tratamiento, reflejando la



importancia de la producción de información sobre especies en peligro de extinción.



## CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

Es muy importante para las especies en peligro de extinción y que tienen un gran potencial para ser fuente de ingresos en la economía familiar, que se produzca más información científica y productiva, por lo que se recomienda lo siguiente:

- Para evitar la mortalidad utilizando fertilizantes, se recomienda realizar un estudio sobre la dosificación adecuada. Por ejemplo: aplicar 1 g de fertilizante para cada plántula de mes de nacida, llegando hasta a los 3 g después de 6 meses.
- Para mejorar el efecto del polvo de rocas se recomienda la aplicación mensual entre 5 y 15 g de polvo según el cultivo.
- Continuar a la siguiente fase de estudio, como una fase 3: el trasplante de plantulas de 15-30 cm en campo en un lugar definitivo para el análisis del crecimiento de la especie hasta su producción.
- El riego es un factor muy importante en la tecnificación y producción de frutas, se recomienda el estudio en diferentes dosificaciones de agua en campo con riego por goteo.
- La divulgación de resultados en campañas de vinculación con la sociedad y proyectos agroecológicos.



## BIBLIOGRAFÍA

- AAIC, A. (2003). *El Cultivo de babaco en invernadero (Carica pentagona)*. Cañar, Ecuador. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de [https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1194&context=abya\\_yala](https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1194&context=abya_yala)
- Acosta, M. (1992). *Vademécum de Plantas Medicinales del Ecuador. 1ra Edición*. Quito, Ecuador.
- Agredo, D. (2014). *COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Lactuca sativa) EN UN SUELO REHABILITADO CON ABONO ORGÁNICO BOCASHI Y EL MISMO SUELO CON FERTILIZANTE QUÍMICO N-P-K*. Santiago de calí, Colombia. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6137/T04167.pdf;jsessionid=6D1D21F2237FBC3D151FAEB2B7766DED?sequence=1>
- Aguirre, Z. (2011). *Perdida de biodiversidad del Ecuador*. Ecuador.
- Almeida, E., Pereira, F., & Ralish, R. (2009). *Polvo de rocas para revitalizar el suelo en el sur de Brazil*. Brasil. Recuperado el 20 de Marzo de 2019, de <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-22-numero-4/1764-polvo-de-roca-para-revitalizar-los-suelos-en-el-sur-de-brasil>
- Arizala , E. (2016). *ANÁLISIS DEL DAÑO OXIDATIVO GENERADO SOBRE LOS COMPUESTOS SOLUBLES EN PLÁNTULAS DE Vasconcellea pubescens SOMETIDAS A CONDICIONES DE ESTRÉS POR INCREMENTO DE TEMPERATURA*. Quito, Ecuador. Recuperado el 15



de Junio de 2020, de  
<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6336/1/UDLA-EC-TIB-2016-25.pdf>

Armella, C. (2018). *Evaluación de nuevos genotipos de papaya (Carica Papaya L.) en la región subtropical de Salta y Jujuy*. Argentina. Recuperado el 1 de Julio de 2020

Armijos, J. (2016). *Evaluación de biol mineralizado con harina de rocas en el cultivo de fréjol Phaseolus vulgaris L., variedad toa, en la hoya de Loja*. Ecuador.

Badillo, V. (2000). *Carica L. vs. Vasconcella St.-Hil. (Caricaceae) con la rehabilitacion deeste último*. Recuperado el 10 de 06 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169920331005.pdf>

Bernal, H., & Correa, J. (1990). *Especies promisorias de los países de convenio Andes Bello*. Bogota, Colombia. Obtenido de <https://searchworks.stanford.edu/view/11813703>

Boicet, T., Boudet, A., & Chinchilla, V. (2015). *Effects of different doses of organic fertilizer*. Venezuela.

Bravo, J., & Esquivel, R. (2010). "EVALUACIÓN DE 3 BIOLES A 3 DOSIS DE APLICACIÓN PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE 2 ESPECIES DE CARICACEAS BABACO (*Carica pentagona*) y JIGACHO (*Carica stipulata*) EN LA PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA. Latacunga, Ecuador. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/760/1/T-UTC-0588.pdf>



Caetano, C., Lagos, T., & Sandoval, C. (2008). *Cytogenetic of Vasconcellea species (Caricaceae)*. Colombia.

Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Ecuador.

Calupiña, V. (2013). *Estudio investigativo del chamburo y oferta gastronómica*. Ecuador.

Campozano, E., & Saltos, A. (2013). *Diseño de una propuesta gastronómica de Carica pubescens (chamburo)*. Ecuador.

Chilon, E., & Chilon, J. (2014). *Compost altoandino e interacción con harina de rocas y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelos*. Paz, Bolivia.  
Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2072-14042014000100002&lng=es&nrm=iso#c3](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-14042014000100002&lng=es&nrm=iso#c3)

Cipriano, R. (2015). *Dosis de polvo de roca y sus efectos sobre el rendimiento del tomate Rock dust dose and its effects on commercial performance of tomato*. Paraguay.

Cornejo, M., Hernández, A., & Valladares, J. (2013). *Comportamiento de la producción del cultivo de chile dulce (Capsicum annum) aplicando diferentes dosis de lombriabono en combinación con harina de roca, en el cantón San José la Labor, municipio de San Sebastián, departamento de San Vicente*.





Costa, T. (2015). *Uso de estiércol caprino y bocashi en el cultivo de acelga (Beta vulgaris var. cicla pers). en el colegio de bachillerato Puyango de la parroquia Alamor. Ecuador.*

Coyago, R., León, F., & Patiño, V. (2010). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL BABACO (Vasconcellea x heilbornii nm.pentagona) EN TRES TIPOS DE ALTURAS DE PODAS EN PLANTAS DE SEIS AÑOS DE PRODUCCIÓN BULÁN, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY. Paute, Ecuador. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4747/1/UPS-CT001969.pdf>*

Cueva, D. (2007). *PRODUCCION DE INOCULANTES A BASE DE Trichoderma spp. PARA EL CONTROL DE Fusarium oxysporum f.sp. caricae EN INJERTOS DE BABACO (Vasconcellea heilbornii cv. babaco). Sangolquí, Ecuador. Recuperado el 10 de Marzo de 2021, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2578/1/T-ESPE-IASA%20I-003246.pdf>*

Enciso, C., Duarte, O., & Santacruz, V. (2016). *Dosis de polvo de roca y sus efectos sobre el rendimiento del tomate. Paraguay.*

Espinosa, I. (2016). *Germinación, microinjertación y cultivo de callos in vitro de Vasconcellea stipulata V.M. Badillo Y Vasconcellea pubescens A.DC. Argentina.*

Ferrera, R., & Alarcón, A. (2 de Julio de 2001). *La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5167200>*



Fundación para el desarrollo socioeconómico y restauración ambiental. (2007).

*Harina de roca una fuente de minerales.* Recuperado el 14 de Noviembre de 2018, de <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=1773>

García, P. (2011). *Evaluación de la tolerancia de cinco accesiones de Vasconcellas a Fusarium sp. como posible portainjertos para babaco (vasconcella x heilborni) bajo cubierta plástica en la estación experimental del austro de INIAP.* Ambato, Ecuador. Recuperado el 17 de junio de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1676/1/tesis-001%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20prod.%20de%20flores%20y%20Frut....pdf>

Gómez, A. (2017). *EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA, SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN EL CULTIVO DE PAPA CRIOLLA (Solanum phureja) , EN LA FINCA SANTO DOMINGO MUNICIPIO DE LA CALERA - CUNDINAMARCA.* Cundinamarca, Colombia. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2729/EFECTO%20DE%20LA%20FERTILIZACI%C3%93N%20ORG%C3%81NICA%20E%20INORG%C3%81NICA%2C%20%20SOBRE%20LA%20PRODUCTIVIDAD%20EN%20EL%20%20CULTIVO%20DE%20PA PA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez, M., Magnitskiy, S., & Rodriguez, L. (2017). *Diagnostics of K + and NO<sub>3</sub> - in sap to determine nutritional status in potato (Solanum tuberosum L. subs. andigena).* Colombia.



