

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS EN EL CAFETO
(*Coffea arábica*), VARIEDAD TÍPICA EMPLEANDO DOS TIPOS DE
FERTILIZACIÓN EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA AMAZONÍA
ECUATORIANA.

AUTORES:

CERDA ANDI KATHERINE MARITZA

SALAZAR GREFA JAIME CIRILO

DIRECTOR DEL PROYECTO:

MsC. ALBA ROJAS JORGE LUIS

Puyo - Pastaza-Ecuador

2020

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a DIOS por guiarnos siempre en el camino de la vida, por darnos las fuerzas suficientes para continuar con nuestras metas.

A nuestros padres por velar el bienestar de cada uno y por el apoyo que nos han brindado en el transcurso de nuestras vidas, enseñándonos valores y sus consejos que nos ayudan a afrontar los retos que se nos van presentando en el camino.

De igual manera agradecemos a la Universidad Estatal Amazónica, que nos dio la oportunidad de ejercer nuestros estudios y brindarnos tantas oportunidades en esta etapa. A los profesores por su orientación, la paciencia, dedicación y de llenarnos valiosos conocimientos que nos hicieron crecer día a día como profesional, de igual manera a nuestro Tutor por darnos todo el apoyo, ayuda y guiarnos en el desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

A mi querida Abuela Serafina Andi, que ya no se encuentra en este mundo, pero estuvo dándome todo el amor y cariño. Quien siempre me brindó su apoyo a seguir adelante en las metas que me proponga. La tengo presente en todo momento.

A mis padres, de igual manera por el apoyo incondicional en todos mis estudios e incentivarme a ser una mejor persona.

A mi hijo Axel Calapucha, que con su amor y cariño me dieron la motivación e inspiración a seguir adelante y no rendirme para concluir mis estudios.

Katherine Cerda

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis Padres por el esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja la dedicación, el amor que invierten sus padres en sus hijos. Gracias a mis padres son quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a Jaime Salazar y Angela Grefa, mi mayor inspiración, gracias a ustedes he concluido con mi mayor meta.

A mi esposa e hija que viene en camino que siempre estuvieron a mi lado apoyándome incondicionalmente dándome palabras de aliento, consejos y amor para la culminación de este proyecto.

MsC. Alba Jorge más que un director de proyecto, un gran amigo, los docentes son un pilar fundamental para tu aprendizaje. Agradezco a mi director de proyecto, quien con sus conocimientos y su gran trayectoria, ha logrado en mí culminar mis estudios con éxito.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Estatal Amazónica, a la Facultad de Ingeniería Agropecuaria, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad

Salazar Jaime

RESUMEN EJECUTIVO

El cultivo de café es una planta con un buen vigor vegetativo, esta especie tiene una gran adaptación ecológica, se puede encontrar en varios países del mundo; en la actualidad se ha incrementado su producción debido a la gran demanda que existe, siendo así el café un producto de gran importancia en el mundo, por tal razón el experimento se realizó en la provincia de Pastaza, cantón Santa Clara, en la zona de San José Km 31 comunidad san Vicente, con el objetivo de evaluar características morfofisiológicas en el cultivo de café arábica (*Coffea arábica*), variedad típica como respuesta al efecto de dos tipos de fertilizantes en condiciones amazónicas. Se montaron tres bloques con tres réplicas con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Mediante el estudio nos permitió determinar el comportamiento de crecimiento en cada una de las variables estudiadas. El T1: Fertilizante Orgánico Acido Húmico, complementado con Fertilizante Foliar completo fertisol 10-30-10 y T2: Fertilizante Orgánico Compost, complementado con Fertilizante Foliar Fuerza verde especial 30-27-30-3 Mg. Cada tratamiento conformado por parcelas de 10 metro de longitud y 7,50 metros de ancho para un área por parcela de 75 m². Compuesta por 5 surcos con un marco de plantación de 2m x 1,50m, dando en total de 25 plantas. El experimento tendrá un total de 225 plantas. Se evaluará las plantas que están en los surcos o hileras intermedias evitando el efecto de borde y se tomaran aquellas que estén en competencia intra específica perfecta. Los resultados obtenidos mediante la evaluación realizada se pueden indicar que no fue posible determinar el efecto de las diferencias estadísticas en la aplicación de dos tipos de fertilizantes, posiblemente por las fechas de corto tiempo en el que se tomaron las evaluaciones. Aunque en las variables morfológicas y fisiológicas evaluados podemos corroborar que T1 (Fertilizante Orgánico Acido Húmico, complementado con Fertilizante Foliar completo fertisol 10-30-10), obtuvo mayor relevancia en los indicadores de estudio a pesar del corto tiempo.

Palabras claves: Fertilización, morfofisiológicas, variedad típica, compost, fertilizante foliar.

