



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA
AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA

**Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo
(*Coffea arábica*) en etapa de vivero.**

AUTORA

Josselyn Stefanía Moreno Quinto

TUTOR

Ing. Alfredo Valverde Lucio Mg. GPSP.

JIPIJAPA - MANABÍ - ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

En calidad de Tutor, Certifico que el trabajo de titulación mencionado proyecto de investigación titulado "**Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero**", es original, siendo su autora la Sra. **Josselyn Stefania Moreno Quinto**, egresada de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, trabajo elaborado de acuerdo a las normas técnicas de investigación y en base a las normativas vigentes de la Universidad, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias Universitarias correspondiente.



Ing. Alfredo Valverde Lucio MG.GPSP
TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo
(*Coffea arábica*) en etapa de vivero”**

Sometida a consideración de la Comisión de titulación de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

APROBADO POR EL TRIBUNAL DE LA COMISIÓN DE TITULACIÓN

Dr. Alfredo González Vásquez Mg. DUIE. _____

Presidente del tribunal

Ing. Máximo Vera Tumbaco Mg. Sc. _____

Miembro del tribunal

Ing. Alfredo Lesvel Castro Landin Ms. C. _____

Miembro del tribunal

Ing. Carlos Castro Piguave Mg. Sc. _____

Miembro del tribunal

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación menciono proyecto de investigación, cuyo tema es "**Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero**", corresponde a la egresada Sra. **Josselyn Stefania Moreno Quinto**, exclusivamente y los derechos patrimoniales a la Universidad Estatal del Sur de Manabí.



Josselyn Stefania Moreno Quinto

DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mi hijo, Cristhian Xavier A. Moreno, para que vea en mí un ejemplo a seguir.

A personas muy a llegadas, gracias por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

Josselyn Stefanía Moreno Quinto

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades.

Mis agradecimientos al Ing. Alfredo Valverde Lucio MG.GPSP por haberme recibido en su grupo de investigación por sus consejos y su gran sabiduría y paciencia, apoyo y animo que me brindo durante mi estancia donde eh podido tener la oportunidad de aprender y acabar una parte de este trabajo.

Josselyn Stefanía Moreno Quinto

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	ii
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO.....	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iv
DEDICATORIA.....	v
RECONOCIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMMARY	xi
I. Antecedentes	1
II. Justificación.....	4
III. Planteamiento del Problema	6
3.1.- Formulación del problema.....	6
3.2.- Delimitación del problema	6
3.3.- Situación Actual del problema	6
IV. Objetivos.....	8
4.1. Objetivo general	8
4.2. Objetivos específicos.....	8
V. Variables	8
5.1. Variable independiente	8
5.2. Variable dependiente	8
VI. Marco teórico.....	9
6.1. Desarrollo de la planta de café.....	8
6.2. Generalidades del cultivo de café arábigo.....	16
6.3. Semillero.....	16
6.3.1. Construcción de semillero.....	17
6.3.2. Trasplante del semillero a la bolsa de polietileno	16
6.4. Establecimiento de semillero - vivero.....	18
6.5. Establecimiento del vivero	19
6.6. Fertilización en vivero de café.....	19
6.7. Cuidados del vivero	20
6.8. Bioestimulantes.....	20
6.9. Clasifican los bioestimulantes	23

6.10.1. Starlite.....	25
6.10.2. Humega.....	26
6.10.3. Evergreen	28
6.10.4. Urea.....	33
6.10.5. Micorriza	34
6.11. Materia seca y su relación con el contenido de nitrógeno	35
6.12. Absorbancia de clorofila	35
6.13 Trabajos similares realizados	36
VII. Materiales y métodos	39
A. Materiales.....	40
B. Métodos.....	40
1. Ubicación	40
2. Factores en estudio	42
3. Tratamientos	42
4. Diseño experimental.....	42
5. Características del experimento	43
6. Análisis estadístico	43
7. Variables a ser evaluadas	44
8. Manejo específico de la investigación	45
7. Resultados experimentales.....	51
8. Discusión.....	59
9. Conclusiones	62
10. Recomendaciones	63
11. Bibliografía	64
ANEXOS	69
ANEXO 1. Cronograma	70
ANEXO 2. Presupuesto	71

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	TITULO DE CUADRO	PAG
1	Resultado de análisis de laboratorio	50
2	Análisis de la Varianza	52
3	Medidas resumen	53
4	Correlación de Pearson	53
5	Prueba de Duncan a nivel Morfológico	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	TITULO DE GRAFICO	PAG
1	Prueba de Tukey Humedad	51
2	Prueba de Tukey Materia seca	51
3	Prueba de Tukey Proteína	52
4	Prueba de Tukey Clorofila	53
5	Correlación Clorofila-Proteína	54
6	Correlación Clorofila-Materia Seca	54
7	Línea de tendencia Altura	55
8	Línea de Tendencia N° de hojas	56

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de bioestimulantes en el desarrollo de las plantas de café arábigo en etapa de vivero. Los objetivos específicos fueron: Evaluar el comportamiento fisiológico del *café arábigo* a la aplicación de bioestimulantes, determinar el bioestimulante que incide en una mejor absorción de clorofila y su relación con el contenido de proteína, e identificar el bioestimulante que propicie mayor desarrollo morfológico. La metodología utilizada fue experimental, empleando para la definición de resultados el diseños experimental completamente al azar, y en el tercer objetivo se aplicó un arreglo factorial ya que se consideraron medidas repetidas en el tiempo; se aplicó la prueba de significación de Duncan. Los resultados obtenidos a nivel fisiológico, establecieron diferencia significativa entre tratamientos a nivel de materia seca (MS), humedad y nitrógeno (N), presentando a los bioestimulantes starlite y Evergreen como los mejores a nivel de MS, y al Humega y Evergreen de contenido de N, se estableció que existió mejor respuesta a asimilación de clorofila por parte de todos los bioestimulantes, superando de manera general a la urea, siendo los mejores Micorriza y starlite, se ratificó así mismo la correlación entre el N y la Clorofila. En lo referente al desarrollo morfológico se tomaron en consideración las variables: número de hojas, altura de planta y diámetro de tallo, el análisis de línea de tendencia, de altura y N° de hojas, encontró mejor respuesta del Humega y de la urea, y mediante prueba de significación se pudo apreciar mejor respuesta morfológica en la urea, y a nivel de bioestimulantes el Humega y la micorriza, todos entre los 90 y 120 días.

Palabras Claves: Materia seca, clorofila, nitrógeno, correlación, tiempo

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of biostimulants on the development of arabica coffee plants nursery stage. The specific objectives were: To evaluate the physiological behavior of Arabica coffee to the application of biostimulants, determine the biostimulant that affects better chlorophyll absorption and its relation with protein content, and identify the biostimulant that promotes greater morphological development. The methodology used was experimental, using for the definition of results the experimental designs completely at random, and in the third objective was applied a factorial arrangement since they were considered repeated measures in time; the Duncan significance test was applied. The results obtained at a physiological level, established a significant difference between treatments at the dry matter (DM), humidity and nitrogen (N) level, presenting the starlite and Evergreen bioestimulants as the best ones at the MS level, and the Humega and Evergreen content. from N, it was established that there was a better response to assimilation of chlorophyll by all biostimulants, generally surpassing urea, being the best Micorriza and starlite, the correlation between N and Chlorophyll was also confirmed. Regarding morphological development, the following variables were taken into account: number of leaves, plant height and stem diameter, trend line analysis, height and number of leaves, found a better response of Humega and urea, and by means of significance test, morphological response in urea could be appreciated, and at the level of biostimulants, the Humega and the mycorrhiza, all between 90 and 120 days.

Key Words: Dry matter, chlorophyll, nitrogen, correlation, time

I. Antecedentes

La producción de café en el Ecuador ha presentado un comportamiento variable en los últimos quince años. Durante el período 2002-2011 se observó una tendencia principalmente creciente, la cual mostró un *cambio* drástico en el año 2012, ya que se produjo una caída significativa del 69% respecto al año 2011. Este comportamiento fue ocasionado por el descenso de la superficie plantada en 8% y la caída del rendimiento en 62%, en el mismo periodo de tiempo. La avanzada edad de las plantaciones y su renovación fueron las principales causas de este declive productivo (Monteros , 2016).

A partir del año 2013, la productividad del cultivo ha presentado signos de recuperación gracias a las políticas ejecutadas en su beneficio y de los agricultores. Es así, que para el año 2015 la producción de café se ubicó en 5 mil toneladas, con un rendimiento de 0.12 toneladas por hectárea (grano oro). En el mismo año, el cultivo de café está presente en 21 provincias del país, de las cuales las principales son Manabí, Sucumbíos, Orellana y Loja; concentrando el 87% de la superficie sembrada (Monteros , 2016).

Los bioestimulantes proporcionan incrementos adicionales a los rendimientos de los cultivos. Ayudan a los cultivos a asimilar nutrientes gracias a los bioestimulantes, las plantas obtienen nutrientes capaces de reducir los impactos no deseados en el medio ambiente, a la vez que aseguran que los agricultores tengan un mayor retorno en sus inversiones. Mejoran la calidad de los cultivos: Con su uso, el cultivo tiene una mayor calidad (contenido en azúcares, color, firmeza y absorción de nutrientes) (Ormeño & Ovalle, 2007).

De acuerdo a lo anterior, se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un conjunto de compuestos heterogéneos con base del carbono, y formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos. Una pequeña fracción de la materia orgánica está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc., y hacen parte también de las llamadas sustancias húmicas, que son una serie de compuestos de alto peso molecular (Restrepo *et. al.*, 2014)

Investigación realizada en México donde se evaluó la respuesta de las plantas de café en etapa de vivero, manejadas bajo el enfoque ecológico, a la utilización de tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono) empleados bajo diferentes proporciones (25%, 50%, 75% y 100%), indican que los abonos orgánicos composta y bocashi mostraron los mejores beneficios en la producción de plantas de café en la etapa de vivero, sobresaliendo las proporciones de 25% y 50%. Para el número de hojas la proporción que acumuló la mayor cantidad fue 50% de composta; para esta misma proporción se cuantificó el mayor peso seco y verde de raíz, tallo y hojas, por lo que se considera como uno de los tratamientos más pertinentes para la producción de plántulas de café en la etapa de vivero (Aguilar *et. al.*, 2016).

Diversos estudios señalan, que para el manejo adecuado del cultivo se debe empezar desde el establecimiento en el vivero, ya que para la instalación al campo se debe garantizar plantas de buena arquitectura, vigorosas y libres de plagas y enfermedades (Castellón, *et al.*, 2000). Sin embargo a pesar de lo citado son pocos los productores que siembran su propio vivero, lo que sin lugar a dudas es una de las causas por la cual tienen problemas de baja productividad, pues la mayoría de productores de plantas no realizan un buen manejo, utilizan fundas pequeñas, sustrato de mala calidad, fertilización inadecuada, mala calidad de la semilla, entre otros aspectos que afectan la calidad de la planta.

Los factores que permitieron a los productores de café Arábigo obtener estos resultados son el uso de las variedades: Sarchimor (18%), Caturra (17%) y Catuai (14%) y la obtención de características productivas adecuadas en la planta de café como son: 1.37 eje productivo, 15.15 ramas, 4.71 nudos por rama y 3.87 frutos por nudo. Para el caso del café Robusta, las características productivas más destacadas fueron: el uso de una densidad de 984 plantas por hectárea, la siembra de la variedad NP 305 (65%) y la obtención de características sobresalientes en la planta de café como son: 2.29 ejes productivos, 19.77 ramas, 6.63 nudos por rama y 12.77 frutos por nudo (Monteros, 2016).

En el cantón Jipijapa se realizó una investigación en viveros de café arábigo donde se determinó que el mejor abono orgánico utilizado en viveros de café para mejorar la calidad de las plantas antes del trasplante fue el fertilizante orgánico micro plus que posee como Ingrediente Activo Nitrógeno 10.2%, Fosforo 4.2%, Potasio 7.2%, magnesio 2%, Zinc 35 ppm, Cobre 40 ppm, Hierro 95 ppm, Molibdeno 5 ppm, Boro 20 ppm. Además se indicó que las características agronómicas de las plantas de café presentaron a los 180 días después del trasplante una altura de planta entre 17 y 18 cm, un diámetro de tallo 0.375 cm y una longitud de raíz al momento del trasplante de 20 cm (Acuña, 2013).

II. Justificación

La importancia de los fertilizantes en la agricultura moderna es un hecho. Pero cada vez comienzan a ganar más importancia los compuestos naturales, también llamados Biofertilizantes o Bioestimulantes. Los agricultores han visto en estos productos una nueva forma de hacer sus cultivos más productivos a la vez que combaten y previenen enfermedades y situaciones de estrés. Sin duda, se han convertido en soluciones totalmente naturales que ganan cada día más adeptos en el campo agrícola la cual beneficiamos nuestra salud y el medio ambiente.

La definición del Dr. Patrick Du Jardín es la más aceptada y distribuida a nivel internacional y menciona que “Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia”. Por extensión, también se considera como un bioestimulante vegetal a los productos comerciales que contienen mezclas de estas sustancias o microorganismos (www.intagri.com. 2018).

Además de los bioestimulantes orgánicos también son utilizados los fertilizantes químicos que de acuerdo a su composición ayudan al desarrollo de las plantas y potenciar su desarrollo y producción, destacan los que aportan nitrógeno que es lo que más demanda las plantas especialmente en la etapa de desarrollo.

La utilización de los nutrientes ya sea aplicado de manera química u orgánica ayuda a mejorar el desarrollo de las plantas especialmente cuando están en semilleros o viveros lo que permite tener plantas con buen desarrollo radicular y foliar para ser llevadas al lugar definitivo y potenciar su desarrollo según su estado fenológico en que se encuentran que redundara en acelerar el proceso de desarrollo y fructificación.

Los bioestimulantes favorecen el crecimiento y el desarrollo de las plantas durante todo el ciclo de vida del cultivo, desde la germinación hasta la madurez de las plantas, mejorando la eficiencia del metabolismo de las plantas

obteniéndose aumentos en los rendimientos de los cultivos y la mejora de su calidad; implementando la tolerancia de las plantas a los esfuerzos abióticos y la capacidad de recuperarse de ellos; facilitando la asimilación, el paso y el uso de los nutrientes; aumentando la calidad de la producción agrícola, incluyendo el contenido de azúcares, color, tamaño del fruto, etc., regulando y mejorando el contenido de agua en las plantas y aumentando algunas propiedades físico-químicas del suelo y favoreciendo el desarrollo de los microorganismos del suelo (www.biostimulants.eu, 2014).

La investigación se llevó a efecto porque con la tendencia actual del uso de abonos o bioestimulantes orgánicos en la producción agropecuaria es necesario darle a los productores cafetaleros alternativas de productos que no contamine el ambiente ni la salud de las personas y más bien fortalezca el desarrollo de las plantas de café en las diferentes áreas de la zona sur de Manabí. Los beneficiarios de la investigación serán los productores cafetaleros de la zona sur de Manabí y toda su área de influencia donde el café está retornando a ser el principal rubro de producción dentro de las fincas.

Las nuevas necesidades de producción y la búsqueda de un mayor beneficio por parte de los agricultores, ha conseguido que el uso de bioestimuladores gane importancia cada día para el tratamiento de los cultivos. Por un lado el fortalecimiento de las plantas consigue aprovechar al máximo los aportes de fertilizantes tradicionales, obteniendo una reducción notable en la aplicación de los mismos. Esta mejora significativa de la calidad natural de las cosechas se convierte en producciones más ecológicas, acordes con los actuales gustos del consumidor, permitiendo incluso reducir sus costos.

III. Planteamiento del Problema

3.1.- Formulación del problema

¿Cómo la Aplicación de bioestimulantes en incide en la producción de plantas de café (*Coffea arábica*) en etapa de vivero?

3.2.- Delimitación del problema

Contenido: Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero

Clasificación: Experimental agronómica

Espacio: kilómetro 56^{1/2} vía a Santa Lucia del Cantón Daule.

Tiempo: marzo – agosto del 2018

3.3.- Situación Actual del problema

La etapa de crecimiento es fundamental para todo ser vivo, y las plantas de café no son la excepción, es por eso que atender su etapa de germinación y crecimiento en vivero es fundamental. Es común encontrar en muchos viveros de café, plantas con deficiencias nutricionales, raquíticas y con alta probabilidad de tener un limitado desarrollo en el campo definitivo, una de las razones por la cual la producción en nuestra zona se ha venido de más a menos. La Aplicación de bioestimulantes para el desarrollo de plantas de *café arábigo* (*Coffea arábica*) en etapa de vivero podría contribuir a que la planta asimile de manera apropiada los nutrientes que requiere para su desarrollo.

La mayoría de los productores descuidan aspectos fundamentales a nivel fisiológico, en gran medida debiéndose a desconocimiento del manejo técnico dentro del vivero, particularmente sobre las necesidades nutritivas de la planta, lo que provoca que se recurra de manera deliberada a fertilizantes químicos de los que se conoce muy poco y que el agricultor solo aplica por inercia o porque lo escucho

Se investigan diversos bioestimulantes en etapa de vivero del café arábigo (*Coffea arábica*), tomando en cuenta respecto a la demanda que tiene el cultivo en sus diversas etapas fenológicas. Sin embargo, casi nunca se piensa en el

órgano fundamental para la absorción de nutrientes de la planta que es la raíz, la mitad oculta el número de hojas, diámetro del tallo, clorofila. Sin raíces que absorban el agua y nutrientes primarios y secundarios hacia las partes aéreas, no se obtendrían buenos rendimientos. Entre más grande y extenso sea el sistema radicular, más carga va permitir soportar al cultivo, permitiendo subir los rendimientos y ganancias.