- Guerrero, M., Gómez, R., & Bermúdez, I. (2015). *Obtention of Vasconcellea x helbornii (Badillo) Badillo mother plants from cuttings under semi-controlled conditions*. Villa Clara, Cuba. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/505/html>
- Gutiérrez, E. (2014). *Regeneración de una plantación de cacao fino de aroma, con la aplicación de una abonadura orgánica, podas de apertura y regeneración de plantas*. Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias "INIAP". (2008). *Informe nacional sobre el estado de recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación*. Ecuador.
- Jacome, J. (2011). *“EVALUACIÓN DE TRES MEZCLAS DE SUSTRATOS Y TRES FITOHORMONAS EN ENRAIZAMIENTO DE BROTES LATEALES DE BABACO (Carica pentagona), BARRIO PINLLOCRUZ, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA*. Latacunga, Ecuador. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/733/1/T-UTC-0571.pdf>
- Mamani , E. (2018). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA QUINUA (Chenopodium quinoa Willd) CON LA APLICACIÓN DE HARINA DE ROCAS Y COMPOST, EN LA COMUNIDAD CHUCA PROVINCIA PACAJES - ALTIPLANO CENTRAL*. La Paz, Bolivia. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18350/T-2537.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Mariño, L. (2019). *DETERMINACIÓN DEL CARIOTIPO DE JIGACHO (Vasconcellea stipulata Badillo) MEDIANTE TÉCNICAS CITOGÉNÉTICAS*. Sangolquí, Ecuador. Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/20478/1/T-ESPE-039303.pdf>

Martínez, E. (1998). *Crecimiento , desarrollo y potencial productivo de la papaya (Carica papaya L.) variedad hawaiana en el caribe colombiano*. Medellín, Colombia. Recuperado el 25 de Abril de 2020, de <http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/16235351.1998.pdf>

Missouri Botanical Garden. (26 de Noviembre de 2018). *Tropicos.org*. Obtenido de <http://www.tropicos.org/Name/6100042>

Missouri, J. B. (15 de Junio de 2020). *Jardín Botánico de Missouri* . Obtenido de <https://www.missouribotanicalgarden.org/>

Mundo, J., & Serrani, D. (2012). *EXTRACCION DE LA ENZIMA PAPAINA DEL LATEX DE Carica papaya(PAPAYO) CULTIVADO EN EL PAIS Y SU APLICACIÓN EN CICATRICES TIPO QUELOIDE Y VERRUGAS*. San Salvador, El Salvador. Recuperado el 14 de 06 de 2020, de [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2300/1/Extracci%C3%B3n\\_dela\\_enzima\\_papaina\\_del\\_latex\\_de\\_Carica\\_papaya\\_%28payo%29\\_cultivado\\_en\\_el\\_pa%C3%ADs\\_y\\_su\\_aplicaci%C3%B3n\\_en\\_cicatrices\\_tipo\\_queloide\\_y\\_verrugas.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2300/1/Extracci%C3%B3n_dela_enzima_papaina_del_latex_de_Carica_papaya_%28payo%29_cultivado_en_el_pa%C3%ADs_y_su_aplicaci%C3%B3n_en_cicatrices_tipo_queloide_y_verrugas.pdf)

Naranjo, F. (2010). *Elaboración de mermelada y néctar a partir de la fruta andina chamburo, producida en la ciudad de Guaranda, provincial de Bolívar*. Ecuador.



Oliva, M., & Arévalo, V. (2010). *“Propagación botánica y evaluación del crecimiento de plantas de papayita andina Carica Pubescens en condiciones manejadas de vivero en el Distrito de Valera, Región Amazonas. Amazonas, Perú. Recuperado el 25 de Agosto de 2020, de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1262.pdf>*

Otiniano, A., Florián, L., & Sevillano, R. (2006). *Organic matter, importance, experiences and its role in agriculture. Perú.*

Prado, E. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de chamburo del cantón Montúfar, provincia del Carchi. Ecuador.*

Proaño, E. (2007). *Fitoquímica y agroindustrialización de dos genotipos de vasconcellea, chamburo (Vasconcellea cundinamarcensis V. Badillo) y toronche (Vasconcellea stipulata V. Badillo). Sangolquí, Ecuador. Recuperado el 20 de Marzo de 2019, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2537/1/T-ESPE-IASA%20I-003294.pdf>*