ABSTRAC

Coffee cultivation is a plant with good vegetative vigor, this species has a great ecological adaptation, it can be found in several countries of the world; At present, its production has increased due to the great demand that exists, being coffee a product of great importance in the world, for this reason the experiment was carried out in the province of Pastaza, canton Santa Clara, in the area of San José Km 31 San Vicente community, with the objective of evaluating morphophysiological characteristics in the cultivation of Arabica coffee (*Coffea Arabica*), a typical variety in response to the effect of two types of fertilizers in Amazonian conditions. Three blocks with three replicas with a completely randomized block design (DBCA) were mounted. Through the study it allowed us to determine the growth behavior in each of the variables studied. T1: Organic Fertilizer Humic Acid, supplemented with Complete Foliar Fertilizer fertisol 10-30-10 and T2: Organic Compost Fertilizer, supplemented with Foliar Fertilizer Special green strength 30-27-30-3 Mg. Each treatment consists of plots 10 meters long and 7.50 meters wide for an area per plot of 75 m². Composed of 5 rows with a plantation frame of 2m x 1.50m, giving a total of 25 plants. The experiment will have a total of 225 plants. The plants that are in the furrows or intermediate rows will be evaluated avoiding the edge effect and those that are in perfect intra-specific competition will be taken. The results obtained through the evaluation carried out can indicate that it was not possible to determine the effect of the statistical differences in the application of two types of fertilizers, possibly due to the short time dates in which the evaluations were taken. Although in the morphological and physiological variables evaluated, we can confirm that T1 (Organic Humic Acid Fertilizer, supplemented with complete Foliar Fertilizer fertisol 10-30-10), obtained greater relevance in the study indicators despite the short time.

Keywords: Fertilization, morphophysiological, typical variety, compost, foliar fertilizer.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 PROBLEMA.....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO.....	4
2.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	4
2.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
2.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	5
2.1.3.1 RAÍZ.....	5
2.1.3.2 TALLO.....	5
2.1.3.3 HOJAS.....	5
2.1.3.4 FLORES.....	5
2.1.3.5 FRUTO.....	6
2.1.3.6 SEMILLAS.....	6
2.2 VARIEDAD CULTIVADA.....	6
2.2.1 VARIEDAD TÍPICA.....	6
2.3 EXIGENCIAS ECOLÓGICAS.....	6
2.3.1 CLIMA Y SUELO.....	6
2.3.2 ELEMENTOS NUTRICIONALES DEL CAFÉ.....	7
2.3.2.1 ELEMENTOS MAYORES.....	7
2.3.2.2 ELEMENTOS SECUNDARIOS.....	7
2.3.2.3 ELEMENTOS MENORES.....	7
2.4 MANEJO DEL CULTIVO.....	7
2.4.1 LABORES CULTURALES.....	7
2.4.2 PROPAGACIÓN.....	8
2.4.3 TRASPLANTE.....	8

2.4.4 PODA.....	8
2.4.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES	9
2.5 FERTILIZACIÓN EN CAFÉ.....	9
2.5.1 FERTILIZACIÓN QUÍMICA	9
2.5.1.1 FERTISOL (FOLIAR)	9
2.5.2 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....	10
2.5.2.1 COMPOST	10
2.5.2.2 ÁCIDO HÚMICO	10
2.5.2.3 FUERZA VERDE (FOLIAR)	11
2.5.3 APLICACIÓN DE FERTILIZANTE	11
2.5.4 FUNCIÓN QUE DESEMPEÑAN LOS ELEMENTOS ESENCIALES....	11
2.6 ZONAS DE PRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO III	14
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	14
3.1 LOCALIZACIÓN	14
3.1.1 CONDICIONES METEOROLÓGICAS	14
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	14
3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	15
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	15
3.4.1 Dosis de aplicación del fertilizante edáfico y foliar.....	17
3.5 MODELO MATEMÁTICO.....	17
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	17
3.7 MATERIALES Y EQUIPOS.....	18
3.7.1 Materiales.....	18
3.7.2 Equipos.....	18
3.8 VARIABLES DE ESTUDIO.....	18
3.8.1 Parámetros morfofisiológicas para la obtención de datos.....	19
CAPÍTULO IV	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
4.1. RESULTADOS DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS	20
4.1.1 Variación de la altura durante el desarrollo del cultivo.....	20
4.1.2 Variación del diámetro de tallo durante el desarrollo del cultivo.	21
4.1.3 Variación en el número de ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo	22

4.1.4 Variación en el número de nudos por ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo	23
4.1.5 Variación en la distancia entre nudos en los ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo	24
4.1.6 Variación de longitud del peciolo durante el desarrollo del cultivo.....	25
4.1.7 Variación de números de hojas durante el desarrollo del cultivo.....	26
4.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS	27
4.2.1 Variación del Área foliar durante el desarrollo del cultivo	27
4.2.2 Variación del Índice del Área foliar durante el desarrollo del cultivo	28
CAPÍTULO V.....	29
5. CONCLUSIONES.....	29
5.1 RECOMENDACIONES	29
CAPÍTULO VI.....	30
6. BIBLIOGRAFÍA.....	30
CAPÍTULO VII.....	32
7. ANEXOS	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Político del GAD de la Parroquia San José.	14
Figura 2. Diseño de parcelas experimentales.	15
Figura 3. Representación del diseño de bloques completamente al azar del cultivo de café arábica. Tratamiento 1 (T1); Tratamiento 2 (T2); Testigo (TG).	16
Figura 4. Variación de la altura durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	20
Figura 5. Variación del diámetro de tallo durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	21
Figura 6. Variación en el número de ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	22
Figura 7. Variación en el número de nudos por ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	23
Figura 8. Variación en la distancia entre nudos en los ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	24
Figura 9. Variación de longitud del peciolo durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	25
Figura 10. Variación de números de hojas durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	26
Figura 11. Variación del Área foliar durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilizantes.	27
Figura 12. Variación del Índice del Área foliar durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Funciones que desempeñan cada uno de los elementos esenciales.	11
Tabla 2. Tratamientos utilizados en la investigación.....	16
Tabla 3. Anova de los indicadores morfofisiológicos del primer día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 14 de noviembre.	32
Tabla 4. Anova de los indicadores morfofisiológicos del segundo día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 21 de noviembre.....	33
Tabla 5. Anova de los indicadores morfofisiológicos del tercer día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 28 de noviembre.....	34
Tabla 6. Anova de los indicadores morfofisiológicos del cuarto día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 05 de diciembre.....	35
Tabla 7. Anova de los indicadores morfofisiológicos del quinto día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 12 de diciembre.....	36
Tabla 8. Anova de los indicadores morfofisiológicos del sexto día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 19 de diciembre.....	37
Tabla 9. Anova de los indicadores morfofisiológicos del séptimo día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 26 de diciembre.....	38