Al estar limitado el libre acceso a los nutrientes las plantas presentan un escaso desarrollo del área foliar y radicular lo que conlleva que las plantas estén más tiempo en el vivero hasta lograr obtener un tamaño adecuado para su trasplante lo que redundara en encarecer los costos de producción de plantas en vivero.

Muchas plantas presentan deficiencia radicular, lo cual provoca que la planta detenga su crecimiento y desarrollo. Muchas veces estas plantas al trasplantarlas al campo definitivo se mueren ya que no tienen la capacidad de absorber agua y los nutrientes que necesita, por falta de raíces, lo que hace que se presente una pérdida económica. La finalidad de la utilización de bioestimulantes contribuye al aumento de índices productivos con la finalidad de reducción de costos y obtener un producto de calidad y orgánico.

IV. Objetivos

4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de bioestimulantes en el desarrollo de las plantas de *café arábigo* (*Coffea arábigo*) en etapa de vivero.

4.2. Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento fisiológico (contenido de nitrógeno) de *café arábigo* (*Coffea arábigo*) a la aplicación de bioestimulantes en etapa de vivero.

Determinar el bioestimulante que incide en una mejor absorción de clorofila y su relación con el contenido de proteína.

Identificar el bioestimulante que propicie mayor desarrollo morfológico en plántulas de *café arábigo* (*Coffea arábigo*) en etapa de vivero.

V. Variables

5.1. Variable independiente

Aplicación de bioestimulantes

5.2. Variable dependiente

Desarrollo de plantas de *café arábigo* (*Coffea arábigo*) en etapa de vivero

VI. Marco teórico

6.1. Desarrollo de la planta de café

Morfología de las plantas de café

El cafeto, es una planta gimnosperma, leñosa, perennifolia, de producción bianual que prefiere crecer bajo sombra. Para describirlo, se partirá del centro de interés que es el fruto y específicamente la semilla. (www.fundesyram.info. 2013).

La semilla

Ésta consta de dos núcleos, cada uno de ellos con un grano de café con forma plana-convexa, el grano de café está encerrado en un casco semirrígido transparente, de aspecto apergaminado, que corresponde a la pared del núcleo. Una vez retirado, el grano de café verde se observa rodeado de una piel plateada adherida, que se corresponde con el tegumento de la semilla (www.fundesyram.info. 2013).

El fruto

El fruto de cafeto es una drupa poliesperma, es carnoso, de color verde al principio; pero al madurar rojo o púrpura, raramente amarillo, llamado cereza de café, es de forma ovalada o elipsoidal ligeramente aplanada.

Las partes del fruto del interior al exterior son:

- 1- Embrión - localizado en la superficie convexa de la semilla, orientado hacia el extremo en forma puntiaguda y conformada por un hipócotilo y dos cotiledones.
- 2- Endospermo: La semilla propiamente constituida.
- 3- Espermoderma: (Película plateada), envuelve la semilla (integumento seminal).
- 4 Endocarpio: (Pergamino, cascarilla), cubierta corácea de color crema a marrón que envuelve la semilla.

5- Mesocarpio: (Mucílago, baba), de consistencia gelatinosa y color cremoso.

6- Epicarpio: (Cutícula, cáscara, pulpa), de color rojo o amarillo en su madurez, jugoso y envuelve todas las demás partes del fruto (academic.uprm.edu, 2018).

El cafeto posee una inflorescencia llamada Pacaya. La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee flores pequeñas, de color blanco y de olor fragante en número variado. (En los arábigos es de dos a nueve y en los robustoides de tres a cinco. Como regla general se forman en la madera o tejido producida el año anterior). Los cinco pétalos de la corola se unen formando un tubo, El número de pétalos puede variar de cuatro a nueve dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en cuatro a cinco sépalos (academic.uprm.edu, 2018).

Las yemas florales nacen en las axilas de las hojas, en las ramas laterales; aparecen a los dos o tres años según la variedad. Estas yemas tienen la capacidad de evolucionar en ramificaciones. La florecida alcanza su plenitud el cuarto o quinto año (academic.uprm.edu, 2018).

Las hojas

Es necesario garantizarle a la planta un follaje sano y abundante durante todo su ciclo de vida, debido a que en las hojas se lleva a cabo la fotosíntesis. Las hojas del cafeto tienen una duración promedio de 350 días. No obstante, puede ocurrir una alta defoliación la cual coincide generalmente con el final de las épocas de cosecha. También es importante considerar que la planta de café es muy susceptible a las defoliaciones, especialmente durante la época de crecimiento y llenado de los frutos, que comienza dos meses después de la floración y se extiende hasta un mes antes de la maduración de la cosecha (www.cenicafe.org. 2013).

Las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior. La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las

venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de tres a seis pulgadas de largo. La vida de las hojas en la especie arábica es de siete a ocho meses mientras que en la canéphora es de siete a diez meses. La cantidad y distribución de follaje dependerá de la cantidad de sombra que posee el cafetal en el campo (www.fundesyram.info. 2013).

Las hojas nacen en la parte terminal del tallo y en las ramas o bandolas laterales. Crecen en disposición opuesta, son de forma elíptica (Hidalgo, 2015).

Las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior. La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de 3 a 6 pulgadas de largo. La vida de las hojas en la especie arábica es de 7 a 8 meses mientras que en la canephora es de 7 a 10 meses (Monroig, 2016).

Ramas

Las ramas laterales primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas en el tallo central. Estas ramas se alargan continuamente y son producidas a medida que el eje central se alarga y madura. El crecimiento de éstas y la emisión de nuevas laterales en forma opuesta y decusada van dando lugar a una planta de forma cónica. Las ramas primarias plagiotrópicas dan origen a otras ramas que se conocen como secundarias y terciarias. En estas ramas se producen hojas, flores y frutos. A excepción de algunas especies, en el tronco o tallo del C. arábica normalmente se producen sólo yemas vegetativas, nunca flores ni fruto (Monroig, 2016).

Si a una rama lateral se poda su ápice, no se induce la formación de otras ramas laterales en la misma axila, o sea, no tiene poder de renovación. En el caso de la propagación vegetativa, si se enraíza o se injerta una rama ortotrópica se obtiene una planta normal; de lo contrario, si fuere una rama plagiotrópica obtendríamos una planta baja y compacta con sólo ramas laterales. Es decir, que una rama plagiotrópica no da origen a una rama

ortotrópica. Esta diferencia es de mucha importancia práctica cuando se propaga por injertos o esquejes y cuando se aplican los sistemas de poda. La eliminación del ápice de crecimiento de una rama lateral puede inducir al desarrollo de ramas secundarias y terciarias (Monroig, 2016).

El tallo

El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. En los primeros nueve a 11 nudos de una planta joven sólo brotan hojas; de ahí en adelante ésta comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o plagiotrópico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente. La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Usualmente esta yema solo desarrolla si el tallo principal se ha decapitado, podado o agobiado (www.fundesyram.info, 2013).

El crecimiento vertical u ortotrópico es originado por una zona de crecimiento activo o plúmula en el ápice de la planta que va alargando a ésta durante toda su vida, formando el tallo central, nudos y entrenudos (Monroig, 2016).

La muerte de la yema apical causada por ataque de enfermedades, insectos, deficiencias nutricionales u otros, pueden causar la activación de las yemas accesorias a formar nuevos brotes que sustituirán al original. Las yemas crecen primero en sentido horizontal, luego se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica que a su vez forma hojas y ramas laterales. No es hasta que el tejido del tallo principal o sustituto (según sea el caso) se vuelve lo suficiente maduro que se emiten las ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no hay hojas se forman yemas que al podar o doblar el tallo brota de esos nuevos chupones que sustituyen el anterior. En resumen puede concluirse que el café exhibe un dimorfismo único en su crecimiento vegetativo (Monroig, 2016).

Si la yema apical muere por causa de enfermedades, ataque de insectos o deficiencias nutricionales puede iniciarse la activación de las yemas accesorias y forman nuevos brotes. Las yemas crecen primero en sentido horizontal, luego se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica que a su vez forma hojas y ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no hay hojas se forman yemas. Al podar o doblar el tallo, de esas yemas brotan nuevas estructuras llamadas chupones que sustituyen el tallo podado (www.fundesyram.info. 2013).

El tallo está formado por un tallo central en cuyo extremo se encuentra la “yema” terminal u ortotrópica”, que es la responsable del crecimiento vertical, formando nudos y entrenudos (Hidalgo, 2015).

La raíz

La mayor cantidad de raíces activas del cafeto se encuentra muy cerca de la superficie del suelo, en los primeros 10 cm de profundidad, y se extiende entre 1 y 1,5 m desde el tronco. En los primeros 30 cm de profundidad se encuentra el 86% de las raíces absorbentes y un 89,9% de las raíces totales del cafeto. Esto significa que la planta necesita buena disponibilidad de agua y nutrimentos a esta profundidad del suelo, por lo que se explica además, la efectividad de la fertilización al voleo. Las raíces vivas son de color café claro en su superficie externa y blanca en su interior (www.cenicafe.org/, 2013).

La formación de un buen sistema radical inicia desde el germinador, continúa en el almácigo y termina cuando se hace una siembra adecuada en un suelo que le proporcione buenas condiciones físicas y químicas para su desarrollo. Si consideramos que la planta va a permanecer en el campo unos 20 años, es primordial iniciar el cultivo con plantas que tengan un excelente desarrollo radical. Las variedades de café cultivadas en Colombia (Típica, Borbón, Maragogipe, Tabi, Caturra y Variedad Castillo®) poseen el potencial para formar un sistema radical óptimo. Este desarrollo se puede afectar en condiciones del suelo desfavorables que lo

limitan, lo cual se reflejará en un desarrollo deficiente de la parte aérea y baja producción (www.cenicafe.org/, 2013).

Un desarrollo inadecuado de la raíz origina problemas de anclaje o volcamiento, y debilitamiento general de la planta con síntomas de amarillamiento de las hojas, deficiencias nutricionales, alta incidencia de mancha de hierro en hojas y frutos, defoliación, secamiento de ramas y frutos (paloteo), baja producción y de mala calidad y finalmente, muerte. Si la planta se encuentra en la fase vegetativa, por ejemplo, entre la siembra y los 18 meses, y el daño radical no es muy severo puede aparentar un desarrollo normal. Sin embargo, con la ocurrencia de cosechas abundantes si la planta no cuenta con un buen sistema de raíces, mostrará los síntomas descritos anteriormente (www.cenicafe.org/, 2013).

El sistema radical consta de un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. De la raíz pivotante salen dos tipos de raíces, unas fuertes y vigorosas que crecen en sentido lateral y que ayudan en el anclaje del arbusto y otras de carácter secundario y terciario, que salen de las laterales; éstas se conocen como raicillas o pelos absorbentes. El 80% de los pelos absorbentes se halla a unos 30 cm del tronco. El 94 % de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de profundidad en el suelo. Generalmente la longitud de las raíces laterales coincide con el largo de las ramas (www.fundesyram.info. 2013).

El cafeto está constituido por la raíz principal o pivotante que puede alcanzar 50 o más centímetros de profundidad, de la cual se originan las raíces secundarias que ejercen la función de anclaje (Hidalgo, 2015).

Al igual que en el tallo en el sistema radical hay un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. De la raíz pivotante salen dos tipos de raíces: unas fuertes y vigorosas que crecen en sentido lateral y que ayudan en el anclaje del arbusto y otras que salen de éstas de carácter secundario y terciario. Normalmente estas se conocen como raicillas o

pelos absorbentes. El sistema radical del cafeto es uno superficial, ya que se ha constatado que alrededor del 94% de las raíces se encuentran en el primer pie de profundidad en el suelo. Las raíces laterales pueden extenderse hasta un metro alejadas del tronco. Generalmente la longitud de las raíces coincide con el largo de las ramas (Monroig, 2016).

Materia seca

En el caso del café, la acumulación de materia seca en los diferentes órganos (raíz, tallo, hojas, frutos), varía y fluctúa dependiendo del desarrollo fenológico del cultivo y el clima en el cual crece el cafeto más que por otros aspectos como la variedad o la productividad. La absorción por nutrientes en la etapa vegetativa puede valorarse desde dos momentos de desarrollo: uno cuando las plantas presentan su primera floración (la cual ocurre 9 a 12 meses después de siembra) cuando el nitrógeno y el fósforo han sido determinantes o en su defecto cuando las plantas están ad portas de su primera cosecha (17 a 20 meses después de siembra), donde también el potasio ha sido de gran influencia, siendo contrastantes los valores de materia seca que se alcanzan en dichos momentos por efecto del clima en el cual crece el cafeto (<http://sintrainduscafe.org>, 2018).

En los estudios de la nutrición mineral un aspecto a tener en cuenta se relaciona con la absorción y la acumulación de los elementos requeridos por los diferentes órganos de la planta, en cada una de las etapas fenológicas del cultivo. Con el objetivo de determinar la acumulación de Fe, Mn, Zn, Cu y B en frutos de café (*Coffea arabica L.*) Variedad Castillo, y su relación con la concentración foliar, se analizaron mensualmente muestras de frutos y de hojas desde la floración hasta la cosecha, en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé. La acumulación de la materia seca del fruto a través del tiempo siguió una curva sigmoideal doble y, aunque se presentaron algunas variaciones entre las localidades, en todas fue posible distinguir las siguientes etapas:

Una inicial con poca ganancia en la biomasa del fruto (hasta los 60 a 90 días después del pico de la floración-DDPF), seguida por una expansión rápida (hasta los 90 a 120 DDPF), una fase de crecimiento desacelerado (hasta los

150 DDPF) y un cuarto estadio con un fuerte incremento en acumulación de materia seca. La concentración de los micronutrientes en el fruto disminuyó durante los primeros 120 días después de la floración, y la tendencia en su acumulación fue similar al crecimiento del fruto, presentando el siguiente orden: Mn>Fe>B>Cu>Zn. No hubo una relación clara entre las variaciones de los micronutrientes foliares y su demanda por los frutos. A excepción de Mn, no se detectó efecto de la fertilidad del suelo en la concentración de los elementos en el fruto o en la hoja (www.researchgate.2015).

6.2. Generalidades del cultivo de café arábigo

En el Ecuador, el café es un producto primordial en el ámbito económico por la generación de divisas e ingresos que su exportación implica (6,468 toneladas al 2015). En el ámbito social, su producción genera empleo e ingresos a las familias y otros actores de la cadena; beneficiando a 34,000 productores a nivel nacional. Adicional, durante los últimos quince años se ha ubicado entre los primeros ocho cultivos con mayor superficie cosechada y es producido en 21 provincias del país. (ESPAC, 2015) citado por (Monteros , 2016).

6.3. Semillero

Al elaborar semilleros con un adecuado manejo agronómico y fitosanitario, permitirá una correcta selección de plántulas para el trasplante a los viveros (Castro, et al., 2008).

Cafetales sanos, vigorosos, de alta producción y rendimiento se consiguen si se aplican todas las prácticas culturales y cuidados necesarios desde el comienzo. De ahí la importancia de haber seleccionado adecuadamente las semillas de variedades de alta producción, buenos rendimientos y libres de plagas, de manera que aseguremos altas posibilidades de éxito en la empresa a desarrollar. El germinador o semillero de café es el paso siguiente a la selección y beneficiado de la semilla. En éste se colocan las semillas en un ambiente adecuado para su germinación, desarrollo de raíces, tallos y hojas. Si la semilla es fresca pueden obtenerse plántulas listas para el trasplante a los 2 a 3 meses después de la siembra (Monroig, 2016).

Entre otras ventajas es un medio sencillo, práctico y económico de producir un alto número de plantas para el establecimiento de las futuras plantaciones en un espacio relativamente pequeño.

En la preparación y manejo del germinador deben considerarse las prácticas y cuidados que se describen a continuación:

Selección del predio o lugar

El predio debe ser plano con una leve inclinación de medio al uno por ciento ($\frac{1}{2}$ - 1%), esto es, de 6 pulgadas a un pie de caída por cada 100 pies de distancia. La inclinación debe hacerse de este a oeste si las condiciones del predio lo permiten. Poseer un buen desagüe para evitar el exceso de humedad en el área, condición favorable para el desarrollo de hongos patógenos. Ubicado a plena exposición solar. Fuente de agua abundante para el riego necesario. Lugar accesible. Cercano al vivero o lugar de trasplante. Protegido de fuertes vientos (Monroig, 2016).

6.3.1. Construcción del semillero

Las eras deben ser construidas usando arena de río, colada, lavada y solarizada. El uso de arena favorece un buen crecimiento de las raíces y facilita el arranque para el trasplante al vivero o criaderos de café. Los bordes pueden ser protegidos utilizando reviros o descostillo de madera, bambú, ladrillos o bloques, o cualquier otro material disponible localmente (www.fundesyram.info, 2017).