Ramírez, V. (2009). *Response of the lulo fruit cv. La Selva (Solanum quitoense x Solanum hirtum) at the aerobic organic and inorganic fertilizer applications. Colombia.*

Restrepo, J. (2007). *El a, b, c, de la agricultura orgánica y harina de rocas. Nicaragua. Recuperado el 30 de Diciembre de 2018, de [http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/EI\\_ABC\\_de\\_la\\_agricultura\\_organica\\_y\\_harina\\_de\\_rocas.pdf](http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/EI_ABC_de_la_agricultura_organica_y_harina_de_rocas.pdf)*



- Ribeiro da Cunha, A., Katz, I., De Pádua, A., & Martinez, R. (2015). *SPAD index according growth and development of lisianthus plants in relation to different nitrogen levels under protected environment*. Mococa, Brasil. Recuperado el 18 de Marzo de 2021, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292015000200012](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292015000200012)
- Ríos, W. (2015). *Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del sachá inchi (Piukenetia volubilis L.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de Daniel Alomía Robles, Huánuco*. Perú.
- Rivacoba, L., Vázquez, N., Suso, M., & Pardo, A. (2014). *Estimación del contenido de nitrógeno en hojas de coliflor por métodos de transmitancia y reflectancia*. Rioja. Recuperado el 18 de Marzo de 2021
- Rizo, A., Chavarría, H., & Vásquez, I. (2019). *Efecto de fertilización con harina de roca en parámetros morfológicos del crecimiento de Moringa oleifera Lam.* Esrelí, Nicaragua. Recuperado el 26 de Marzo de 2021, de <https://repositorio.unan.edu.ni/11279/1/19842.pdf>
- Rodríguez, J. (2017). *Caracterización del papayo silvestre (Carica papaya L.) en la cuenca Almendares-Vento*. Mayabeque, Cuba. Recuperado el 10 de Marzo de 2021, de <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3657/1/Caracterizaci%C3%B3n%20del%20papayo%20silvestre%20en%20la%20cuenca%20Almendares-Vento.%20p.1-77.pdf>



Rodríguez, M. (2015). *Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (Vigna unguiculata L. Walp sub-sp sesquipedalis L.), variedad Cantón 1 en huertos populares. Cuba.*

Salvatierra, M., & Jana, C. (2015). *Floral expression and pollen germination abiti in productive mountain papaya (Vasconcellea pbescens A. DC.) orchards. La Selena, Chile. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chiljar/v76n2/at01.pdf>*

Sarmiento, G., Amézquita, M., & Mena, L. (2019). *Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones. Arequipa, Peru. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n1/a06v10n1.pdf>*

Scheldeman, X. (2002). *VERSPREIDING EN POTENTIEEL VAN CHERIMOYA (ANNONA CHERIMOLA MILL.) EN HOOGLANDPAPAJA'S (VASCONCELLEA SPP.) IN ECUADOR. Ecuador. Recuperado el 23 de Abril de 2020, de <https://tropicallab.ugent.be/xavierphd.pdf>*

Suarez, A. (2015). *ADAPTABILIDAD DEL CULTIVO DE BABACO (Carica pentagona), CON DOS FERTLIZANTES QUÍMICOS EN DIFERENTES DOSIS EN LA FINCA SAN VICENTE DE CHACA DEL CANTÓN, PANGUA COTOPAXI, AÑO 2013. Cotopaxi, Ecuador. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3523/1/T-UTC-00800.pdf>*

Torres, L. (2013). *EVALUACIÓN DE 6 ABONOS ORGÁNICOS, COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN TRADICIONAL EN EL CULTIVO DE ROSAS (Rosa sp) VARIEDAD FREEDOM EN LA "EMPRESA*



ANNIROSES S.A." TABACUNDO - ECUADOR 2012. Quito, Ecuador.

Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de [https://dspace.ups.edu.ec › bitstream › UPS-YT00109](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/UPS-YT00109)

UICN. (15 de Junio de 2020). *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*. Obtenido de <https://www.iucn.org/es>

Valdés, A. (2015). *Contenido de nitratos en lechuga (Lactuca sativa L.) cultivada en la 3a Zona de riego del río Mendoza*. Mendoza, Argentina. Recuperado el 18 de Marzo de 2021, de [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6681/tesis-brom.-anala-valds.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6681/tesis-brom.-anala-valds.pdf)

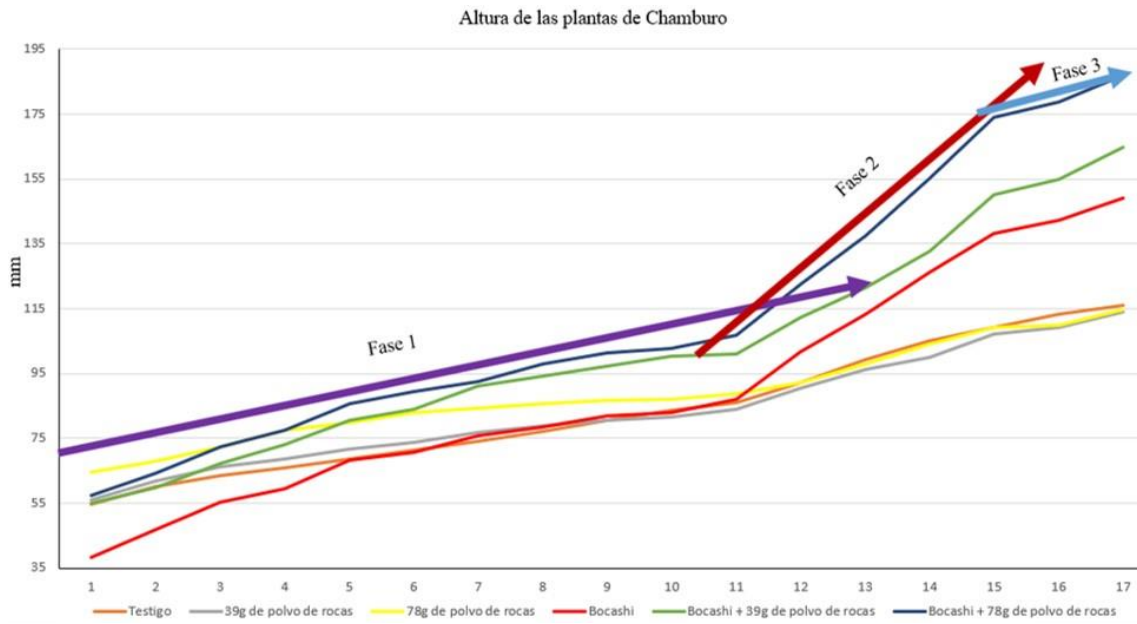
Vallejo, M. (2010). *Diversidad biológica del Ecuador*. Ecuador.

Vidal, L. V., Finot, V. L., Mora, K., & Venegas, F. A. (2009). Características Físico-Químicas del Látex de Papayuelo (*Vasconcellea cundinamarcensis* Badillo, *Caricaceae*). Chillán, Chile. Recuperado el 27 de junio de 2020, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642009000600012#tb2](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000600012#tb2)