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café es una planta con un buen vigor vegetativo, esta especie tiene una gran adaptación ecológica, por esta razón se los puede encontrar en varios países del mundo; en la actualidad se ha incrementado su producción debido a la gran demanda que existe en las nuevas formas de consumo (café soluble y el gran surgimiento del café descafeinado), como también a la calidad que tiene, siendo así el café un producto de gran importancia en el mundo (INIAP & COFENAC, 2013).

El Ecuador es uno de los países que se cultivan las especies de café arábica y robusta, una superficie aproximada de 213 175 hectáreas, que se encuentran en las regiones Litoral y Galápagos; como también en algunas zonas occidentales y orientales. Se puede tener en cuenta que el país produce la especie café arábigo desde el año 1830 (INIAP & COFENAC, 2013)

Además, es importante para los caficultores conocer las distintas especies y variedades que presenta el café. Esto le permitirá seleccionar la especie o material genético que mejor se adapte a las condiciones de clima y suelo de las fincas. En el Ecuador, las especies cultivadas comercialmente son: *Coffea arábica* y *Coffea canephora* (robusta). Se pueden identificar por sus características morfológicas y sus áreas de dispersión.

La producción del cultivo de café se encuentra afectadas por distintos factores en el campo, ya sea por el uso de variedades poco productivas a las condiciones del clima, suelo, la falta de control de malezas, escasa nutrición que la planta necesita para su desarrollo, alta incidencia de plagas y enfermedades, que se deben de tomar en cuenta para una buena productividad del cultivo.

A través de esta investigación se evaluaron parámetros morfofisiológicos de las plantas como respuesta a la aplicación de fertilización orgánica y química que ayuden al desarrollo y mejoramiento del cultivo.

1.1 JUSTIFICACIÓN

El café es uno de los cultivos que se destaca en las exportaciones agrícolas del país; al mismo tiempo con el cacao y el banano han creado varias fuentes de empleo y sobre todo de divisas que son el pilar de la economía ecuatoriana, dando así origen al progreso de nuevas actividades económicas en el país Cofenac (2013). En el Ecuador, el 80 % de las plantaciones de café se manejan en forma tradicional, es decir sin plan de fertilización, por lo que no se ha logrado obtener en algunos casos los rendimientos deseados.

Al evaluar el comportamiento del cultivo de café mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos y químico, permite conocer el efecto que causa en la planta, para estimular un mejor desarrollo y crecimiento del cultivo de café arábica variedad típica, plantado bajo condiciones edafoclimáticas de la amazonia ecuatoriana, se evalúa la respuesta del cultivo a dos tipos de fertilización, para lo cual se evaluaron 11 variables.

1.2 PROBLEMA

La Región Amazónica se ha visto afectada a factores naturales y a escaso conocimiento del manejo agronómico de aplicación de fertilizantes en los cultivos de café, obteniendo como resultado el mal desarrollo de la planta. Debido a estos problemas se plantea utilizar abonos orgánicos que ayuden al crecimiento óptimo del cultivo que puede mejorar la producción y calidad del café. La variedad con la que se va a trabajar en el experimento es la Típica, ya que es un clon mejorado que es adaptable a las condiciones de la Amazonia.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Los tipos de fertilización aplicados serán efectivas en el desarrollo de la planta de *café* (*Coffea arábica*) en la provincia de Pastaza, Cantón Santa Clara?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar características morfofisiológicas en el cultivo de café arábica (*Coffea arábica*), variedad típica empleando dos tipos de fertilización en condiciones amazónicas.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el comportamiento morfológico del cultivo de café bajo dos tipos de fertilización.
- Determinar los indicadores fisiológicos del cultivo de café (*Coffea arábica*) en dos tipos de fertilización.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO

2.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Según Carvalho (1997), el origen del café arábigo proviene del continente Africano en las montañas sur occidentales de Etiopía, el altiplano del Sudán y el Norte de Kenia, donde es un componente natural del sotobosque, ubicado de 1 300 a 2 000 metros de altitud.

El género *Coffea* comprende una diversa vegetación con distintos tipos de especies, variedades e híbridos, del cual se ha visto afectado a los diferentes cambios a través del tiempo ya sea de manera espontánea o provocados por el hombre, para aprovecharlas a su beneficio Iniap (2003).