Las eras deben tener un ancho de un metro, 20 cm de alto y el largo necesario. Un metro de largo es suficiente para sembrar una libra de semillas, de la que se obtendrán unas 1,200 conchas seleccionadas; esto dependerá de la variedad del cafeto, por ejemplo: 900 a 1,000 semillas tienen la variedad Pacamara, por el tamaño de su grano, pero la variedad Bourbon se tiene 1,000 a 1,200 semillas por una libra. Cuando se construye más de una era, se deberá dejar una calle de 40 a 50 cm, para poder circular entre las eras (www.fundesyram.info, 2017).

Se deberá proteger el contorno del semillero para evitar la entrada de visitantes no deseados, también se debe construir una ramada de 70 cm a un metro de

alto, para lograr una condición de 50% de sombra. Para esto, se pueden utilizar sacos descartados, pero que estén bien lavados y sin contaminantes, palmas de cocotero, hojas de mango, etc. Se debe evitar usar ramas y hojas de café, porque pueden ser fuentes de enfermedades (www.fundesyram.info, 2017).

6.3.2. Trasplante del semillero a la bolsa de polietileno

Antes de realizar el trasplante se debe realizar un riego profundo para facilitar la extracción de la plántula del semillero. El momento adecuado del trasplante es cuando las hojas cotiledonales están abiertas, es decir en pesetilla, mariposa o soldadito. El procedimiento consiste en seleccionar plántulas sanas y vigorosas del semillero, eliminando las que presentan raíces defectuosas; evitar la deshidratación, en el sustrato de la bolsa, enterrar la plántula hasta el cuello de la raíz; cuando la raíz tenga más de 15 cm, realizar una poda para facilitar que el sistema radical no quede torcido o doblado (SAGARPA - INIFAP, 2013).

6.4. Establecimiento de semillero - vivero

Esta práctica consiste en sembrar la semilla directamente en bolsas de polietileno con la modalidad que la planta se desarrolla en el mismo sitio desde su germinación hasta que sale a su lugar definitivo, lo cual representa un ahorro para el productor. En este sistema, las plantas tienen un mejor desarrollo vegetativo, ya que se evita el autosombreado, la raíz también puede desarrollarse sin problemas de competencia, también se facilitan las labores de fertilización y deshierbes.

Si se elige este sistema, deben considerarse varios aspectos como son:

La época de establecimiento. La semilla se siembra entre junio y julio, la planta se aprovecha desde junio hasta septiembre del siguiente año.

El número de deshierbes para el control de malezas aumenta, pero se facilita, ya que es por bolsa.

El tamaño o calibre de la bolsa debe ser de 15 x 25 cm o de 18 x 30 cm, considerando la variedad (porte bajo o alto) y el tiempo que permanecerá en el almácigo, el cual es de aproximadamente entre 12 y 14 meses.

La planta en bolsa está sujeta a un mayor estrés, por lo que se deben considerar riegos auxiliares a lo largo de todo el periodo de desarrollo.

La aplicación de fertilizante, así como de plaguicidas al suelo, deben hacerse con sumo cuidado, ya que pueden causar quemaduras o lesiones a la planta.

Los programas de fertilización y prevención de plagas y enfermedades deben elaborarse siguiendo las recomendaciones señaladas en el semillero y vivero.

Las bolsas también se mantienen bajo la sombra (SAGARPA - INIFAP, 2013).

6.5. Establecimiento del vivero

Los viveros se preparan mediante siembra directa, bolsa de polietileno o recientemente en tubos de polietileno. Para su correcta ubicación conviene considerar la disponibilidad de agua, no solo por la aplicación del riego sino porque facilita las labores de aplicación de fertilizantes al follaje o de productos fitosanitarios (SAGARPA - INIFAP, 2013).

6.6. Fertilización en vivero de café

Para obtener una planta vigorosa de buen porte y desarrollo, la fertilización se hace en tres aplicaciones, en forma diluida, las primeras dos utilizando 18-46-00 en una solución al 3% y en la última se incorpora urea en la misma concentración. Cuando el vivero presente deficiencias en el follaje por una escasez de sombreado, debe utilizarse un nutrimento foliar que aporte microelementos y complemente la fertilización al suelo. Este puede ser Gro-green en dosis de 0.5% de la cantidad total de agua a utilizar, o Bayfolan Plus a dosis de 0.5 litros por cada 100 litros de agua, dando tres aplicaciones con intervalos de 2 meses (SAGARPA - INIFAP, 2013).

Se recomienda iniciar el programa de abonamiento pasados 10 días después del trasplante de las plántulas al vivero. Para la fertilización foliar se utiliza abono 20-20-20 que contenga elementos menores. La dosis a usarse es de 1 onza del producto por galón de agua ó aproximadamente 3 libras del fertilizante en 50 galones de agua. Las aplicaciones de abono a las plántulas deben hacerse cada 15 días. Si las plantas no responden adecuadamente y ocurren problemas con enfermedades abone cada 10 días o aumente la dosis a dos (2)

onzas de abono cada 15 días en lo que éstas se recuperan. En caso de deficiencias de nitrógeno se requerirá de aplicaciones foliares de urea a razón de una (1) onza por galón de agua en adición al abono completo. Dosis altas de urea y su uso frecuente pueden causar un crecimiento anormal de las plantas (<http://academic.uprm.edu>, 2016)

En la etapa de vivero que es la etapa transcurrida desde el transplante de la chapola en la bolsa hasta el momento de la siembra en el campo, y tiene una duración aproximada de seis meses, dependiendo del tamaño de la bolsa, las condiciones climáticas predominantes del lugar y del manejo del almácigo. En esta etapa la planta responde de manera positiva a abonos orgánicos y a las aplicaciones de fósforo (45). Cuando no se utiliza una mezcla adecuada de suelo y abono orgánico, bien descompuesto, deben aplicarse 2 g de fósforo (P_2O_5) por bolsa, preferiblemente en forma de DAP (46% de P_2O_5), a los 2 y 4 meses luego (<http://academic.uprm.edu>, 2016)

6.7. Cuidados del vivero

En el vivero cuidar que las plantas reciban un riego adecuado, buen abonamiento foliar y que las bolsas estén sin malezas. Para prevenir enfermedades en el vivero es importante regar en cantidad adecuada y manejar bien la sombra. El exceso de agua causa problemas de pudrición y chupadera. Por eso es importante asegurar un buen drenaje (<http://scanprogram.org>, 2014).

6.8. Bioestimulantes

La definición del Dr. Patrick Du Jardín es la más aceptada y distribuida a nivel internacional y menciona que “Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia”. Por extensión, también se considera como un bioestimulante vegetal a los productos comerciales que contienen mezclas de estas sustancias o microorganismos (www.intagri.com, 2017).

Los bioestimulantes vegetales, independientemente de su contenido de nutrientes, contienen sustancia(s), compuesto(s), y/o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las plantas o la rizosfera, es la mejora del desarrollo del cultivo, vigor, rendimiento y/o la calidad mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas a estrés abiótico (<http://www.biostimulants.eu>, 2012).

Los fitofortificantes son productos que pueden favorecer que los cultivos desarrollen vigor o tolerancia frente a patógenos o a condiciones ambientales adversas (<http://www.biostimulants.eu>, 2015).

Los bioestimulantes agrícolas incluyen diferentes formulaciones de sustancias que se aplican a las plantas o al suelo para regular y mejorar los procesos fisiológicos de los cultivos, haciéndolos más eficientes. Los bioestimulantes actúan sobre la fisiología de las plantas a través de canales distintos a los nutrientes, mejorando el vigor, el rendimiento y la calidad, además de contribuir a la conservación del suelo después del cultivo. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la producción agrícola en todo el mundo y pueden contribuir eficazmente a superar el reto que plantea el incremento de la demanda de alimentos por parte de la creciente población mundial (<http://www.biostimulants.eu>, 2012).

Si bien, inicialmente, los bioestimulantes se utilizaban principalmente en la agricultura ecológica y en los cultivos de frutas y hortalizas de mayor valor añadido, hoy en día también juegan un papel cada vez más importante en la agricultura tradicional, como complemento de fertilizantes y productos fitosanitarios, y en las prácticas agronómicas en general. De hecho, son perfectamente compatibles con las técnicas agrícolas más avanzadas que caracterizan la gestión integrada en los cultivos (Integrated Crop Management), que es la piedra angular de la agricultura sostenible (<http://www.biostimulants.eu>, 2012).

Los bioestimulantes agrícolas actúan sobre la fisiología de la planta de diferentes formas y por diferentes vías para mejorar el vigor del cultivo, el rendimiento y calidad de la cosecha. Son productos de variados orígenes, sin

residuos y seguros, cada vez más utilizados en una gran variedad de cultivos. Los bioestimulantes son tema de actualidad y novedad dentro del marco legislativo en todos los países, por ser de gran interés para los socios de AEFA y también hay que decirlo para los agricultores, que son los que necesitan y reclaman estos productos para el desarrollo óptimo de sus cultivos. Los bioestimulantes agrícolas se encuentran entre los productos más antiguos que se vienen utilizando en la agricultura. Siempre ha existido la necesidad de estimular el crecimiento de las plantas para aumentar los rendimientos y, tanto más, cuando el agricultor ve que su cosecha puede verse mermada, sobre todo, después de haber pasado por una inclemencia meteorológica (<http://www.biostimulants.eu>, 2012).

Sin embargo el uso del término 'bioestimulante' es más reciente. A partir de la mitad de la década de los noventa empiezan a aparecer artículos y publicaciones mencionando el término 'bioestimulante' y, hasta hoy, el incremento de uso de este término ha crecido de manera exponencial. Inicialmente, de los bioestimulantes agrícolas se conocían más sus efectos en el cultivo que sus modos de acción en las plantas. Esto ha y sigue cambiando ya que la tecnología e investigación puesta al servicio en este campo por parte de las empresas fabricantes de bioestimulantes agrícolas y centros de investigación públicos y privados, está permitiendo identificar nuevos compuestos bioactivos y microorganismos beneficiosos, así como conocer cada vez más y con mayor precisión cómo actúan en la planta, qué mecanismos bioquímicos y fisiológicos están involucrados... en definitiva, dar luz y una base científica de por qué los bioestimulantes son productos necesarios para la agricultura (<http://www.biostimulants.eu>, 2012).

Los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y o fisiológicas de las plantas. No son nutrientes ni pesticidas pero tienen un impacto positivo sobre la salud vegetal. Influyen sobre diversos procesos metabólicos tales como la respiración, la fotosíntesis, la síntesis de ácidos nucleicos y la absorción de iones, mejoran la expresión del potencial de crecimiento, la precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos. No son sustancias destinadas a corregir una deficiencia nutricional, sino que son formulaciones que contienen distintas

hormonas en pequeñas cantidades junto con otros compuestos químicos como aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales (<http://www.agroterra.com>, 2013).

El desarrollo de un bioestimulante comienza por observar las plantas y sus ecosistemas y luego llevar a cabo investigaciones rigurosas para descubrir nuevos compuestos bioactivos, para identificar a los microorganismos beneficiosos y para entender cómo las sinergias proporcionan efectos más fuertes que cualquier sustancia simple o microorganismo que trabaja solo. Muchos de los componentes de los productos bioestimulantes son muy comunes en la naturaleza, como los aminoácidos, las algas, los ácidos húmicos, azúcares, vitaminas, microorganismos. Muchas de las tecnologías que se emplean tienen una base biotecnológica, por ejemplo, utilizar microorganismos para transformar las materias primas en los componentes activos o que contengan microorganismos en el producto final. Esto anima y proporciona empleo para investigadores y trabajadores altamente calificados en ciencias biológicas (<http://www.lidaplantresearch.com>, 2017).

6.9. Clasifican los bioestimulantes

Los bioestimulantes se enmarcan en una categoría de productos tan novedosos que su reglamentación a nivel mundial aún no está completamente cerrada. Sin embargo, existe cierto consenso entre científicos, reguladores, productores y agricultores en la definición de las categorías principales de productos bioestimulantes (www.intagri.com, 2017).

Ácidos húmicos y fúlvicos. Las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato. Las sustancias húmicas son una colección de compuestos heterogéneos, originalmente categorizadas de acuerdo a su peso molecular y solubilidad en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos. (www.intagri.com, 2017).

Aminoácidos y mezclas de péptidos. Se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos) como animales (colágenos, tejidos epiteliales, etc.). Estos compuestos pueden ser tanto sustancias puras como mezclas (lo más habitual). Otras moléculas nitrogenadas también consideradas bioestimulantes incluyen betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, que son muy diversas en el mundo vegetal y muy poco caracterizados sus efectos beneficiosos en los cultivos.

Extractos de algas y de plantas. El uso de algas como fuente de materia orgánica y con fertilizante es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante ha sido detectado muy recientemente. Esto ha disparado el uso comercial de extractos de algas o compuestos purificados como polisacáridos de laminarina, alginato y carragenanos. Otros compuestos que contribuyen al efecto promotor del crecimiento incluyen micro y macronutrientes, esteroides y hormonas(www.intagri.com, 2017).

Quitosan y otros biopolímeros. El quitosano es la forma deacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. Los polímeros/oligómeros de tamaño variado se usan habitualmente en alimentación, cosmética, medicina y recientemente en agricultura. El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular. Además son capaces de unirse a receptores específicos responsables de la activación de las defensas de las plantas, de forma similar a los elicitores de las plantas. (www.intagri.com, 2017).

Compuestos inorgánicos. Se suelen llamar “elementos beneficiosos” a aquellos elementos químicos que promueven el crecimiento de las plantas y que pueden llegar a ser esenciales para algunas especies pero no para todas. Entre estos elementos se suelen considerar el Aluminio, Cobalto, Sodio, Selenio y Silicio; y están presentes tanto en el suelo como en plantas como diferentes sales inorgánicas y como formas insolubles. Sus efectos beneficiosos pueden ser constitutivos, como el reforzamiento de las paredes

celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales, como es el caso del selenio frente al ataque de patógenos. (www.intagri.com, 2017).

Hongos beneficiosos. Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrícicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90% de las plantas. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas. (www.intagri.com, 2017).

Bacterias beneficiosas. Las bacterias interactúan con las plantas de todas las formas posibles:

Como en los hongos, esta interacción puede ir desde el parasitismo hasta el mutualismo. Los nichos de las bacterias se extienden desde el suelo hasta el interior de las células vegetales, con localizaciones intermedias como la rizósfera. Estas asociaciones pueden ser permanentes o temporales (algunas se transmiten vía semilla).

Su influencia en la planta es de todo tipo, desde los ciclos biogeoquímicos, aportación de nutrientes, incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes, inducción de la resistencia a enfermedades, mejora de la tolerancia al estrés abiótico y biótico e incluso modulación de la morfogénesis de la planta. En cuanto a su uso como bioestimulantes se consideran dos tipos fundamentales, los endosimbiontes mutualistas (tipo *Rhizobium*) o mutualistas no endosimbiontes o PGPRs de la rizósfera (del inglés Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) (www.intagri.com, 2017).

6.10. Características de los bioestimulantes utilizados en el ensayo

6.10.1. Starlite

STARLITE® es un fertilizante humorgánico con gran contenido de materia humificada, además de K, C, A, Mg, S y Fe; ejerce sobre el suelo y las plantas

una serie de funciones físico-químicas y biológicas que mejoran las condiciones de desarrollo de los cultivos, la más importante la acción coloidal sobre las arcillas, el aumento de la capacidad intercambio catiónico, acción quelante de macro y micro elementos y estimulación de la microfauna y microflora del suelo, desbloquea a los nutrientes del suelo, permitiendo así el óptimo desarrollo de los cultivos (<http://www.ecoaccionbolivia>, 2018)

STARLITE® es una fuente concentrada de humatos, los cuales son los más efectivos acondicionadores de suelos y fuente primaria de materia orgánica.

STARLITE® permite la regeneración de los suelos basado en sus tres ingredientes principales:

- Ácidos Húmicos, permiten mantener los nutrientes en el suelo;
- Ácidos Úlmicos, promueven el incremento de la microfauna;
- Ácidos Fúlvicos estimulan los procesos metabólicos de los organismos para superar situaciones de estrés causadas por plagas, y variaciones climáticas (<http://www.ecomicrobials.com>, 2018)

Dosificación:

1 lt por Ha previo a la corrida y 500 cc semanalmente durante la corrida (<http://www.ecomicrobials.com>, 2018)

6.10.2. Humega

Generalidades

HUMEGA es un fertilizante múltiple clasificado en lista OMRI para uso orgánico sustentable, con notables propiedades de mejorador y restaurador de suelos agrícolas. Contiene ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas, aminoácidos, carbono, polifenoles, polisacáridos y más de 72 minerales mayores y microelementos. También una diversidad completa de bacterias benéficas: heterótrofas, anaeróbicas, levaduras y moho, pseudomonas, actinomicetos y bacterias que

fijan nitrógeno, todas esenciales para la restauración del suelo y su fertilidad (<https://www.agroquimica>, 2013)

Usos

HUMEGA promueve la ventilación del suelo, disminuye las sales y cloruros, amortigua el pH, reduce la pérdida de nutrientes mediante el aumento de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), ayuda en la germinación, en la raíz y en el crecimiento, provee y restaura el equilibrio de los microorganismos benéficos, cambia la estructura del suelo ya que rompe los suelos compactados y une los suelos arenosos, reduce las pérdidas por lixiviación de los fertilizantes, incrementa la relación Carbono-Nitrógeno, estimula el crecimiento vegetal y transforma suelos infértiles en suelos aptos para la agricultura intensiva. HUMEGA aumenta la eficiencia de los fertilizantes de base al incrementar la retención de éstos en el bulbo radicular, dejándolos disponibles para la planta, ahorrando así de un 25% a un 50%. Aumenta la calidad de la fruta, el calibre y el rendimiento por Ha (<https://www.agroquimica>, 2013)

Compatibilidad

HUMEGA es compatible con la mayoría de los fertilizantes de uso habitual y con fertilizantes NPK, actúa en forma sinérgica potenciando su acción. No aplicar en conjunto con fertilizantes Cálcicos o Magnésicos ni fumigantes de suelo. No mezclar con Ácidos Fosfórico, Sulfúrico o Nítrico (<https://www.agroquimica>, 2013)

Precauciones

Producto NO peligroso, antes de usar el producto lea toda la etiqueta.