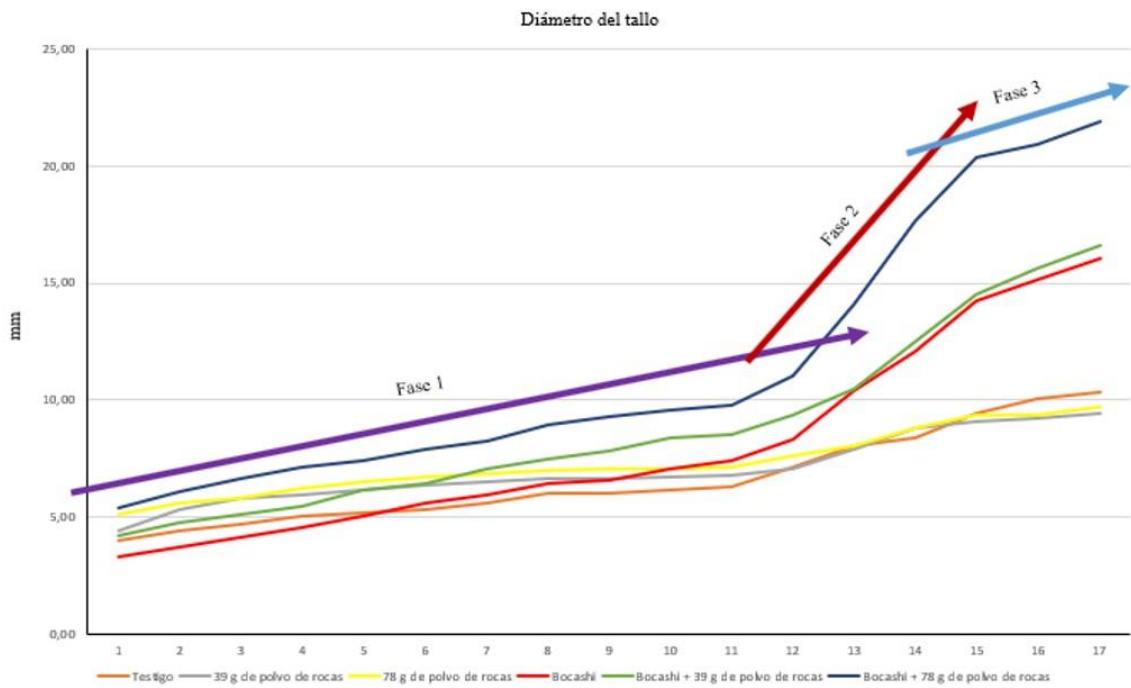




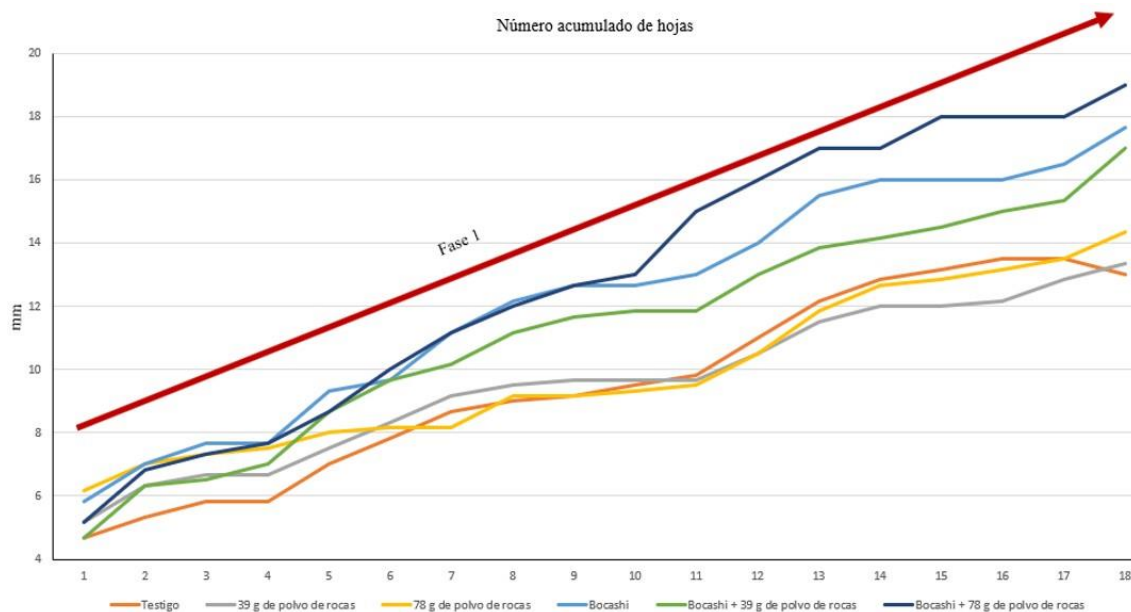
Anexo 2: Aumento de altura del chamburo durante los 6 meses de estudio.



Anexo 3: Incremento del diámetro del chamburo durante los 6 meses de evaluación.



Anexo 4: Aumento del número de hojas de chamburo durante los 6 meses de evaluación.



Anexo 5: Modelación de las fases del aumento del área foliar del chamburo.