2.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Sotomayor (1993), Señala que el café pertenece al género *Coffea* con aproximadamente 100 especies. Del cual se encuentra clasificado de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

Subreino: Angiosperma

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Asteridae

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Especie: *Coffea arábica*

2.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.1.3.1 RAÍZ

Según Pilatasig (2017), manifiesta que se compone por una 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 y las raíces terciarias de las que emergen las raicillas (cabellera), que ayuda a la planta para la absorción de agua y nutrientes. El desarrollo normal del sistema radicular del cafeto es muy importante para su crecimiento, producción y longevidad. Por lo que es indispensable el cuidado excelente de la planta para lograr obtener una raíz principal bien formada en el campo.

2.1.3.2 TALLO

El cafeto es un arbusto que está conformado por un tallo central, en el extremo se encuentra la “yema” terminal u ortotrópica, estas son las responsables del crecimiento vertical, que dan comienzo a las ramas plagiotrópicas, como también tiene conexión con el tallo principal. A través de los tipos de crecimiento se conforma su sistema vegetativo y productivo. También pueden originar ramas plagiotrópicas pero nunca darán origen naturalmente a ramas ortotrópicas (Figueroa, Pérez y Godínez, 2014).

2.1.3.3 HOJAS

Las hojas nacen en la parte terminal del tallo y en las ramas plagiotrópicas de un mismo plano. Crecen en disposición opuesta, son de forma elíptica. La lámina de la hoja mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, Su tamaño, color y cantidad varía de acuerdo con la especie y variedad. La función principal de las hojas está asociada a la fotosíntesis y foto respiración, procesos indispensables para regular la actividad productiva (Leon, 2000).

2.1.3.4 FLORES

Alulima (2012), Manifiesta que en las axilas de las hojas se forman flores en grupos de 4 y color blanco, un solo ovario y cinco estambres en la unión de los pétalos. El cafeto necesita unos 3 años aproximadamente para la primera floración y 5 para realizar la primera cosecha. Se conoce que se producen 2 floraciones al año, pero según el estado ambiental puede llegar a producir hasta 8 veces, por esa razón se encuentran en la misma planta, frutos en diferente estado de madurez.

2.1.3.5 FRUTO

Es una baya que contiene dos semillas con una longitud de 10 a 17 mm que se conoce como café uva. Se toma en cuenta el tipo de variedad a utilizar, se necesita de 7 a 8 meses para que madure el fruto, su cubierta (pulpa) es de color roja o amarilla dependiendo de algunas variedades. Está conformado por: la pulpa (exocarpio y mesocarpio), el pergamino (endocarpio), la película plateada (testa), la semilla (endosperma) y el embrión (Pilatasig, 2017).

2.1.3.6 SEMILLAS

La semilla según Sotomayor y Duicela (1993), menciona que está conformada por el endosperma y el embrión. Está cubierto el endosperma por una fina membrana que se la llama película plateada. Esta a su vez está cubierta por el pergamino, el que está cubierto por una sustancia gelatinosa y azucarada denominada mucílago. Durante la fase de germinación se brota la radícula que se curva luego hacia la tierra para producir pequeñas raíces laterales.

2.2 VARIEDAD CULTIVADA

2.2.1 VARIEDAD TÍPICA

La variedad Típica es una variedad arábica pura, originaria de Etiopía. Esta variedad es de un aspecto alto, que puede alcanzar entre unos cuatro metros a libre crecimiento. Los brotes tiernos son de color bronceado. Las ramas aparecen en el tallo principal formando un ángulo aproximado de 60°. Los entrenudos son largos, aproximadamente de cinco centímetros. Los frutos son alargados y de buen tamaño. Esta variedad se empezó a cultivar en el Ecuador en 1830 y es susceptible a la roya del café (Gómez, 2010).

2.3 EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

2.3.1 CLIMA Y SUELO

El café arábico es una especie de las tierras altas con un período de floración que es destacada por ser susceptible al exceso de tiempo lluvioso. Cuando se inicia la temporada de lluvia las plantas entran en estado de floración entre cuatro días o unas semanas después, mientras que en la temporada seca continua su desarrollo vegetativo normal.

El café se cultiva en lugares con una precipitación varía desde los 750 mm anuales (7.500 m³/ha) hasta 3000 mm (30.000 m³/ha), se conoce que el mejor café se produce en aquellas

áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 metros, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta (Gomez, 2015).

2.3.2 ELEMENTOS NUTRICIONALES DEL CAFÉ

La nutrición de las plantas según Sadeghian (2008), menciona el cafeto requiere al menos 16 o más elementos nutritivos llamados elementos esenciales para su crecimiento; tres de ellos, el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, la planta los extrae del agua y del aire; los trece restantes son tomados del suelo mediante el sistema radical, los que pueden ser absorbidos también por vía foliar.

2.3.2.1 ELEMENTOS MAYORES

Los elementos más significativos para un buen desarrollo de la planta son los que pertenecen a este grupo, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio. La planta absorbe estos nutrientes en altas cantidades. Por ello las principales fórmulas para aplicar fertilizantes en la producción de café los incluyen como componentes importantes.

2.3.2.2 ELEMENTOS SECUNDARIOS

Los siguientes elementos que también son importantes para la obtención de plantas saludables y vigorosas son el calcio, el magnesio y el azufre. El estimado que aportan estos elementos es intermediario.