- No almacenar junto con alimentos.
- Almacenar el producto en su envase original, en lugar fresco y ventilado.
- Evitar la exposición directa al sol.
- Mantener fuera del alcance de los niños o personas no responsables.

- En caso de ingestión accidental, inducir al vómito, llamar a un médico y tratar en forma sintomática.
- Disponer del envase vacío de acuerdo a la normativa vigente.
- Agítese antes de usar (Niklitschek, 2013).

HUMEGA se debe aplicar en riego por goteo, fertirrigación o suelo. Aplicar después de 10 días de la fumigación del suelo. Se recomiendan de 3 a 4 aplicaciones por año.

CULTIVOS DOSIS SUELO	Lts/Ha por aplicación
Hortalizas en general	37 Lts/Ha
Lechuga, Zanahoria, Repollo, Tomate, Pimentón	37 Lts/Ha
Cítricos: Naranjos, Limones y Mandarinas	40 Lts/Ha
Duraznos, Damascos y frutales en general	40 Lts/Ha
Paltos y Arándanos	75 Lts/Ha
Nogales, Parronales, Vid Vinífera y Kiwi	40 Lts/Ha
Arroz, Trigo, Maíz, Cebada	38 Lts/Ha
Papas	75 Lts/Ha
Empastadas, Praderas	40 Lts/Ha
Canchas de Golf, Pastos	40 Lts/Ha
Claveles, Rosas, y flores en general	50 Lts/Ha

(<https://www.agroquimica>, 2013)

6.10.3. Evergreen

Composición o concentración

Ingredientes Activos:	p/p
Solución vegetal de 22 elementos a base de macro, microelementos, Acido húmico, vitaminas y fitohormonas	78.00 %
Ingredientes Inertes:	
Agua y compuestos relacionados	22.00 %
TOTAL :	100.00 %
(AGRIPAC, 2017)	

Presentaciones: 1 litro

Características y generalidades

EVERGREEN® es un producto que contiene un complejo de macro y micro elementos quelatados con ácido húmico, fitohormonas y vitaminas obtenidas de extractos de origen vegetal y que actúan como promotores de crecimiento y de la maduración de los cultivos tratados.

Beneficios

- Promueve incremento de vigor en plantas tratadas
- Estimula precocidad, con lo que se reduce el ciclo del cultivo en 3-8 días, dependiendo del cultivo y de las condiciones ambientales.
- Incrementa rendimiento en peso y calidad a la cosecha.
- Incrementa sólidos solubles en cultivos como caña de azúcar, maracuyá, uvas, fresas, etc.
- Incrementa nivel de proteína en alfalfa, a la cosecha.
- En arroz, reduce el nivel de granos vanos, partidos y tizosos (AGRIPAC, 2017).

Forma y época de aplicación

Asegúrese de calibrar su equipo de aplicación antes de aplicar EVERGREEN®.

Agitarse bien antes de usarse. Aunque EVERGREEN® no es un producto tóxico, se recomienda no almacenarlo junto a los productos alimenticios, vestimentas o forraje.

Mantener producto lejos del alcance de los niños y animales domésticos. Usar de 5-10 litros por hectárea.

Tratamiento de semillas y plántulas: sumersión por 30 segundos en solución de 1 Lit de BEST®, 1 Kg de SAETA® y 1 Lit de EVERGREEN® en 50 litros de agua (AGRIPAC, 2017).

Compatibilidad

EVERGREEN® es compatible con la mayoría de pesticidas, sin embargo se recomienda hacer pruebas de compatibilidad previo a la aplicación

Fito toxicidad

EVERGREEN® no produce efectos Fito tóxicos cuando se usa en los cultivos y dosis recomendadas en la etiqueta

Precauciones y advertencias de uso

Almacene y transporte el producto en su envase original, en un lugar fresco y seco, cerrado bajo llave, apartado de los niños, animales, comida, medicina y utensilios domésticos.

No comer, beber o fumar durante el manejo y aplicación de este producto.

Durante la aplicación evite contacto con los ojos y la piel. Lavarse con abundante agua y jabón después de su manejo.

Garantía

ExcelAg, Corp. garantiza las características físicas y químicas de este producto.

Con las instrucciones y recomendaciones técnicas tratamos de informar y asesorar, no estando en condiciones de aceptar responsabilidad alguna en caso de que no surtiere efecto, ni por los daños que puedan producirse por el mal uso de este producto (AGRIPAC, 2017).

El consumidor acepta este producto sujeto a estas condiciones

Toxicidad

No tóxico biodegradable

Recomendaciones de uso

CULTIVOS	DOSIS	EPOCA DE APLICACION
Hortalizas	1.0-1.2 Lit/ha.	Almacigo: Comenzar aplicaciones con sumersión de semillas en el almacigo. A la emergencia de las primeras hojas, realizar 2 aplicaciones foliares a intervalos de 10 días. Previo al transplante: sumergir plántulas por 30 segundos en solución de 1 Lit de BEST®, 1 Kg de SAETA® y 1 Lit de EVERGREEN® en 50 litros de agua. Después del transplante: continuar aplicaciones de 8-10 días después del transplante. Repetirlas cada 7-14 días. Hasta 2 semanas antes de la cosecha.
Cucurbitáceas (melón, sandía, calabacita, etc.)	1.0-1.2 Lit/ha.	Almacigo: Comenzar aplicaciones con sumersión de semillas en el almacigo. A la emergencia de las primeras hojas, realizar 2 aplicaciones foliares a intervalos de 10 días. Previo al transplante: sumergir plántulas por 30 segundos en solución de 1 Lit de BEST®, 1 Kg de SAETA® y 1 Lit de EVERGREEN® en 50 litros de agua. Después del transplante:, empezar aplicaciones a la formación de la segunda hoja definitiva. Continuar aplicaciones cada 8-10 días hasta 2 semanas antes de la cosecha.
Vid	2.0-5.0 cc/Lit. de solución.	Iniciar aplicaciones a la emergencia de la yema, Repetir durante la fructificación
Tomate, Berenjena	Chile, 1.0-1.2 Lit/ha.	Almacigo: Comenzar aplicaciones con sumersión de semillas en el almacigo. A la emergencia de las primeras hojas, realizar 2 aplicaciones foliares a intervalos de 10 días. Previo al

		<p>transplante: sumergir plántulas por 30 segundos en solución de 1 Lit de BEST®, 1 Kg de SAETA® y 1 Lit de EVERGREEN® en 50 litros de agua. Después del transplante:, empezar aplicaciones a la formación de la segunda-cuarta hoja definitiva. Continuar aplicaciones cada 8-10 días hasta 2 semanas antes de la cosecha.</p> <p>Almacigo: Comenzar aplicaciones con sumersión de semillas en el almacigo. A la emergencia de las primeras hojas, realizar 2 aplicaciones foliares a intervalos de 10 días. Previa al transplante: sumergir plántulas por 30 segundos en solución de 1 Lit de BEST®, 1 Kg de SAETA® y 1 Lit de EVERGREEN® en 50 litros de agua. Después del transplante:, empezar aplicaciones a la formación de la segunda-cuarta hoja definitiva. Continuar aplicaciones cada 8-10 días hasta 2 semanas antes de la cosecha.</p>
Fresa	1.0-1.2 Lit/ha.	<p>Prevía a la siembra: sumergir tubérculos por 30 segundos en solución de 1 Lit de BEST®, 1 Kg. de SAETA® y 1 Lit. de EVERGREEN® en 50 litros de agua. Después de la siembra:, empezar aplicaciones a la formación de la segunda-cuarta hoja definitiva. Continuar aplicaciones cada 8-10 días en mezcla de tanque con 2 Lit/Ha de BEST®, en rotación con Kg./Ha de SAETA® hasta antes de la cosecha.</p>
Papa, Cebolla	1.0-1.2 Lit/ha.	<p>Iniciar aplicaciones 8-10 días después del corte. Repetir aplicaciones cada 10 días.</p>
Alfalfa	1.0-1.2 Lit/ha.	<p>Aplicar al inicio de floración, Asegurar aplicación con abundante agua para mojar follaje de completamente.</p>
Aguacate, Cítricos	2.0-5.0 cc/Lit. de solución.	<p>Repetir dos semanas después.</p>
Plátano	2.0-5.0 cc/Lit. de solución.	<p>Aplicar cada 4 semanas. Asegurar aplicación con abundante agua para mojar follaje completamente</p>
Algodón	1.0-1.2 Lit/ha.	<p>Comenzar aplicaciones al inicio del cuadro. Repetir de 2-3 semanas después.</p> <p>Almacigo: Comenzar aplicaciones son sumersión de semillas en el almacigo. A la emergencia de las primeras hojas, hacer con 2 aplicaciones foliares a intervalos de 10 días. Previa al transplante: sumergir plántulas por 30 segundos en solución de 1 Lit de BEST®, 1 Kg. de SAETA® y 1 Lit. de EVERGREEN® en 50 litros de agua. Después del transplante: empezar aplicaciones a la formación de la segunda-cuarta</p>
Arroz	1.0-1.2 Lit/ha.	

hoja definitiva. Continuar aplicaciones cada 8-10 días hasta el periodo de formación del grano (2 semanas antes de la cosecha).

(AGRIPAC, 2017)

6.10.4. Urea

La urea es un fertilizante químico de origen orgánico (46-0-0). Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración 46.1%, siendo así de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N) (<http://www.delcorp.com.ec>, 2013)

Comportamiento en el suelo

La Urea se adapta a diferentes tipos de cultivos. Es necesario fertilizar, ya que con la cosecha se pierde una gran cantidad de nitrógeno. El grano se aplica al suelo, el cuál debe estar bien trabajado y ser rico en bacterias. La aplicación puede hacerse en el momento de la siembra o antes. Luego el grano se hidroliza y se descompone.

Debe tenerse mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo. Si ésta es aplicada en la superficie, o si no se incorpora al suelo, ya sea por correcta aplicación lluvia o riego, el amoníaco se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética (<http://www.delcorp.com.ec>, 2013)

Recomendaciones

La UREA puede ser mezclada con demás fuentes de fertilizantes, y por su alta solubilidad en agua, puede funcionar como aporte de Nitrógeno en formulas NPK, para uso en Fertirriego altamente solubles y en fertilizantes líquidos.

Ventajas de la Urea

- El Nitrógeno es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas.

- El Nitrógeno es un componente de las vitaminas y de los componentes energéticos de las plantas.
- Alta solubilidad, fácil manejo y rápida disponibilidad de nutrientes.
- Rápida acción en corrección de deficiencias de Nitrógeno.
- Compatibilidad con otros fertilizantes granulados (<http://www.delcorp.com.ec>, 2013)

6.10.5. Micorriza

Es un hongo que conduce agua y otros elementos hacia la raíz de las plantas.

El mayor aporte de fósforo propicia un mayor crecimiento de las plantas.

¿Qué beneficios aportan las micorrizas? La fisiología de la planta micorrizada cambia completamente cuando se asocia al hongo. Mediante el micelio externo, el contacto entre las raíces y el medio se incrementa considerablemente. Un centímetro de raíces SIN micorrizas explora 1-2 cm³ de suelo; CON micorrizas aumenta 5 a 200 veces. Normalmente el volumen de suelo es de 12-15cm³ colonizado por el inóculo de micorrizas (excepcionalmente se ha llegado a 200 cm³).

Principales funciones: Incrementa notablemente la absorción de diferentes nutrientes del suelo, como son el P, K, N, Cu, Zn, B y otros. Incrementa la toma de agua por las plantas. Proporciona protección contra plagas y enfermedades de las raíces.

Beneficios de su aplicación: Incrementos en el crecimiento de las plantas y en los rendimientos agrícolas, los cuales oscilan por lo general entre 10-60%. Aumento del aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo y, por ende, disminución de los costos por concepto de aplicación de estos insumos. Protección del sistema radical contra ciertas enfermedades fúngicas. No degrada los suelos y contribuye a la regeneración de los mismos.

Material portador: Arcilla expandida de color café ocre en mezcla con miel invertida fosfatada. Densidad: 1,675 g/litro. % humedad: 85—90%. Grado de

Infección: 500 unidades de hifas de hongos VAM (Vesicular-Arbuscular-Micorrizas), Especificaciones Técnicas: Apariencia: Líquido pastoso de solución concentrada de Color Café Rojizo. (<http://ferbiohux.redtienda>, 2018)

6.11. Materia seca y su relación con el contenido de nitrógeno

La MS es lo que queda cuando el agua (humedad) es eliminada del alimento. Ejemplo: en el análisis del ensilado de maíz, MS = 36%. En cada 100 libras de ensilado 64 libras son agua. Determinar la materia seca es importante pues el agua no contiene energía y la ingesta de energía es esencial para la producción de carne o leche. (Heguy, 2015).

Para medir el crecimiento de las plantas se han utilizado diferentes métodos entre los cuales se encuentra el aumento en volumen, en longitud o en número de órganos, pero sin duda la mejor forma de analizar el crecimiento es con el incremento de la materia seca en conjunto con el área foliar (sistema de asimilación) (4,5, 13, 14, 16, 17, 18, 25, 31). El uso de la técnica del análisis del crecimiento ha demostrado ser importante en estudios de producción de materia seca en relación con diferencias varietales en plantas cultivadas o afectadas por prácticas agronómicas (fertilización, riego, etc.) o sometidas a diferente oferta ambiental. (Riaño *et al*, 2004).

Delgado *et al* (2004) en un estudio realizado sobre acumulación de materia seca, relaciono significativamente el incremento de N y K con incrementos de MS en diferentes períodos del ciclo de crecimiento, contrariamente a lo observado para P, lo cual sugiere que la acumulación de N y K durante la primeras etapas no está significativamente asociada con la MS producida en ese período. Hernández, (2004) observó que el contenido PC decreció conforme se incrementó la producción de materia seca, siendo mayor el contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en condiciones no limitantes de fertilidad.

6.12. Absorbancia de clorofila

La fotosíntesis, consiste en la reducción de CO₂ atmosférico por medio de los protones del agua obtenidos con la energía proveniente del sol. sí la planta almacena energía electromagnética como energía potencial en los compuestos

orgánicos. Los compuestos carbonados ricos en energía, obtenidos de esta manera, son usados después como fuente de energía por la propia planta y por otros organismos que son incapaces de fabricar sus propios alimentos, pero que si pueden aprovecharla materia vegetal. El organismo vegetal ha desarrollado un sistema para capturar un fotón de luz y utilizar la energía para elevar el nivel energético de un electrón determinado que posteriormente regresa a su nivel basal' cuando esto sucede, el exceso de energía es liberada en diferentes formas (Albujar, 2008).

Los organismos fotosintéticos atrapan la luz solar formando ATP y NADH, que utilizan como fuente de energía para formar lípidos y otros componentes orgánicos a partir de bióxido de carbono y agua de forma simultanea liberan oxígeno molecular. El bióxido de carbono formado en la respiración de los heterótrofos regresa a la atmósfera para volver a ser utilizado por los organismos fotosintéticos. -e este modo la energía solar proporciona la fuerza motriz para la circulación continua del bióxido de carbono y oxígeno molecular atmosféricos a través de la biosfera y proporciona los substratos reducidos (combustible) (Albujar, 2008).

Las clorofilas son una familia de pigmentos de color verde que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen cloroplastos en sus células (plantas y protistas), es crítica en la fotosíntesis, proceso que permite a los organismos absorber energía a partir de la luz solar y transformarla en compuestos orgánicos y oxígeno. Las clorofilas tienen típicamente dos grupos de absorción en el espectro visible: En la zona de la luz azul (400-500 nm) En la zona roja del espectro (600-700 nm). Las clorofilas reflejan la parte media de color verde (500-600 nm) (www.cofes.org.ar, 2015).