Tratamientos	Fase de adaptación o LAG		Fase exponencial o lineal	
	Ecuación lineal	R2	Ecuación lineal	R2
<b>Testigo</b>	$y = -0,2841x + 7,9389$	0,3887	$y = 2,0695x + 6,2296$	0,9159
<b>Suelos + 39gr de polvo de rocas</b>	$y = -0,9801x + 12,494$	0,6475	$y = -0,0644x + 11,396$	0,0019
<b>Suelos + 78gr de polvo de rocas</b>	$y = -0,5606x + 10,959$	0,4355	$y = 0,6642x + 8,6294$	0,9352
<b>Suelo + Bocashi</b>	$y = 0,1288x + 9,8706$	0,0675	$y = 4,4015x + 21,706$	0,9936
<b>Suelos + Bocashi + 39gr de polvo de rocas</b>	$y = -0,5068x + 12,966$	0,3527	$y = 7,9069x + 9,5009$	0,9857
<b>Suelos + Bocashi + 78gr de polvo de rocas</b>	$y = 2,0359x + 5,0353$	0,8003	$y = 9,1741x + 15,185$	0,9715

## Anexo 6: Análisis del polvo de rocas

	<b>LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES</b> Vía Interconélica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Telef: (02) 3828860 ext. 2081	PGT/1/09-FO01  Rev. 6 Hoja 1 de 1
	INFORME DE ANÁLISIS	

**DATOS DEL CLIENTE**  
 Informe N°: LN-F-E19-0578  
 Fecha emisión informe: 13/11/2019

**DATOS DEL CLIENTE**  
 Persona o Empresa solicitante: SR. DIEGO UYAGUARI  
 Teléfono: 0995812735  
 Dirección: Max Uhle y José de San Martín  
 Correo Electrónico: diego.uygauri@guacuna.edu.ec  
 Provincia: Azuay  
 Cantón: Guacuna  
 N° Orden de Trabajo 01-2018-708  
 N° Factura/Memorando: 003-001-1552

**DATOS DE LA MUESTRA:**  
 Tipo de muestra: Fertilizante sólido orgánico  
 Conservación de la muestra: Envase apropiado  
 Lote: ---  
 Tipo de envase: bolsa plástica  
 Provincia: Azuay  
 Datos de: ---  
 Cantón: Guachapala  
 Formador: ---  
 Parroquia: Guachapala  
 Fabricante: ---  
 País de Origen: ---  
 Responsable de toma de muestra: Sr. Diego Uygauri  
 Fecha de inicio de análisis: 09/11/2019  
 Fecha de recepción de la muestra: 30/10/2019  
 Fecha de finalización de análisis: 13/11/2019

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	RESULTADOS DEL ANÁLISIS					
		PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FECHA TÉCNICA)	
F19054	TGR1	N	PEE/1/6	%	0.74	---	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PEE/1/4	%	0.28	---	
		K <sub>2</sub> O	PEE/1/9	%	0.99	---	
		CaO	PEE/1/1	%	1.86	---	
		MgO	PEE/1/11	%	0.78	---	
		Fe	PEE/1/12	%	1.67	---	
		Cu	PEE/1/13	%	<0.0027	---	
		Zn	PEE/1/11	%	0.024	---	
		Mn	PEE/1/11	%	0.24	---	
		Mo	PEE/1/20	%	<0.0005	---	
		Al	PEE/1/20	%	0.54	---	
		Na	PEE/1/21	%	<0.0010	---	
		Co	PEE/1/21	%	<0.00001	---	
		MU	PEE/1/09	%	23.07	---	
		pH	PEE/1/15	1:100	8.23	---	
CE	PEE/1/15	µS/cm 1:100	192.2	---			

**RECIBIDO**  
 TUMBACO - ECUADOR  
 14 NOV 2019  
 Laboratorio de Calidad de Fertilizantes  
 Ing. Melba Rosa  
 Responsable Técnico

**AGROCALIDAD**  
 CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES  
 TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado correspondiente únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.  
 Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

## Anexo 7: Análisis del bocashi

	<b>LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES</b> Vía Interconélica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Telef: (02) 3828860 ext. 2081	PGT/1/09-FO01  Rev. 6 Hoja 1 de 1
	INFORME DE ANÁLISIS	