2.3.2.3 ELEMENTOS MENORES

Los microelementos como también se los llama son el zinc, el hierro, el cloro, el boro, el molibdeno, el cobre y el magnesio, estos son consumidos en pequeñas cantidades. Es de suma importancia tener en cuenta el correcto consumo de los elementos hacia la planta, ya que con la aportación que realizan los nutrientes del suelo si no son correctamente balanceados entre ambas partes pueden ser perjudiciales, ya sea por exceso o deficiencia de estos.

2.4 MANEJO DEL CULTIVO

2.4.1 LABORES CULTURALES

Las malezas que crecen en el cultivo del café evitan que las plantas se desarrollen y tenga una productividad deficiente debido a la competencia por espacio, agua, luz y nutrientes.

La aparición de las malezas causa deformaciones morfológicas a las plantas y frutos, disminuyendo la rentabilidad de la actividad agrícola, por lo cual es indispensable la realización de limpieza en los cultivos por lo menos una vez al año (Cofenac, 2003)

2.4.2 PROPAGACIÓN

En la actualidad se viene utilizando el sistema de propagar el café por medio de plantas obtenidas de semilla en las plantaciones cafetaleras, las semillas se siembran en almácigos especiales, donde las plantitas son cuidadas hasta el tiempo del trasplante en el campo. Para minimizar el ataque de enfermedades se puede utilizar tierra virgen. Cada almácigo se dispone para ser el sostén del vivero limpiándolo de piedras, nivelándolo, etc. Es necesario situar bajo una ligera sombra de hojas de palma o tira de bambú. Dentro del vivero se disponen hileras espaciadas unos 15 cm, a lo largo de los surcos. El material de siembra se selecciona de acuerdo a la adaptabilidad a las condiciones locales, de igual manera que por su capacidad de alto rendimiento, resistencia a las enfermedades y otras razones. Cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, o sea aproximadamente de seis a ocho meses después de la siembra, los arbustos están listos para su trasplante (Infoagro, 2012).

La propagación agámica es aplicada en muchos lugares del mundo utilizando ramillas.

2.4.3 TRASPLANTE

Es importante realizar el trasplante al campo en épocas de abundante precipitación, ya que facilitará una rápida adaptación y reducirá el riesgo de pérdidas de la planta. Las plantitas deben ser sembradas en las fundas a la misma altura o profundidad que estaban en el semillero. De esta forma las raíces quedarán en el lugar original. Debe planificarse la construcción del vivero de forma organizada unos 4-5 meses antes del invierno, para cuando se realice la siembra al campo la planta posea 6 hojas verdaderas por lo menos, ya que de esto favorecerá la fijación de futuras plantaciones, se debe planificar la siembra de forma que coincida con las lluvias (Ordoñez, 2010).

2.4.4 PODA

En cuanto a la poda del café existen aspectos importantes que hay que tomar en consideración para obtener una estructura vigorosa y balanceada, con ramas fuerte para la temporada de fructificación. El empleo de poda tiene los siguientes puntos: suprimir todas las partes inútiles de las plantas ya que, pues estas partes de la planta consumen la savia inútilmente y no permiten que las partes fundamentales las obtengan, la adaptación de la

planta de modo que se forme a las necesidades del cultivo encaminando al buen desarrollo en longitud, extensión y simetría por lo que puede llegar a dificultar en la cosecha o permitir la penetración de la luz y del calor hacia el arbusto, por último procurar la mayor y más constante producción, se la realiza para disponer las ramas de fruto de una manera conveniente, es decir, procurando que su número es precisamente el que pueda nutrir el arbusto (Gómez, 2010).

2.4.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

La incidencia de plagas en las plantas de café puede ser muy variada, ya sea por las palomillas, escamas y nematodos atacan el sistema radical; los cortadores y chupadores (*Aethalion reticulatum*, *Toxoptera aurantii*), atacan el tallo, las hojas, el fruto, y la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) que se alimenta del fruto del café. Tiene que ver mucho en cuanto al estado del ciclo de la planta, por lo que las plantas jóvenes probablemente tienen el riesgo de ser atacadas más que las adultas. Dentro del problema enfermedades, las más importantes por la severidad de las infecciones son: la roya (*Hemileia vastatrix*), cercospora (*Cercospora coffeicola*), llaga negra, antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), phoma, que aparecen conjuntamente a las condiciones ambientales. Hay que tomar en cuenta el uso de productos químicos ante la realización de controles fitosanitarios, al aplicarlo rompe el equilibrio biológico del medio ambiente. En el campo existen un sin número de microorganismos e insectos que son beneficiosos para el cultivo que contribuyen al control natural, de tal manera que permite realizar el uso mínimo de productos químicos (Sayago, 1999).

2.5 FERTILIZACIÓN EN CAFÉ

2.5.1 FERTILIZACIÓN QUÍMICA

Los fertilizantes químicos conjugan la mezcla de diferentes elementos junto con los nutrientes principales, los macronutrientes y los micronutrientes. Los compuestos agroquímicos se aplican directamente a las plantas o al suelo, obteniendo resultados rápidos y visibles. Si bien su mal uso o en exceso serán los causantes de consecuencias negativas para el medio ambiente (Fertilizante.Info, 2018).

2.5.1.1 FERTISOL (FOLIAR)

Fertilizantes desarrollados para suplir necesidades específicas de las plantas, en cada etapa de su desarrollo fenológico, los foliares de la línea fertisol. Dosis: 1.0-2.0 Kg/200Lt.