6.13 Trabajos similares realizados

El trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de conocer la influencia de la aplicación de fertilizantes foliares a nivel de viveros de café arábigo (*Coffea arabica*) en el sitio Cabo de Hacha del cantón Jipijapa 2013, los objetivos fueron determinar el mejor abono orgánico, establecer las características agronómicas de las plantas de café de acuerdo a los productos orgánicos aplicados en viveros de café y efectuar un análisis económico de los

tratamientos. La Metodología utilizada fue un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones donde se evaluó desde los 60 días de la siembra del café hasta los 180 días las variables altura de planta, diámetro de tallo y longitud de raíz al momento del trasplante. Los resultados obtenidos indican que los abonos orgánicos foliares fueron los que presentaron mejor calidad de plantas en comparación con el testigo absoluto sin aplicación lo que permite concluir que el mejor abono orgánico utilizado en viveros de café para mejorar la calidad de plantas antes del trasplante fue microplus que posee como Ingrediente Activo Nitrógeno 10.2%, Fosforo 4.2%, Potasio 7.2%, magnesio 2%, Zinc 35 ppm, Cobre 40 ppm, Hierro 95 ppm, Molibdeno 5 ppm, Boro 20 ppm. A los 180 días después del trasplante presentan altura de planta entre 17 y 18 cm, diámetro de tallo 0.375 cm y longitud de raíz al momento del trasplante de 20 cm. La mejor alternativa económica es Microplus y Algamar con Tasa de Retorno Marginal del 100 % cada uno respectivamente (Acuña, 2013).

Con el objetivo de determinar los efectos de la aplicación de bioestimulantes en plantas de café (*Coffea arabica L.*) en vivero, en la zona de Mocache. Los tratamientos de la investigación se realizaron mediante el Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA). Se consistió de 4 tratamientos (bioestimulantes más un testigo), con 4 repeticiones para la aplicación de los bioestimulantes se utilizó la dosis recomendada por el distribuidor del producto, se determinó que existió significancia estadística para las repeticiones y los tratamientos.

Se observa que, el T2 donde se empleó Ergostim presentó el valor más alto de altura de planta con 12,33 cm, el promedio más alto del diámetro de tallo lo muestra el T1 Hormoagro con valor de 2,66 mm, el tratamiento con el promedio más alto de plantas totales con 90,10%, los mayores ingresos totales fueron reportados por el Tratamiento T3 con Bioplus, con ingreso de \$ 679,88, generadas básicamente por el número de plantas sobrevivientes de cada uno de los tratamientos en estudio, por tan consecuencia el menor ingreso total lo presenta el Testigo con un valor de \$ 584,18. En el análisis de la relación beneficio/costo, permite determinar que el mejor tratamiento desde el punto de vista económico se obtuvo con el tratamiento T3 Bioplus con valor de 0,81 (De La Cruz, 2015).

El trabajo fue realizado en el vivero de la Granja de Café, ubicada en Tres Palmas, con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes concentraciones y número de aplicaciones del biopreparado FitoMas-E, sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de café. Se evaluaron seis tratamientos: cinco concentraciones del biopreparado (1; 1,5; 2; 2,5 y 3 ml/L) y un control (solo agua). Se sumergieron las semillas previo a la siembra, en las disoluciones preparadas y a los 150 días de sembradas, al 50 % de las plántulas de cada tratamiento inicial se le realizó una segunda aplicación foliar en la misma proporción que la usada inicialmente.

Se estableció un diseño bifactorial y evaluó los porcentajes de germinación a los 35, 40, 45, 50 y 55 días de la siembra, las variables del crecimiento evaluadas fueron altura, número de pares de hojas, diámetro del tallo y área foliar de las posturas. Los resultados demuestran que FitoMas-E acelera la germinación de las semillas del café. El efecto fue positivo en los indicadores de crecimiento evaluados, obteniéndose incrementos del área foliar de los tratamientos con respecto al control. La segunda aplicación de FitoMas-E estimuló el crecimiento de las plántulas para todos los indicadores evaluados. Al aumentar las concentraciones de FitoMas-E, se incrementó los índices de eficiencia del bioestimulante, lográndose los mejores resultados al aplicar 3 ml/L de FitoMas-E en la disolución (Díaz, y otros, 2016).

En el vivero de café de la Unidad Empresarial Básica de Puriales, municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo, se desarrollaron tres experimentos durante tres campañas de producción de posturas (abril-septiembre/2012, octubre/2012- marzo/2013, abril-septiembre/2013), con el objetivo de evaluar la aplicación de FitoMas-E y EcoMic®, para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de café con adecuada calidad agrícola. Los tratamientos por etapa fueron: dosis entre 0,5 y 2,0 L ha⁻¹ de FitoMas-E, dos sustratos orgánicos con la mejor dosis de FitoMas-E y la micorriza simple y combinada, reducciones proporcionales del fertilizante mineral desde un 100 % hasta el 25 % con la combinación de micorriza y FitoMas-E.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado en parcelas de 1,44 m², y muestras de diez plantas por tratamiento. Se aplicó ANOVA simple, para los experimentos 1 y 3 y ANOVA doble para el experimento 2. Los resultados evidencian el efecto fitoestimulante del FitoMas-E sobre el crecimiento y el desarrollo de posturas de cafeto. Se determinó que la aplicación de 1 L ha⁻¹ FitoMas-E es la más adecuada para las variables de crecimiento evaluadas (biomasa seca y área foliar). En el momento de la fase final del vivero, el mejor comportamiento se obtuvo en las plantas a las que se les aplicó el tratamiento de biofertilización de micorriza y FitoMas-E, combinados durante todo el experimento, en el sustrato de pulpa de café. Esta combinación logra reducir hasta un 25 % el fertilizante mineral con resultados superiores a la aplicación del 100 % del mismo. (Barroso *Et al*, 2015)

VII. Materiales y métodos

A. Materiales

Los materiales que se utilizaron en el desarrollo de este ensayo de investigación fueron, Caña guadúa, Cady, Clavos, Alambre, Martillo, Balde, Azadón, Tijera de podar, Regadera, Bomba de fumigar, Vaso dosificador, Abre hoyos, Machete y Alicates, estos serán utilizados en la construcción del vivero y las platabandas donde serán ubicadas las fundas llenas de sustrato de acuerdo a los tratamientos planteados en la investigación así como también para llevar un manejo adecuado de riego y desarrollo foliar de las plantas.

B. Métodos

1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la parroquia El Laurel perteneciente al cantón Daule, provincia del Guayas.

El Laurel es una de las cuatro parroquias rurales que pertenece del Cantón Daule, de la provincia del Guayas. Está situada al norte del cantón Daule, a la altura del Km. 56 de la Vía Guayaquil-Daule-Balzar. Su extensión territorial es de 38,48 Km². Su clima es de 26 a 32 grados centígrados en invierno y 22 a 26 de grados C, en el verano.

La parroquia El Laurel está ubicado en la parte norte del Cantón Daule, limita:

Al Norte: el Cantón Santa Lucía,

Al Sur: Parroquia Juan Bautista Aguirre del Cantón Daule,

Al Este: Parroquia Junquillal del Cantón Salitre, y,

Al Oeste con la Parroquia Limonal del cantón Daule (GAD Parroquia Laurel , 2015).

Factores climáticos

Las características climáticas de la Parroquia El Laurel es un clima Tropical Megatérmico Húmedo (según la clasificación de Pierre Pourrot, 1995).

Temperatura

En lo relacionado a la temperatura, el promedio anual de El Laurel es de 26°C, información proporcionada por el INAMHI.

Precipitación

Registra una precipitación media anual de 1.210 mm, con un promedio mensual de 100mm. La estación lluviosa se extiende de noviembre hasta abril, mientras que la estación seca comienza en mayo a octubre.

Humedad Relativa

Registra una humedad relativa anual de 88%, según datos del INAMHI.

Vientos

De acuerdo a datos de anuarios del INAMHI, la velocidad mayor observada promedio es de 6,24 m/s. En el área de influencia los vientos que predominan provienen del este al oeste, en tanto que los otros son irregulares.

Nubosidad

El territorio de El Laurel se muestra con alta nubosidad, presenta valores casi constantes durante todo el año de 7/8, el tipo de nubes de acuerdo a la época del año.

Agua

Subsistemas hídricos

EL Laurel pertenece a la sub cuenca del Rio Daule, principal rio de la misma y hacia el cual confluyen los ríos Pula y Jigual así como otros esteros y arroyos.

El Río Pula es elemento central de la red hidrográfica que incide en áreas agrícolas de la provincia. Inicia en Los Ríos, tomando aguas del Río Quevedo y recibe la influencia del Río Macul. Así mismo da origen a otros ríos como el Jigual y con este al Salitre y Los Tintos (GAD Parroquia Laurel , 2015).

2. Factores en estudio

Factor A: Tipos de bioestimulantes orgánicos

A1. Humega

A2. Evergreen

A3. Starlite

A4. Urea

A5. Micorriza

3. Tratamientos

N°	Factor A
1	Humega
2	Evergreen
3	Starlite
4	Urea
5	Micorriza

4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental completamente al Azar, aclarando que para el objetivo 3 se empleó el arreglo factorial por los datos tomados en el tiempo, (Gabriel, *et al*, 2017) considerándose los siguientes tiempos:

30 días

60 días

90 días

120 días

5. Características del experimento

DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL	
Unidades o parcelas experimentales	: 75
Número de repeticiones	: 15
Número de tratamientos	: 5
Hileras por parcela	: 5
Hileras útiles	: 5
Número de plantas por unidad experimental	: 1
Número de plantas por tratamiento	: 15
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 10
Distancia entre repeticiones	: 1 m

6. Análisis estadístico

De acuerdo al análisis estadístico expuesto en el diseño experimental, se aplicó el siguiente análisis de varianza:

Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	4
Error Experimental	15
Total	19

Modelo lineal: $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$

Donde,

Y_{ij} = Contenido de proteína asociada al i esima tratamiento y la j -esima repetición

μ = media poblacional

T_i = efecto del i -esimo tratamiento

ε_{ij} = error experimental al i -esimo tratamiento y la j -esima repetición

Para el caso de las medidas repetidas en el tiempo (comprende objetivo 3) se aplicó el siguiente modelo en el Infostat, tomando como base el diseño completamente al azar

Variedad*Variedad*repetición

Variedad*repetición

Tiempo

Variedad*Tiempo

6.1.- Análisis funcional

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Duncan al 0,05% de probabilidades.

6.2.- Coeficiente de variación

El coeficiente de variación se utilizó tomando en consideración la siguiente formula:

$$C.V.\% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

7. Variables a ser evaluadas

OE1.- Evaluar el comportamiento fisiológico (contenido de nitrógeno) de café arábigo (*Coffea arábica*) a la aplicación de bioestimulantes en etapa de vivero.

- Contenido de materia seca
- Contenido de humedad
- Contenido de Nitrógeno en la hoja de las plantas de café por tratamiento

Se recolectaran muestras de hojas por plantas y se llevaron al laboratorio de Bromatología de la UNESUM. Se obtendrá mediante comparaciones de materia seca.

OE2.- Determinar el bioestimulante que incide en una mejor absorción de clorofila y su relación con el contenido de nitrógeno.

- Contenido de Clorofila
- Correlación Clorofila y Nitrógeno

OE3.- Identificar el bioestimulante que propicie mayor desarrollo morfológico en plántulas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero

Se tomaron datos de:

Altura de planta (cm).- Se tomó este dato considerando desde el ras del suelo hasta el último par de hojas antes de llegar al brote del ápice en 10 plantas tomadas al azar con la ayuda de una regla graduada.

Diámetro de tallo (mm).- Esta variable fue tomada en las plantas utilizadas para tomar altura de planta y con la ayuda de un calibrador Vernier o pie de rey se tomó el diámetro en la parte intermedia de la planta.

Número de Hojas (N°).- Se contabilizaron el número de hojas cada mes a partir de los 30 días después del trasplante a las fundas en las 10 plantas consideradas útiles por tratamiento.

8. Manejo específico de la investigación

Construcción de semillero.- Los germinadores deben tener un ancho de un metro, 20 cm de alto y el largo de acuerdo a la necesidad. Un metro de largo es suficiente para sembrar una libra de semillas, de la que se obtendrán unas 1,200 plantas seleccionadas; esto dependerá de la variedad del cafeto. El sustrato del semillero fue arena de río misma que se desinfecto con agua caliente y cal, realizado esto se procedió a colocar la semilla en el germinador hasta que cumplieron el tiempo adecuado para el trasplante en las fundas del vivero.

Construcción del vivero.- Se realizó la construcción de un vivero con caña guadua donde se ubicaron las platabandas y de esta manera se ubicaron las fundas llenas con sustratos donde fueron llevadas las plántulas de café una vez que cumplieron su ciclo en el semillero. El techo y paredes fueron construidos con sarán.

Recolección de sustratos para elaborar la mezcla.- Se colectó arena de río para darle soltura al sustrato, tierra negra y además se compró compost con la finalidad de realizar un sustrato adecuado que cumpla con todas las exigencias de textura y fertilidad del suelo, la mezcla fue 40 % de arena de río, 40 % de tierra negra y 20 % de compost.

Desinfección del sustrato.- El suelo fue desinfectado con la aplicación de imbio neem que actúa como insecticida y fungicida, para prevenir la presencia de plagas y enfermedades al suelo.

Llenado de fundas.- Una vez preparado el sustrato y desinfectado se procedió al llenado de fundas con la finalidad de ser ubicadas en las diferentes platabandas establecidas para el efecto y de acuerdo a los tratamientos establecidos en la investigación.

Riego de pre trasplante.- Una vez llenadas las fundas se procedió a darle un riego de pre trasplante y a realizar un arreglo de aquellas fundas que estén mal ubicadas.

Trasplante.- Este se realizó una vez que las plantas cumplieron su ciclo en el semillero y estuvieron listas para ser llevadas al vivero y ubicarlas una planta en cada funda.

Riego.- El riego se efectuó cada 7 días y cuando la situación lo amerito de acuerdo a las condiciones climáticas que se presentaron en la zona.

Control de malezas.- Esto se lo realizó de manera manual de acuerdo a la presencia de estas en las fundas utilizadas en el ensayo.

Pruebas de laboratorio

Para la determinación de MS, la muestra se pesó sobre los contenedores en frío, en cantidades que oscilaban entre 100 y 500 g, según disponibilidad, con la precaución de no rebasar la altura del contenedor y sin ejercer presión. Se utilizó una estufa de gran capacidad y con ventilación por aire forzado, con un volumen interior de 270 dm³ para la determinación a 102°C y 60°C, respectivamente, con bandejas perforadas con orificios de 1 cm 0 y situadas a 20 cm de distancia entre dos sucesivas, considerando un tiempo de desecación de 24 h. En función de la temperatura de secado, se obtuvieron los % de materia seca: a 60°C (MS60) y a 102°C (MS102), pesando en caliente (Delgado, 2002).

Determinación de proteína por método de Kjendahl

El contenido total de proteínas en los alimentos está conformado por una mezcla compleja de proteínas. Estas existen en una combinación con carbohidratos o lípidos, que puede ser física o química. Actualmente todos los métodos para determinar el contenido protéico total de los alimentos son de naturaleza empírica. Un método absoluto es el aislamiento y pesado directo de la proteína pero dicho método se utiliza sólo a veces en investigaciones bioquímicas debido a que es dificultoso y poco práctico (www.grupo-selecta.com, 2011).

En 1883 el investigador danés Johann Kjeldahl desarrolló el método más usado en la actualidad para el análisis de proteínas (método Kjeldahl) mediante la determinación del nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. Las reacciones llevadas a cabo en el método de kjeldahl son: digestión, catalización y titulación. (www.grupo-selecta.com, 2011)

Procedimiento

Preparación de la Muestra

La muestra fue tomada de las hojas de café.

Triturar, homogeneizar y mezclar la muestra.

Pesar entre 1 y 2 gramos de muestra.

En muestras con contenidos de nitrógeno muy pequeño, tomar la muestra suficiente para que contenga como mínimo 5 mg de nitrógeno.

Digestión

- Añadir entre 10 y 15 ml (tubo macro) de H₂SO₄ 96-98% y 1 tableta (8 gm) de catalizador.

(Para el tubo micro, el máximo de H₂SO₄ es 5ml)

- Montar un sistema para la extracción de humos o scrubber con Na₂CO₃.
- Realizar la digestión en tres pasos:

1. En función del contenido de agua de la muestra, empezar la digestión evaporando agua a 150°C entre 15 y 30 minutos.
2. Realizar un segundo paso entre 270 y 300°C entre 15 o 30 minutos para reducir la producción de humos blancos.
3. Continuar la digestión a 400°C entre 60 y 90 minutos.

Control Visual: El resultado es un líquido transparente nítido con coloración azul claro, verde o amarillo dependiendo del catalizador utilizado. No deben quedar restos negros adheridos a la pared de tubo.

Nota: Durante la digestión debe controlarse la producción de espuma en las muestras. Si esta es excesiva, debe alargarse el paso nº 1.

Dilución

- Sacar los tubos muestra del bloque digestor y dejar enfriar a T^a ambiente. (Puede forzarse sumergiendo los tubos, cautelosamente, en un poco de agua).
- Añadir unos 25ml de agua destilada en cada tubo.
- Añadir el agua despacio y moviendo el tubo sin dejar solidificar la muestra. Si es necesario calentar ligeramente el tubo (por ej. introduciéndolo en el bloque digestor todavía caliente)
- Dejar enfriar de nuevo hasta T^a ambiente.
- Para evitar pérdidas de nitrógeno y reacciones violentas no introducir el tubo todavía caliente al destilador.