**DATOS DEL CLIENTE**  
 Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-17-003 Informe N°: LN-F-E19-0579  
 Fecha emisión informe: 13/11/2019

**DATOS DEL CLIENTE**  
 Persona o Empresa solicitante: SR. DIEGO UYAGUARI  
 Teléfono: 0995812735  
 Dirección: Max Uhle y José de San Martín  
 Correo Electrónico: diego.uygauri@guacuna.edu.ec  
 Provincia: Azuay  
 Cantón: Guacuna  
 N° Orden de Trabajo 01-2018-708  
 N° Factura/Memorando: 003-001-1552

**DATOS DE LA MUESTRA:**  
 Tipo de muestra: Fertilizante sólido inorgánico  
 Conservación de la muestra: Envase apropiado  
 Lote: ---  
 Tipo de envase: bolsa plástica  
 Provincia: Azuay  
 Datos de: ---  
 Cantón: Guachapala  
 Formador: ---  
 Parroquia: Guachapala  
 Fabricante: ---  
 País de Origen: ---  
 Responsable de toma de muestra: Sr. Diego Uygauri  
 Fecha de inicio de análisis: 09/11/2019  
 Fecha de recepción de la muestra: 30/10/2019  
 Fecha de finalización de análisis: 13/11/2019

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	RESULTADOS DEL ANÁLISIS					
		PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FECHA TÉCNICA)	
F19055	T7R1	N	PEE/1/4	%	1.30(0.04) <sup>1</sup>	---	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PEE/1/4*	%	0.18	---	
		K <sub>2</sub> O	PEE/1/9*	%	0.18	---	
		CaO	PEE/1/11*	%	2.99	---	
		MgO	PEE/1/11*	%	3.12	---	
		Fe	PEE/1/12	%	3.7488(±0.208) <sup>1</sup>	---	
		Cu	PEE/1/13	%	<0.0003	---	
		Zn	PEE/1/11	%	<0.0003	---	
		Mn	PEE/1/11	%	0.67	---	
		Mo	PEE/1/20*	%	<0.0005	---	
		Al	PEE/1/20*	%	0.47	---	
		Na	PEE/1/21*	%	<0.0010	---	
		Co	PEE/1/21*	%	<0.0001	---	
		MU	PEE/1/09*	%	6.14	---	
		pH	PEE/1/15*	1:10	9.02	---	
CE	PEE/1/15*	µS/cm 1:10	94.38	---			

**RECIBIDO**  
 TUMBACO - ECUADOR  
 14 NOV 2019  
 Laboratorio de Calidad de Fertilizantes  
 Ing. Melba Rosa  
 Responsable Técnico

**AGROCALIDAD**  
 CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES  
 TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado correspondiente únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.  
 Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

## Anexo 8: Pruebas de germinación previas al Inicio de la tesis



## Anexo 9: Preparación del Invernadero





Anexo 10: Preparación del polvo de rocas



Anexo 11: Trasplante



Anexo 12: Toma de datos con calibrador



Anexo 13: Medición del Contenido de clorofila de las hojas



Anexo 14: Prueba de Materia orgánica del suelo



Anexo 15: Prueba de Capacidad de campo del suelo



Anexo 16: Prueba de Ph y C.E. suelo



Anexo 17: plantulas al momento de iniciar la tesis y plantulas finales.



Anexo 18: análisis de Materia seca de los diferentes tratamiento y órganos de las unidades experimentales





Anexo 19: Tratamiento 1 final



Anexo 20: Tratamiento 2 final



Anexo 21: Tratamiento 3 final



Anexo 22: Tratamiento 4 final



<p>Anexo 23: Tratamiento 5 final</p>	<p>Anexo 24: Tratamiento 6 final</p>
<p>Anexo 25: Tratamiento 7 "tratamiento químico" perdido por pudrición de raíz</p>	<p>Anexo 26: Comparación del tratamiento 6 con el tratamiento 4 y testigo en hojas</p>
<p>Anexo 27: Comparación del tallo de los tratamientos 6, tratamiento 4 y testigo</p>	<p>Anexo 28: Comparación de la raíz de los tratamientos 6, tratamiento 4 y testigo</p>



Anexo 30: Resultados finales