Fertilizante foliar NPK utilizado para obtener resultados rápidos en el desarrollo de raíces, tallos y hojas. Su utilización debe darse preferiblemente durante el primer semestre del año, debido a que en algunas regiones es frecuente hallar deficiencias de elementos y se manifiestan debido a la baja humedad del suelo, como en algunos casos el boro. Con este tipo de determinaciones, se brindará al cultivo la posibilidad para soportar con mayor probabilidad de éxito un posible estrés por desabastecimiento de nutrientes y carencia de humedad (González, 2014).

2.5.2 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

El abono orgánico es un residuo que se obtiene de los animales o especies vegetales, que posee cierta riqueza en materia orgánica y que también contiene elementos esenciales que son nutritivos para las plantas. La utilización correcta de los abonos orgánicos está sujeta a muchas más consideraciones que la de los fertilizantes minerales, dada su complejidad constitutiva. En primer lugar, se debe tener en cuenta que su materia orgánica podrá alterar el complejo de cambio y la estructura del suelo, así como las propiedades que se derivan de esta (Rípodas, 2011).

2.5.2.1 COMPOST

Según Borrero (2009), Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, del proceso de descomposición. Este abono también se le conoce como "tierra vegetal" o "mantillo". Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% P y 1,5% K), realizado por microorganismos y macro organismo en presencia de aire (oxígeno y otros gases), lo cual permite como producto el compost. Es muy apreciado en los viveros, para realizar diversos tipos de mezclas con arena y tierra de capote que sirven para realizar almácigos de hortalizas, flores, arbustos o árboles, que es un abono excelente para ser utilizado en la agricultura.

2.5.2.2 ÁCIDO HÚMICO

Se realizarán las aportaciones de fertilizantes químicos que son recomendados para cada etapa del cultivo del café. Al aplicarla el Ácidos Húmicos se desbloquean el Fósforo (P) y el Potasio (K) que se encuentran en estado de sales en el suelo, se tendrá cuenta para de esta forma bajar o anular las dosis de los nutrientes y la planta haya asimilado los excedentes en el suelo.

Si no existe Fósforo (P) y/o Potasio (K) bloqueado en el suelo, se tendrá en cuenta que al aumentar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, se aumenta la asimilación de los NPK, por lo que se debe bajar las dosis de estos elementos (Zaragosa, 2009).

2.5.2.3 FUERZA VERDE (FOLIAR)

Es un abono que se puede utilizar en el agua, esta les proporciona elementos esenciales a los cultivos para alcanzar su máximo potencial. Contiene un alto valor en macro y micro nutrientes su combinación hace que la planta tenga un excelente desarrollo y sea eficiente en la nutrición foliar y radicular. La dosis: 1 kilo/200 litro (Agrosad, 2016).

2.5.3 APLICACIÓN DE FERTILIZANTE

Según Iniap (2014), la fertilización básica se inicia al momento de plantar los cafetos, es esencial realizar el uso de esta práctica ya que es fundamental para asegurar una alta productividad y calidad. Se recomienda la aplicación de 100 a 150 g/hoyo del abono químico 10-30-10, 18-46-0 u otro fosfatado, al igual combinándolo con una porción de compost de 1 a 2 kg/hoyos.

El uso de fertilizantes química u orgánica, se basan en un diagnóstico de la fertilidad y del grado acidez del suelo; información que se obtiene mediante el análisis químico del suelo.

2.5.4 FUNCIÓN QUE DESEMPEÑAN LOS ELEMENTOS ESENCIALES

Tabla 1. Funciones que desempeñan cada uno de los elementos esenciales.

ELEMENTOS MAYORES	FUNCIÓN
Nitrógeno	Interviene en el proceso de los tejidos para el crecimiento de las plantas. Es el nutriente que da mayor resultado a la producción del café.
Potasio	Incrementa la respuesta del Nitrógeno. Favorecen a la fijación de Nitrógeno atmosférico. Da resistencia a la planta a enfermedades.
Fosforo	Actúa en el proceso de la respiración. Acciona el desarrollo de la raíz. Ayuda a la formación de hojas y tallos gruesos.
Magnesio	Participa en la fotosíntesis. Funciones similar al calcio. Estimula el desarrollo de microorganismos

	benéficos del suelo.
Calcio	Favorece la germinación de semillas y aumenta la absorción de K. Mejora la absorción y utilización del Nitrógeno. En el suelo estimula la actividad microbiana.
Azufre	Participa en la síntesis de proteína. Estimula la formación de semillas, como también mejora la asimilación y metabolismo de N.
ELEMENTOS MENORES	FUNCIÓN
Boro	Participa en el metabolismo de la auxina y en el crecimiento de raíces. Mantiene el calcio soluble en la planta y actúa como regulador en la relación K-Ca.
Zinc	Favorece crecimiento de plantas y necesario para la clorofila y carbohidratos. Ayuda en la formación y llenado del grano.
Cobre	Necesario para la formación de clorofila y proceso de respiración. Aumenta la resistencia a las enfermedades. Regula el crecimiento de la planta.
Hierro	Ayuda en la formación de clorofila. Ayuda a los sistemas enzimáticos.
Molibdeno	Importante en el metabolismo del P y ayuda en la asimilación del N. Está asociado a los mecanismos de absorción y traslación del Fe.
Manganeso	Ayuda en el proceso de respiración, en la fotosíntesis y en el metabolismo del N. Ejerce influencia en el transporte y utilización del Fe en la planta.