Destilación

- Situar un Erlenmeyer de 250ml a la salida del refrigerante con 50ml de ácido Bórico y unas gotas de indicador.
- Programar una dosificación de 50 a 75 ml de NaOH.
- Introducir el tubo con la muestra en el destilador.
- Destilar hasta recoger 250ml en el Erlenmeyer (50ml Bórico + 200ml de destilado).

Control Visual: Una vez se ha añadido el NaOH, la muestra debe tomar una coloración azulada, de no ser así, añadir más NaOH.

Valoración y cálculo

- Valorar el destilado con HCl ó H₂SO₄ hasta el cambio de color. (Punto final: pH 4.65)

Moles de HCl = Moles de NH₃ = Moles de N en la muestra

Moles de H₂SO₄ = 2Moles de NH₃ = 2Moles de N en la muestra

- Realizar el cálculo:

$$\text{mg N} = N \times V \times 14$$

Donde:

N = Normalidad del ácido de valoración

V = Volumen de ácido consumido

14 = Peso atómico del nitrógeno.

- Para pasar a contenido de proteínas corregir por el factor adecuado según la naturaleza de la muestra. (6.25 por defecto)
- Periódicamente realizar un ensayo en blanco y restarlo del resultado.

$$\% \text{ Proteínas} = P2/P0 \times 100 \times F$$

Donde:

P2: Nitrógeno (mg).

P0: Peso de la muestra (mg).

F: Factor proteínico.

(6.25 por defecto)

Factor proteico de algunos alimentos:

Almendras 5,18

Nueces 5,30

Nueces - cacahuetes 5,41

Gelatina 5,55

Soja 5,71

Cebada, avena, centeno 5.83

Trigo, harina entera 5,83

Harinas (no entera) 5,70

Arroz 5,95

Maíz 6,25

Todos los otros alimentos 6,25 (Empleado en el presente estudio)

Salvado 6,31

Leche y lácteos 6,38 (www.grupo-selecta.com, 2011)

Los estudios de laboratorio se realizaron en el área de Bromatología de la UNESUM.

Medición de absorbancia de clorofila.

Las clorofilas tienen típicamente dos grupos de absorción en el espectro visible:

En la zona de la luz azul (400-500 nm). En la zona roja del espectro (600-700 nm). Las clorofilas reflejan la parte media de color verde (500-600 nm)

Equipamiento y reactivos: Sonicador Ultrasónico o Mortero de vidrio, centrífuga de mesada: 3000 rpm

- Solución saturada de MgCO₃: Agregar 1g de MgCO₃ a 100 mL de agua reactivo. Filtrar sobre membrana de fibra de vidrio de 1µm de poro.
- Acetona 90%: 90 partes de acetona + 10 partes de solución saturada de MgCO₃. (www.cofes.org.ar, 2015)

7. Resultados experimentales

La presentación de los resultados obtenidos obedece al cumplimiento de las actividades previstas para el cumplimiento de cada uno de los objetivos. Indicando además que los ejercicios estadísticos se realizaron mediante la aplicación del software Infostat.

Presentándose para tal efecto los siguientes resultados:

Para el cumplimiento del **objetivo 1** que implicaba la evaluación del comportamiento fisiológico (contenido de nitrógeno) de *café arábigo* (*Coffea arábica*) a la aplicación de bioestimulantes en etapa de vivero, se realizó la toma de muestras de cada uno de los tratamientos, a partir de las hojas de las plantas, mismas que se deshidrataron y dio lugar en primera instancia a la abstención de la materia seca y posteriormente el contenido de proteína.

Cuadro N° 1 Resultado de los análisis de laboratorio

Bioestimulantes	Proteína	Humedad	M. Seca
Urea	2,9 ^a	70,23 ^a	30,4 ^a
Humega	2,88 ^{ab}	68,04 ^b	31,26 ^b
Evergreen	2,87 ^{abc}	68,25 ^{ab}	31,7 ^{ab}
Micorriza	2,84 ^{bc}	69,06 ^{ab}	31,12 ^b
Starlite	2,82 ^c	67,11 ^b	32,89 ^a

Elaborado por: Josselyn Moreno

El análisis de humedad determinó aceptación a la hipótesis de investigación, estableciéndose diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, con un p-valor de 0,0069 que implica un nivel de confianza del 99%. El resultado obtenido motivó la aplicación de la prueba de Duncan, cuyo resultado expresa que la Urea como testigo presentó mejor respuesta fisiológica frente al resto de tratamientos en el cultivo de café en la etapa de vivero, en su orden de importancia estuvieron los bioestimulantes Humega y Starlite.

En lo que respecta a materia seca, los mejores resultados fueron presentados por los bioestimulantes Starlite, humega y everegreen en su orden. El análisis de varianza en función al p-valor obtenido de 0,0418, estableció diferencia significativa con el 95% de confianza, lo que motivó el respectivo análisis de

significación, mismo que determinó alto contenido de materia seca en los bioestimulantes.

Los resultados obtenidos en el análisis de proteína ratifican los resultados obtenidos en la determinación de humedad, aceptando la hipótesis de investigación, con un p-valor de 0,0226 lo que implica diferencia estadística entre tratamientos con el 95 % de confianza; lo que motivó el análisis de los resultados por medio de la prueba de significación de Duncan, estableciéndose como mejor tratamiento al testigo que es la Urea, seguido de los bioestimulantes humega y evergreen respectivamente, contrario a lo que se podría suponer con respecto al contenido de materia seca, marcándose que el hecho de existir más contenido de materia seca no garantizó mayor presencia de proteína (nitrógeno).

Se presentan a continuación los gráficos correspondientes a los resultados de las pruebas de significación de Duncan de cada una de las variables analizadas.

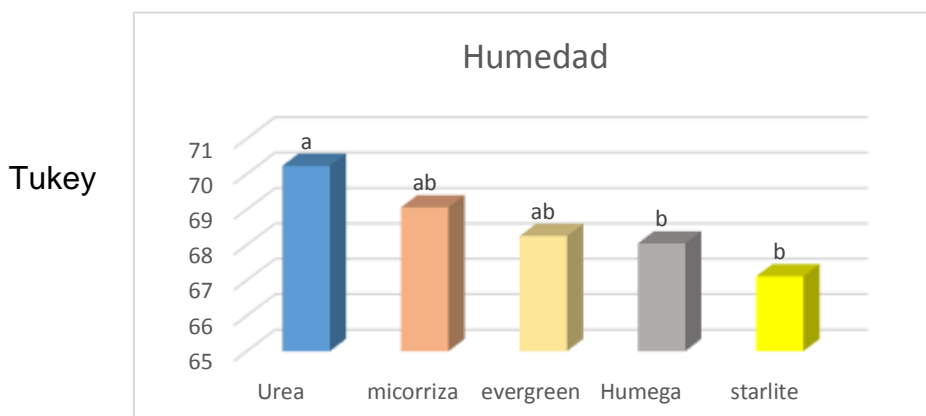


Gráfico N° 1
Prueba de
humedad

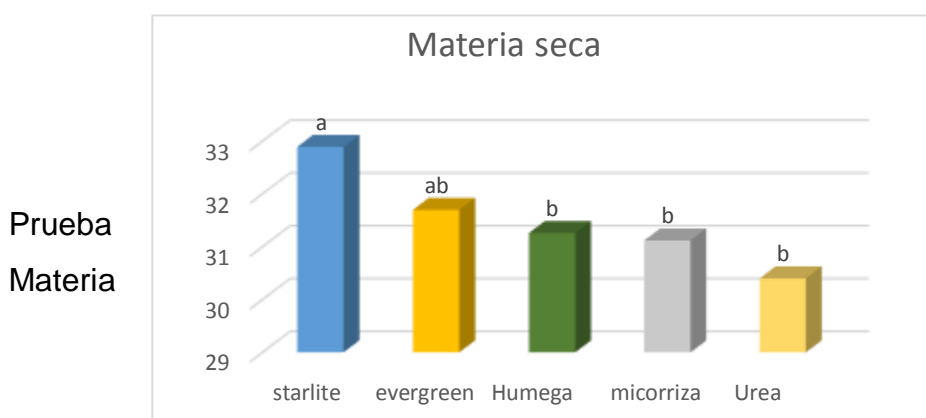


Gráfico N° 2
de Tukey
seca

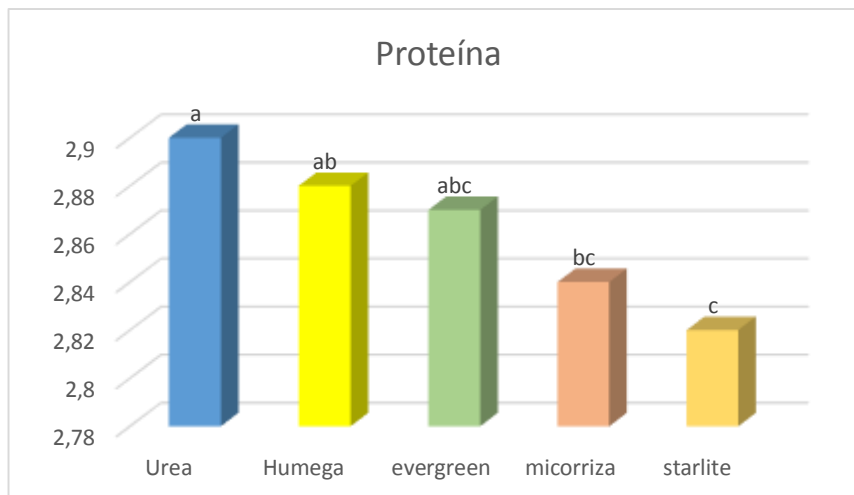


Gráfico N° 3 Prueba de Tukey Proteína

En lo que respecta al cumplimiento del **objetivo N° 2** Determinar el bioestimulante que incide en una mejor absorción de clorofila y su relación con el contenido de proteína. Se realizó la respectiva prueba de laboratorio donde se aplicó el método de absorbancia.

El análisis de varianza dio como resultado alta significancia a nivel de bioestimulantes, lo que descartó la hipótesis nula, aceptando la hipótesis de investigación con un 99% de confianza, definiendo por lo tanto diferencia estadística entre tratamientos con un p-valor de 0,0039 como se describe en el cuadro N° 2.

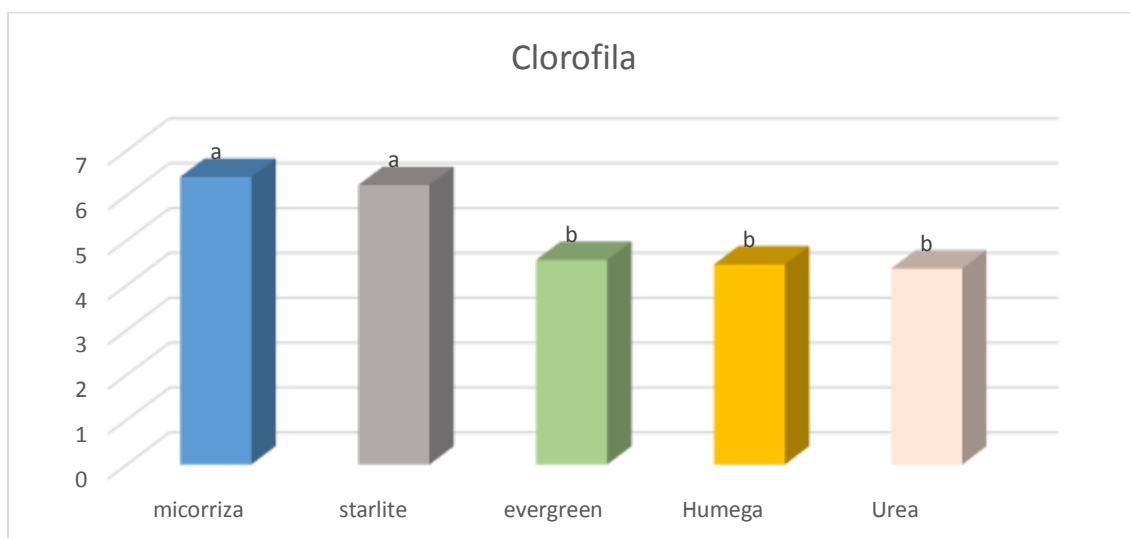
Cuadro N° 2 Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bioestimulantes	12,46	4	3,12	7,9	0,0039
Error	3,94	10	0,39		
Total	16,4	14			

CV= 12,06

La prueba de significación realizada a la variable clorofila, determinó como mejores tratamiento a los manejados con micorriza y Starlite, tal como se aprecia en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 4 Prueba de Tukey Clorofila



Es oportuno mencionar que se realizó un análisis de datos, en el que se determinó la normalidad de los mismos (cuadro N° 3), y por tanto se sustentó el coeficiente de correlación de Pearson.

Cuadro N° 3 Medidas resumen

Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	Mediana	Asimetría	Kurtosis	P(05)
Clorofila	15	5,21	1,08	0,28	20,79	3,96	7,54	5,02	0,64	-0,62	3,96
Proteína	15	2,86	0,04	0,01	1,30	2,79	2,92	2,87	-0,50	-0,53	2,79
Materia seca	15	31,47	1,10	0,28	3,50	29,06	33,32	31,61	-0,27	0,07	29,06
Humedad	15	68,54	1,27	0,33	1,86	66,68	70,94	68,37	0,10	-0,83	66,6

La robustez del análisis de varianza dio lugar a su aplicación, sustentándose por el valor de asimetría que está alrededor de cero y de la Kurtosis que es menor de tres, lo que ratificó la normalidad de los datos y por tanto también la aplicación de la correlación de Pearson.

Cuadro N° 4 Correlación de Pearson

Variable (1)	Variable (2)	n	p-valor
Clorofila	Proteína	15	0,0005
Clorofila	Humedad	15	0,4472
Clorofila	Materia seca	15	0,5762

Como se aprecia en el cuadro N° 4, existe correlación entre clorofila y proteína (nitrógeno) (Gráfico N° 5), no así con las otras variables como son humedad y M.S.

Gráfico N° 5 Correlación clorofila - proteína

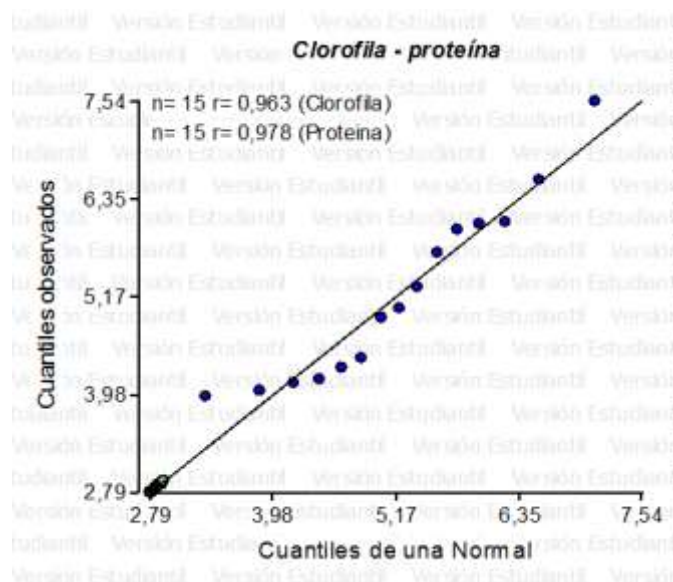
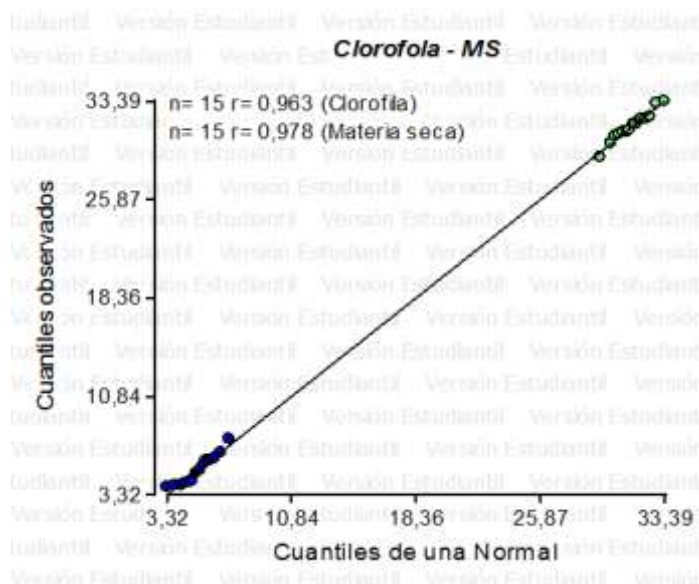


Gráfico N° 6 Correlación clorofila - materia seca



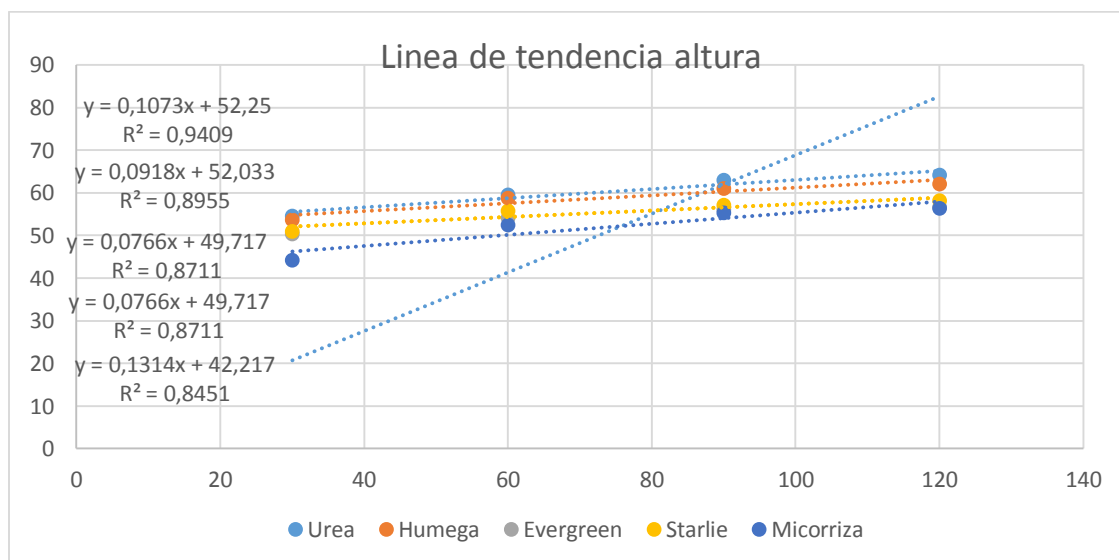
En lo referente al cumplimiento del **objetivo tres** “Identificar el bioestimulante que propicie mayor desarrollo morfológico en plántulas de *café arábigo* (*Coffea arábigo*) en etapa de vivero”, fue necesario hacer un análisis integral del ensayo, se consideró la base de datos tomados en el tiempo (30, 60, 90 y 120 días), lo que motivó la aplicación del diseño completamente al azar con arreglo

factorial pues se sumó el factor tiempo. Las variables analizadas que se relacionan con el desarrollo morfológico de la planta fueron: diámetro de tallo, altura de planta, y número de hojas. Los resultados obtenidos son los siguientes.