Fuente: Obtenido de (Scan, Solidaridad, & Nacional, 2012).

2.6 ZONAS DE PRODUCCIÓN

Observando los análisis realizados por la FAO (2017), el cincuenta por ciento del café se produce en las provincias costeras. La provincia de Manabí tiene una producción del 30 por ciento en total. Los sectores de la Amazonía y la Sierra ocupan el 30 y el 25 por ciento de la producción cafetalera de Ecuador.

Además, la FAO argumenta que en los últimos años se ha reducido el estimado de producción de café durante el periodo 2016/2017 a 170 000 sacos, dando a conocer una disminución en la producción del 24%, en comparación con el periodo 2015/2016. El bajo

rendimiento se produjo debido a la falta de inversión en la renovación de los cultivos. Se estima que en el periodo 2017/2018, se podría empezar a cambiar si la productividad aumenta, según como anunciado por el Gobierno de Ecuador.

El café se encuentra cultivado en las siguientes provincias como: Manabí que ocupa el 32,20% del área total, siguiéndole Loja con 13,5%; Orellana 8,9%; Sucumbíos 8,2%; Guayas 6,4%; Los Ríos 6,0%; mientras que el 24,8% restante lo ocupa Esmeraldas, Pichincha, El Oro, Cotopaxi, Azuay, Imbabura, Carchi, Chimborazo, Cañar, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Las principales zonas de producción de café arábico lavado son: Manabí, el Oro, Loja: Guayas y Zamora Chinchipe, arábico natural en: Loja, el Oro, Guayas y Manabí (Cofenac, 2011)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo experimental se realizó en el Cantón Santa Clara ubicado en la región central amazónica ecuatoriana, al este del país, al noreste de la provincia de Pastaza, a 40 Km vía Puyo – Tena, a una altitud de 600 m.s.n.m. El área se ubica exactamente en la zona de San José Km 31 comunidad san Vicente.



Figura 1. Mapa Político del GAD de la Parroquia San José.

Fuente: GAD Parroquial (2018).

3.1.1 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El clima es ecuatorial, posee una temperatura en 18 y 24°C durante todo el año con una precipitación anual que supera los 3000 mm, la humedad oscila entre 87 y 89 % Auquilla (2015).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo experimental ya que se establecerán dos tipos de fertilización y se medirá su efecto sobre los parámetros morfológicos y fisiológicos.

3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es experimental, ya que mide las causas y efectos a través de las variables dependientes e independientes donde se medirá 2 tratamientos más testigo con el fin de evaluar cuál de los dos fertilizantes influye favorablemente en las características morfofisiológicas en el cultivo de café arábica con relación al testigo.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental está conformado por 2 tratamientos y tres réplicas, con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Cada tratamiento se ubicó en parcelas de 10 metro de longitud y 7,50 metros de ancho para un área por parcela de $75 m^2$. Cada parcela está compuesta por 5 surcos con un marco de camellón de 2 metros y una distancia de narigón de 1,50 metro, con esta distribución cada línea tendrá 5 plantas para un total de 25 plantas por parcela experimental, considerando los 2 tratamientos más testigo. El experimento tiene un total de 225 plantas. Se evaluó las plantas que están en el centro de las parcelas evitando el efecto de borde y se tomaron aquellas que estas en competencia intra específica perfecta ver figura 2. Las variables que muestran significación estadística son discriminadas utilizando la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% .

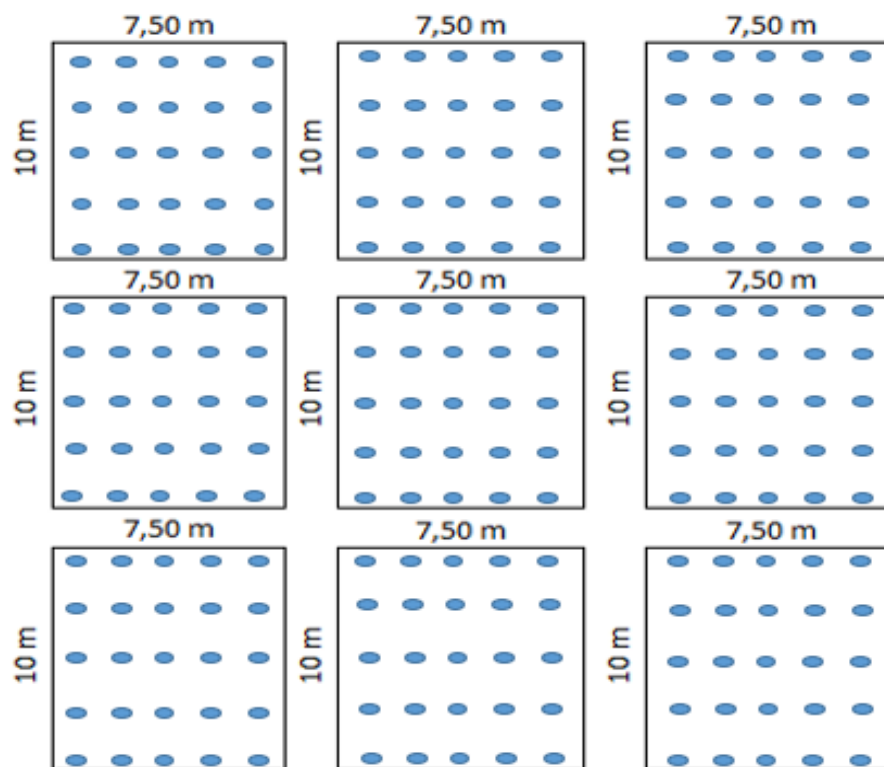


Figura 2. Diseño de parcelas experimentales.