El análisis de varianza a nivel de altura no identificó interacción entre los factores: bioestimulante y tiempo, cuyo p-valor 0,994 no determinó significancia a nivel de interacción pues supera el valor de 0,05 requerido como estándar mínimo de significancia, sin embargo ante su proximidad y previa corrección del error mediante una prueba de polinomio ortogonal, considerando que se cuenta con una variable cualitativa - categórica (Bioestimulantes) y otra variable cuantitativa discreta (tiempo), se estableció un valor de p-valor 0,67 (gráfico N° 7), con una tendencia lineal.

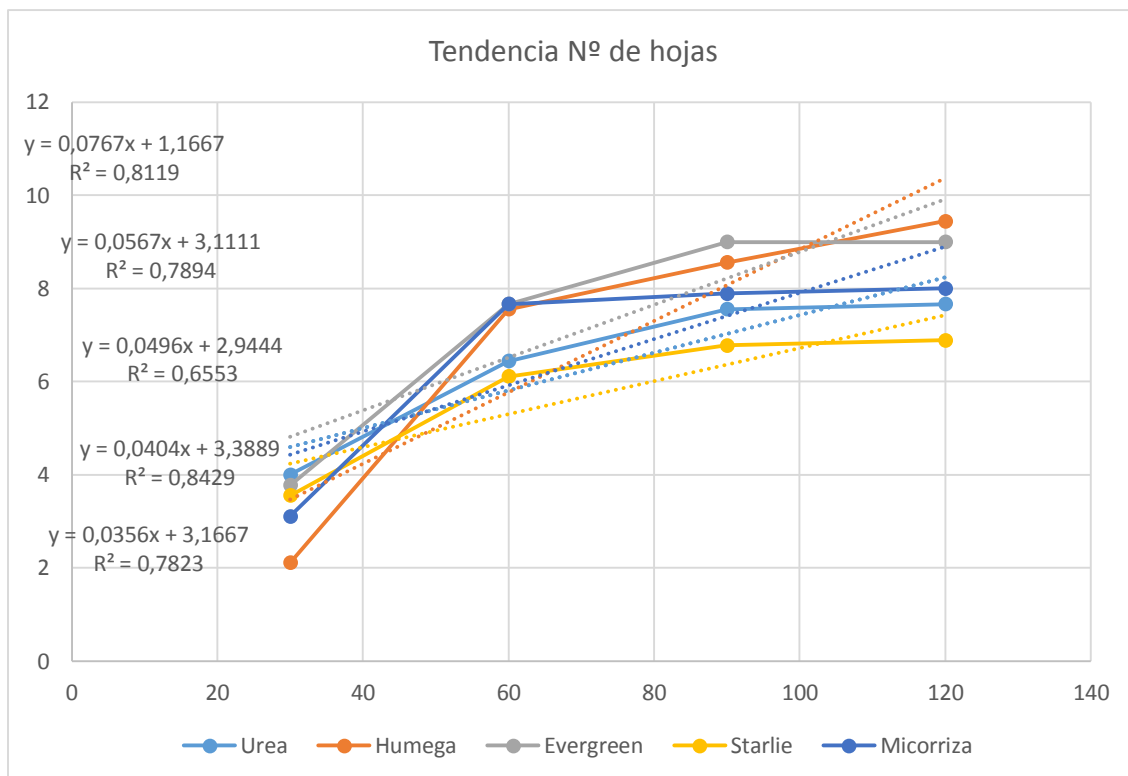
Se aprecia en el gráfico una mejor respuesta de la Urea frente a la altura con una línea de tendencia $R^2 = 0,940$, que determina incluso menor afectación ambiental frente al resto de tratamientos.

Gráfico N° 7 Línea de tendencia altura de planta



Los resultados alcanzados en el análisis de varianza con respecto al número de hojas determinó un p-valor de 0,177 apreciando no significación a nivel de interacción bioestimulantes – tiempo frente al número de hojas, sin embargo el análisis de tendencia lineal determinó un mejor comportamiento del Humega y el Evergreen.

Gráfico N° 8 Línea de tendencia N° de hojas



En lo que respecta al diámetro de tallo, el resultado obtenido en el análisis de varianza fue de un p-valor 0,543 lo que significó que no hay interacción entre los factores biotecnología y tiempo, por tanto el uso de los diferentes bioestimulantes no determino diferencias en el crecimiento del diámetro del tallo durante el tiempo del ensayo.

Con el fin de encontrar diferencias entre tratamientos y el tiempo de crecimiento de las plantas de café en la etapa de vivero, se tomó la decisión de aplicar la prueba de significación de Duncan en cada variable estudiada (cuadro N° 5), en el que se puede apreciar las diferencias entre los tratamientos.

Como se puede apreciar el testigo (Urea) expreso mejor respuesta morfológica, y a nivel de bioestimulantes fueron el Humega y la micorriza, todos entre los 90 y 120 días, lo que da la pauta para comprender que a mayor tiempo, mejor se expresaba la respuesta de la planta de café en la etapa de vivero.

Cuadro N° 5 Prueba de Duncan a nivel Morfológico

Bioestimulantes	Tiempo	M. Altura	Diámetro de tallo	Nº de hojas
Urea	120 minutos	27,4 ^a	0,3 ^a	9,67 ^b
Urea	90 minutos	26,9 ^{ab}	0,23 ^{ab}	9,33 ^{bc}
Humega	120 minutos	25,97 ^{abc}	0,17 ^{abc}	12,33 ^a
Humega	90 minutos	25,53 ^{abc}	0,17 ^{abc}	11 ^{ab}
Starlie	120 minutos	25,33 ^{abc}	0,2 ^{abc}	8,67 ^{bc}
Urea	60 minutos	25,17 ^{abc}	0,1 ^{bc}	8 ^c
Starlie	90 minutos	24,8 ^{abc}	0,17 ^{abc}	8,33 ^{bc}
Humega	60 minutos	24,5 ^{bc}	0,13 ^{bc}	9,33 ^{bc}
Evergreen	120 minutos	24,3 ^{bc}	0,2 ^{abc}	11 ^{ab}
Starlie	60 minutos	24,23 ^{bc}	0,1 ^{bc}	7,67 ^c
Evergreen	90 minutos	24,23 ^{bc}	0,2 ^{abc}	11 ^{ab}
Micorriza	120 minutos	23,8 ^c	0,2 ^{abc}	10 ^{abc}
Evergreen	60 minutos	23,5 ^c	0,1 ^{bc}	9,67 ^{bc}
Micorriza	90 minutos	23,33 ^c	0,2 ^{abc}	9,67 ^{bc}
Urea	30 minuto	23,13 ^c	0,1 ^{bc}	5,33 ^d
Humega	30 minuto	22,33 ^{cd}	0,1 ^{bc}	3 ^d
Starlie	30 minuto	22,27 ^{cd}	0,1 ^{bc}	4,67 ^d
Micorriza	60 minutos	22,17 ^{cd}	0,23 ^{ab}	9 ^{bc}
Evergreen	30 minuto	21,63 ^{cd}	0,1 ^{bc}	4,67 ^d
Micorriza	30 minuto	18,93 ^d	0,1 ^{bc}	3 ^d

8. Discusión

Los resultados obtenidos determinaron una respuesta fisiológica significativa de la planta de café en la etapa de vivero a la aplicación de bioestimulantes, afectando el contenido de proteína (nitrógeno) p-valor 0,0226; sin embargo es importante puntualizar que la urea se presentó entre los tratamiento mejor respuesta que cualquiera de los bioestimulantes aplicados.

El productor de nuestro sector utiliza con mucha frecuencia la urea, comúnmente lo hace de forma indiscriminada y por tanto sin medir consecuencia de los daños que pudiese ocasionar a la planta. El Biuret es un compuesto químico que se encuentra en la urea. La toxicidad por Biuret aumenta cuando la urea se usa en aspersión foliar. (www.cenicafe.org, 2013) El daño detallado por Biuret es acumulativo y los síntomas son: Amarillamiento entre las nervaduras secundarias y hacia el borde de la hoja, hojas en desarrollo quedan pequeñas, las hojas viejas y nuevas forman una concavidad hacia el envés, las plántulas tienen poco desarrollo.

El nitrógeno es uno de los nutrientes que más limita el crecimiento de las plantas, debido a que junto al potasio son los de mayor nivel de demanda por unidad de materia seca de los cultivos (Biblioteca.cenicafe.org, 2015), la concentración del N es del 30,94% y hasta 650 días después de la siembra, la absorción varía entre 8,55 a 19,36 g/planta.

Las hojas de café finalizan su expansión, pasan a ser exportadoras potenciales de nutrientes. La degradación de compuestos contenidos en las células foliares maduras conlleva a la migración de fotoasimilados y nutrientes minerales móviles en especial N y K hacia vertederos como raíces y frutos (Salamanca, 2018), el análisis de laboratorio realizado a partir de las hojas de café, determino la materia seca con un p-valor 0,041 definida mediante análisis de varianza, donde se estableció diferencia significativa entre tratamientos, presentando a los bioestimulantes starlite y Evergreen como los de mejor respuesta fisiológica.

Las altas producciones en los cultivos son el resultado de una producción mayor de materia seca en las hojas (García, 2003) citando además que las

altas densidades de población depende principalmente del suministro de nitrógeno.

Los resultados alcanzados a nivel de asimilación de Clorofila, establecieron asimilación de nitrógeno y por ende correlación, sin embargo los bioestimulantes demostrando tener mejor asimilación que la urea. Sanclemente, (2008) indica que observó una tendencia general a aumentar la eficiencia fotosintética a medida que aumenta la concentración de nitrógeno. Lo que ratifica de Lima et al (2014) quien indica que en las hojas, hay una significativa correlación entre los contenidos de clorofila con la concentración de nitrógeno en la hoja, entre 50 a 70%, en todo caso ambos autores coinciden con los resultados obtenidos en la investigación.

El N, es un importante constituyente estructural de la clorofila, por lo que es importante en la fotosíntesis. Además, también forma parte de los aminoácidos y ácidos nucleicos (Tello, 2012). Sus funciones son: a) Forma parte de la clorofila, b) la materia seca de los vegetales contiene del 2 al 4% de nitrógeno, c) interviene en todo el proceso de formación de los tejidos para el crecimiento de las plantas, d) es el elemento que da mayor respuesta a la producción del café y e) es constituyente de los ácidos nucleicos, por lo mismo responsable de la información genética. (www.anacafe.org, 2018). Los datos alcanzados a nivel de proteína en materia seca coinciden con el promedio alcanzado en la investigación el cual fue de 2,86%.

En lo que respecta al desarrollo morfológico del café en etapa de vivero, se consideró las variables diámetro de tallo, altura de planta, y número de hojas, en todos los casos el desarrollo fue uniforme, con una línea de tendencia creciente durante el tiempo del experimento, encontrándose solo diferencia estadísticas mediante prueba de significación, donde se visualiza mayor asimilación en el cuarto y quinto mes de edad de las plantas, observándose sin embargo mejor respuesta con el urea y con el ácido húmico, aunque las diferencias estadísticamente hablando no fueron significativas.

Utria *et al* (2004) en su investigación realizada empleando bioestimulantes, donde aplico concentraciones en el segundo y cuarto par de hojas verdaderas, encontró que influyo marcadamente en la etapa final del

crecimiento de las plántulas de cafetos pero con valores medios en algunas variables como: la altura de la planta, diámetro del tallo y peso seco total. indicando que en general, se observó un desarrollo vigoroso de las plántulas de cafetos cuando fueron inhibidas en el bioestimulante, pero con tendencia a tener mejor comportamiento cuando se aplicó el mismo en el segundo par de hojas verdaderas. Conceptos que coinciden con los resultados alcanzados en la investigación.

9. Conclusiones

Las conclusiones obedecen a un análisis integral del proceso, partiendo de los objetivos alcanzados:

Se evidencio a nivel de la evaluación del comportamiento fisiológico (contenido de nitrógeno) de café arábigo (*Coffea arábica*) a la aplicación de bioestimulantes en etapa de vivero, que el nitrógeno presente en promedio de 2,68% en la materia seca, influye en la etapa de crecimiento (vivero) del café. Señalando que en esta etapa presentaron mejor respuesta la urea como testigo y el Humega entre los bioestimulantes.

En lo que respecta a la determinación del bioestimulante que incide en una mejor absorción de clorofila y su relación con el contenido de proteína (Nitrógeno), se definió que existe correlación con un 98% entre las dos variables. El estudio también determinó mediante un análisis de varianza que los mejores tratamiento a nivel de asimilación de clorofila fueron los manejados con micorriza y Starlite.

A nivel morfológico, donde se consideró el análisis de las variables diámetro de tallo, altura de planta, y número de hojas, como medio para la identificación del bioestimulante que proporciona mayor desarrollo morfológico en plántulas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero. Fue necesario realizar una análisis de línea de tendencia a partir de medidas repetidas en el tiempo, que evidencio un desarrollo uniforme durante el tiempo del experimento, encontrándose solo diferencia estadísticas mediante prueba de significación, donde se visualiza mayor asimilación en el cuarto y quinto mes de edad de las plantas, observándose mejor respuesta con el urea y a nivel de bioestimulantes el ácido húmico, aunque las diferencias estadísticas no fueron significativas.

10. Recomendaciones

Las recomendaciones se emitan en función a los resultados obtenidos y sus respectivas conclusiones:

La evaluación del comportamiento fisiológico del café arábigo (*Coffea arábica*) a la aplicación de bioestimulantes en etapa de vivero, estableció la presencia de nitrógeno en promedio de 2,68% en la materia seca. Los resultados obtenidos permiten recomendar el uso de la urea, así como del bioestimulante Humega primordialmente, sin que esto signifique limitar el uso de los otros bioestimulantes, por lo cual siempre va a ser oportuno profundizar este tipo de investigaciones.

Entendiendo la correlación entre la clorofila y el nitrógeno, y la importancia de estos elementos en el crecimiento y producción de las plantas, el estudio recomienda a nivel estadístico el uso de los bioestimulantes micorriza y Starlite, u otros considerados en el presente estudio, que como se pudo comprobar participan en la asimilación del nitrógeno en la plantas de café de la etapa de vivero.

En estudio del desarrollo morfológico consideró el análisis de las variables diámetro de tallo, altura de planta, y número de hojas, permitiendo definir que la participación de los bioestimulantes fue significativa de forma individual, no así como interacción con factor tiempo. El desarrollo morfológico fue uniforme durante el tiempo del experimento, encontrándose solo diferencia estadísticas mediante prueba de significación, que determina a la urea y al bioestimulante ácido húmico como los mejores, sin embargo se recomienda profundizar con nuevas investigaciones inherentes al tema, a fin de confirmar resultados.

11. Bibliografía

- Acuña, P. (2013). Influencia de la aplicación de fertilizantes foliares a nivel de viveros de café arábigo (*Coffea arabica*) en el sitio Cabo de Hacha del cantón Jipijapa 2013. Jipijapa, Manabí, Ecuador: UNESUM.
- AGRIPAC. (2017). Evergreen Solución. Balanceado Bioestimulante. Obtenido de Guayaquil - Ecuador : http://www.agroplm.com/src/productos/12471_51_258.htm
- Aguilar, C., Alvarado, I., Martínez, F., Galdámez, J., Gutiérrez, A., & Morales, J. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra* 3 (2016) 011–020 / Recibido: 06 de abril de 2016 / Aceptado: 04 de junio de 2016 ISSN: 1390-8928, 1-110.
- Albujar Manuel. 2008. Universidad Nacional de Trujillo Ing. Agroindustrial. Determinación cuantitativa de las clorofilas. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/293579971/Determinacion-de-Clorofila>
- Barroso, L., Abad, M., Rodríguez, P., & Jerez, E. (2015). Aplicación de fitomas-e y ecomic® para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de cafeto. Obtenido de Ministerio de Educación Superior. Cuba. INCA Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 158-167: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n4/ctr21415.pdf>
- Castellón J., Muschler R., & Jiménez F., 2000. Abonos orgánicos: efecto de sombra en Imácigos de café. *Revista Agroforestería de las Américas* Vol.7 N°26 2000. Disponible en URL: <http://web.catie.ac.cr/informacion/rafa/rev26/arti8b.htm#Resultados> (enero 20, 2014)
- De La Cruz, X. (2015). “Aplicación de bioestimulantes en plantas de café (*Coffea arabica* L.) En vivero, en la zona del Cantón Mocache”. Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Quevedo - Los Ríos.: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1562/1/T-UTEQ-0198.pdf>
- De Lima Vasconcelos Ricardo, De Mello Renato, Reyes Hernández Alfredo, Caione Gustavo. 2014. Efecto del horario de medición, posición y porción de la hoja en los índices de clorofila en la papa. versión On-line ISSN 0718-3429. *Idesia* vol.32 no.4 Arica.
- Delgado Rodolfo, Núñez María y Velásquez Lorenzo. 2014. Acumulación de materia seca, absorción de Nitrógeno, Fosforo y Potasio por el maíz en diferentes condiciones de manejo de la Fertilización Nitrogenada. *revista tropical* versión impresa ISSN 0002-192X. Obtenido de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000400002

- Delgado. De La Roza-, A. Martínez Fernández y Argamentaría Gutiérrez 2002. Determinación De Materia Seca En Pastos y Forrajes a Partir De La Temperatura De Secado Para Análisis
- Díaz, A., Suárez, C., Díaz, D., López, Y., Morera, Y., & López, J. (2016). Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.). Obtenido de Centro Agrícola, 43 (4): 29-35; octubre-diciembre, 2016. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001: <http://oaji.net/articles/2017/2674-1489588866.pdf>
- GAD Parroquia Laurel . (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia El Laurel 2015-2025. Laurel - Daule : Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural El Laurel.
- Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B (2017) Diseños experimentales: Teoría y práctica. Universidad del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 101 p.
- <http://scanprogram.org>. (2014). Producción de plántones de café. Manejo y cuidado del Vivero. Obtenido de <http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/DIPTICO-4-n-.pdf>
- http://www.cofes.org.ar/descargas/relas/5_jornada/4_CLOROFILA.pdf. 8 de octubre de 2015 Cuantificación de Clorofila "a". Microsoft PowerPoint - 4_CLOROFILA.pptx - 4_CLOROFILA.pdfHeguy Jennifer, 2015. Importancia de la Materia Seca y Cómo Medirla. University of California. Agriculture and natural resources.
- Hernández J. Juárez-, Bolaños y M. Reinoso. 2004. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 38, No. 4. Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en pastos tropicales. Época de nortes. ISSN: 0034-7485. Instituto de Ciencia animal Cuba.
- Hidalgo, A. (2015). Características Morfológicas y agronomicas del Cafeto. Obtenido de https://prezi.com/8cqujbpmsv_5/caracteristicas-morfologicas-y-agronicas-del-cafeto/
- Lida Plant Research. (2017). Beneficio del uso de bioestimulantes. Razones para crecer. . Obtenido de Apostamos por una agricultura sostenible, moderna y de futuro. Copyright © 2017 Lida Plant Research S.L. : <http://www.lidaplantresearch.com/es/bioestimulantes/s7i1>
- MAGAP. (2015). MAGAP fomenta la producción de café robusta en la costa. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP. Quito - Ecuador : <http://www.agricultura.gob.ec/magap-fomenta-la-produccion-de-cafe-robusta-en-la-costa/>
- Menéndez , I. (2012). Paquete Tecnológico Café Robusta (*Coffea canephora* P.). Establecimiento y mantenimiento. México : SAGARPA - INIFAP. Obtenido de Centro de Investigación Regional Pacífico Sur.

- Monroig, M. (2016). Manual para la propagación del cafeto. Obtenido de Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas: http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual_propag_cafe_2.pdf
- Monteros , A. (2016). RENDIMIENTOS DE CAFÉ GRANO SECO EN EL ECUADOR 2016. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito - Ecuador. , 1-12.
- Ormeño, M., & Ovalle, A. (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/273321490_Preparacion_y_aplicacion_de_abonos_organicos
- Restrepo, J., www.fundesyram.info, J., & Escobar, R. (2014). Utilización de los residuos orgánicos en Agricultura. Obtenido de FIDAR. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Área de Investigación en Agrobiodiversidad Grafitextos Cali. Colombia: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_CIAT/Residuos_Organicos_Agricultura_FIDAR.pdf
- Riaño H., N. M.; Arcila P., J.; Jaramillo R., Á.; Chaves C., B. 2004. Acumulación de materia seca y extracción de nutrimentos por Coffea arabica L. cv. Colombia en tres localidades de la zona cafetera. Cenicafé 55(4):265-276.
- SAGARPA - INIFAP. (2013). Paquete Tecnológico para la Producción de Plantas de café. Sierra Huasteca Potosina. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP., 1-10.
- Salamanca Alveiro. 2.108. (PDF) Micronutrientes en frutos y hojas de café. Available from: https://www.researchgate.net/publication/297206885_Micronutrientes_en_frutos_y_hojas_de_cafe.
- Sancllemente Angélica, Peña Enrique, Ph. D. 2008. Crecimiento y eficiencia fotosintética del *Udwigia decurrens walter* (onagraceae) bajo diferentes concentraciones de nitrógeno. Acta biol. Colomb., Vol. 13 No. 1, 175 - 186.
- SINTRAINUSCAFE. (2018). Valores acumulados de materia seca en café. Obtenido de <http://sintrainuscafe.org/secciones/extraccion-nutrientes-valores-acumulados-materia-seca-cafe/>
- Tello Gomez Efraín. 2012. Efecto de la aplicación de bioestimulantes, fertilizantes foliares y el caolín, sobre el comportamiento agronómico y

en la producción de la variedad de arroz (*Oryza sativa*) cr-4477 en finca la Vega. San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Utria Borges E.; V. Rodríguez Oquendo; L. G. Moisés-Medina; J Calderón. Agüero; Suárez-Soria F. O. (2004). Respuesta de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) a la aplicación de brasinoesteroide en diferentes concentraciones y etapas de su desarrollo valagro. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(1): 11-14, Obtenido de <https://www.valagro.com/es/corporate/investigacion-y-desarrollo/>

<http://www.grupo-selecta.com/notasdeaplicaciones/analisis-alimentarios-y-de-aguas-nutritional-and-water-analysis/determinacion-de-proteinas-por-el-metodo-de-kjeldahl-kjeldahl-method-for-protein-determination/> 21 de junio del 2011.

http://www.cofes.org.ar/descargas/relas/5_jornada/4_CLOROFILA.pdf. 8 de octubre de 2008.

https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_17_Disturbios_fisiologicos.pdf. 6 de noviembre de 2013.

<http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/405/1/avt0420.pdf>. 3 de junio de 2015

[https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_Fertilizacion#Funciones_d_el_Potasio%20\(K\)](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_Fertilizacion#Funciones_d_el_Potasio%20(K)). (2018). Caficultura Fertilización - ANACAFÉ

<http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=2781>. Fundación para el desarrollo socioeconómico y restauración ambiental. Pasos para realizar un semillero de Café. 2017

http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf. 2018. Morfología del Café.

<http://academic.uprm.edu>. (2016) Morfología del café. Obtenido de http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf

<http://www.biostimulants.eu>. (2012). Definición de Bioestimulantes revisada por EBIC. Obtenido de EBIC European Bioestimulants Industry Consortium: http://www.biostimulants.eu/wp-content/uploads/2012/05/EBIC_PRESENTACION_CASTELLANO.pdf

<http://www.biostimulants.eu>, (2015). Bioestimulantes, Fitofortificantes. Buscan su espacio. Obtenido de SANidad Vegetal: <https://aefa-agronutrientes.org/wp-content/uploads/biostimulantes-fitofortificantes-buscan-su-espacio.pdf>

<http://www.agroterra.com>, (2013). Bioestimulantes, uso y composición. Obtenido de <http://www.agroterra.com/blog/descubrir/biostimulantes-uso-y-composicion/77229/>

<http://www.lidaplantresearch.com>. (2017). ¿Qué son los bioestimulantes agrícolas? Obtenido de © 2017 AEFA / Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. Madrid - España: <https://aefa-agronutrientes.org/biostimulantes-agricolas>

<http://www.ecoaccionbolivia.com>, (2018) STARLITE Regulador de suelos . Obtenido de <http://www.ecoaccionbolivia.com/wordpress/starlite/>

<http://www.ecomicrobials.com>, (2018) Aplicación de insumos orgánicos para el mejoramiento de la calidad del agua y suelo en piscinas camaroneras. Obtenido de Mundo Verde. Guayaquil - Ecuador : [http://www.ecomicrobials.com/pdfs/results/ecoPro in shrimp ecuador.pdf](http://www.ecomicrobials.com/pdfs/results/ecoPro%20in%20shrimp%20ecuador.pdf)

<https://www.agroquimica.cl>, (2013) Ficha Técnica Humega. Obtenido de <https://www.agroquimica.cl/doc/GOhumega.pdf>

<http://www.delcorp.com.ec>, (2013) Fertilizantes Simples. Urea. Obtenido de FERTIANDINO. DELCORP S.A Guayaquil - Ecuador : <http://www.delcorp.com.ec/index.php/divisiones/fertilizantes/fertilizantes-simples/urea>

<http://ferbiohux.redtienda.net>, (2018) Micorriza Líquida VAM. El Abono Vivo de forma líquida. Obtenido de Copyright © 2018 ferbiohux. Huxtable Fertilizantes Bioquímicos. : <http://ferbiohux.redtienda.net/pro.php?id=404149>

www.intagri.com. (2017). Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biostimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>

www.intagri.com. (2017). Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Obtenido de Artículo original

por Dr. Patrick Du Jardin. Intagri S.C. © 2001 - 2017 Todos los derechos reservados. Celaya, Guanajuato, México:
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>

www.cenicafe.org. (2013). Crecimiento y desarrollo de las plantas de café. Obtenido de Sistemas de producción de café en Colombia : <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>.

www.fundesyram.info, O. (2013). Botánica de la planta de Café. Obtenido de Agroecología FUNDESYRAM:
<http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=2729>

www.researchgate.(2015). Micronutrientes en frutos y hojas de café. . Obtenido de Revista Cenicafé 66 (2): 73-87. 2015:
https://www.researchgate.net/publication/297206885_Micronutrientes_en_frutos_y_hojas_de_cafe

ANEXOS

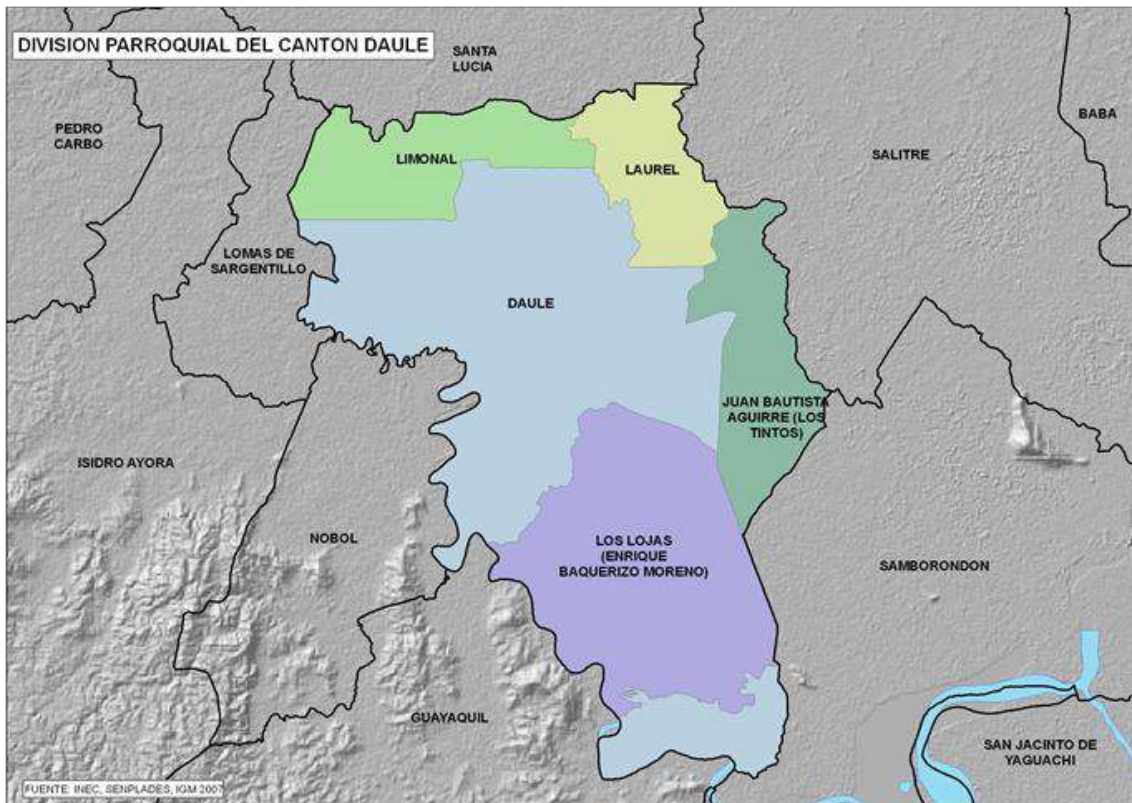
ANEXO 1. Cronograma

ACTIVIDAD	Año 2018																				
	marzo				abril				mayo				junio				julio				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Análisis y aprobación del tema		x	x																		
Elaboración de proyecto				x	x																
Presentación para pre defensa						x															
Pre defensa del trabajo de titulación							x														
Desarrollo del experimento en campo					x	x	x	x	x	x	x	x		X	x	x					
Toma de datos de campo						x	x	x	x	x	x	x									
Presentación de primer borrador al tutor																		x			
Presentación del trabajo de titulación a la unidad de titulación																			x		
Sustentación de trabajo de titulación																				x	
Entrega de empastados y CD																				x	
Graduación																				x	

ANEXO 2. Presupuesto

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Elaboración de proyecto	unidad	1	50,00	50,00
Plántulas de café arábigo	unidad	200	0,50	100,00
Caña guadua	unidad	10	3,00	30,00
Fundas plásticas negras	ciento	10	1,50	15,00
Humega	litro	0,5	15,00	7,50
Evergreen	litro	0,5	35,00	17,50
Ácidos húmicos	litro	0,5	12,00	6,00
Tierra negra	global	1	10,00	10,00
Arena de río	global	1	10,00	10,00
Humus	kg	20	2,00	40,00
Baldes	unidad	2	3,00	6,00
Regadera	unidad	1	20,00	20,00
Alambre	rollo	1	2,00	2,00
Clavos	libra	2	1,00	2,00
Hojas de cady	global	1	5,00	5,00
Mantenimiento del ensayo	jornal	6	15,00	90,00
Borrador de Trabajo de Titulación	unidad	1	15,00	15,00
Impresiones de trabajo para sustentación	hojas	400	0,03	12,00
CD con Trabajo de Titulación	unidad	4	1,50	6,00
Empaste de Trabajo de Titulación	unidad	2	15,00	30,00
TOTAL				474,00

ANEXO 3. UBICACIÓN DE LA PARROQUIA LAUREL DEL CANTÓN DAULE



ANEXO 4. Fotografías del desarrollo de la investigación

Selección de plantas del semillero al vivero



Preparación del sustrato, llenado de fundas y siembra de plantas de café



Bioestimulantes utilizados durante el desarrollo del experimento



Recolección de muestras para trabajos de laboratorio



Trabajo de laboratorio, macerado de muestras para obtención de materia seca.



Laboratorio de

bromatología. UNESUM

Determinación de clorofila y proteína en laboratorio de bromatología de la UNESUM



ANEXO 5

Formulario de:

AUTORIZACION DE DERECHO DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO DIGITAL UNESUN.

Quien suscribe, Moreno Quinto Josselyn Stefania en calidad del siguiente trabajo escrito titulado **Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero**, otorga a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción y distribución pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia.

El autor declara que el contenido que se publicara es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Estatal del Sur de Manabí, se autoriza a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

El autor como el titular de la autoría de la obra y en relación de la misma, declara que la Universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que el asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta autorización, se cede a la Universidad Estatal del Sur de Manabí el derecho exclusivo de archivar y publicar para ser consultado y citado por terceros, la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se haga para obtener beneficios económicos

Jipijapa 24 de Septiembre del 2018


Josselyn Stefania Moreno Quinto

C.I 092254929-0