Fuente: Elaborado por los autores.

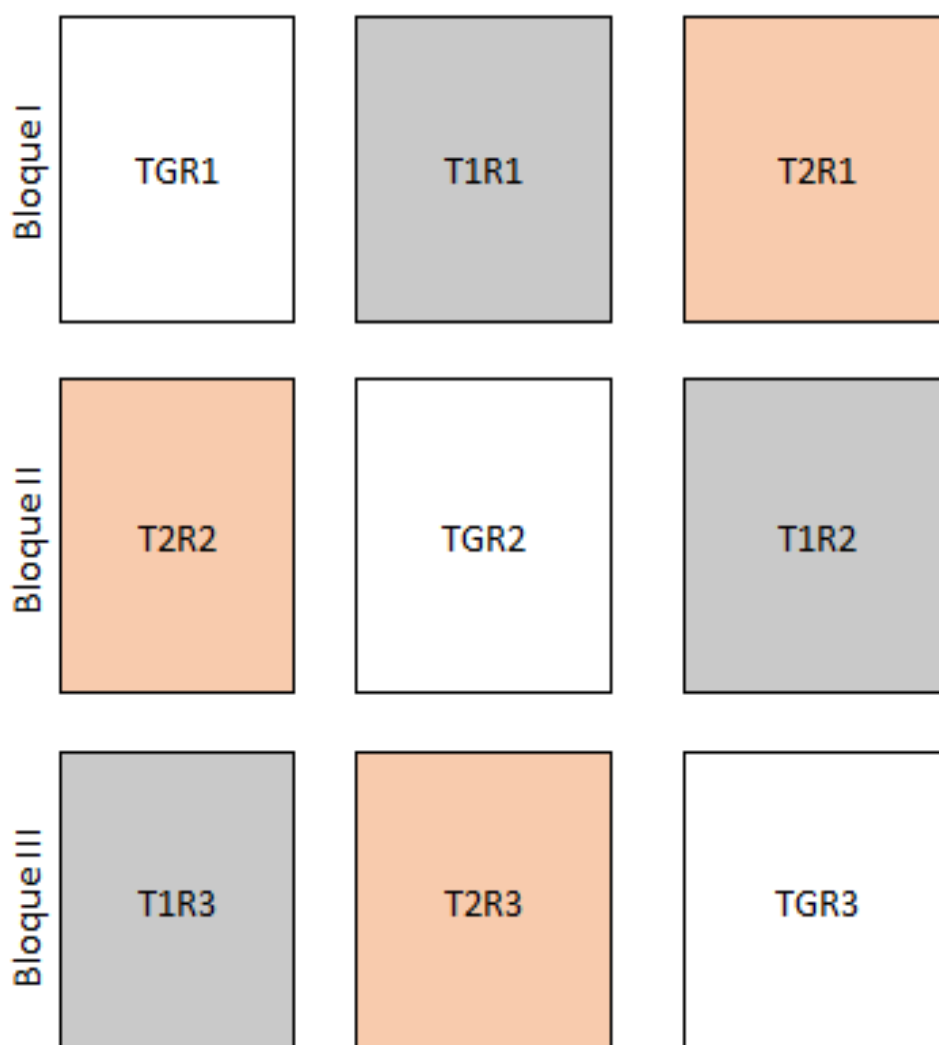


Figura 3. Representación del diseño de bloques completamente al azar del cultivo de café arábica. Tratamiento 1 (T1); Tratamiento 2 (T2); Testigo (TG).

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 2. Tratamientos utilizados en la investigación.

Tratamientos	Descripción
T1	Fertilizante Orgánico Acido Húmico, complementado con Fertilizante Foliar completo fertisol 10-30-10.
T2	Fertilizante Orgánico Compost, complementado con Fertilizante Foliar Fuerza verde especial 30-27-30-3 Mg.
T3	Suelo Natural

Fuente: Elaborado por los autores.

Los fertilizantes orgánicos compost y ácido húmico se aplicarán en forma edáfica es decir al suelo. Mientras que los fertilizantes foliares fertisol y fuerza verde son aplicados al follaje de la planta.

3.4.1 Dosis de aplicación del fertilizante edáfico y foliar.

En el terreno donde se estableció el experimento del cultivo de café, para la aplicación del fertilizante, de acuerdo con los cálculos realizados nos proporcionaron la siguiente dosificación:

Fertilizantes edáficos

La aplicación del compost se calculó según lo recomendado por (Sadeghian, 2008).

- Compost 1 1 kg/planta, cada 20 días
- Ácido húmico 60 g/planta, cada 15 días.

Fertilizantes foliares

- Fertisol 60g/bomba de mochila de 20 litros, cada 20 días.
- Fuerza verde 100 g/bomba de mochila de 20 litros, cada 15 días.

3.5 MODELO MATEMÁTICO

Según Echeverría (2008), el diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A) consta de: $X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$.

Donde:

X_{ij} = Valor del parámetro en consideración.

μ = Media general.

α_i = Efecto de los tratamientos.

β_j = Efecto de los bloques.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se procesaron en una hoja de cálculo Excel (Microsoft), y posteriormente con el software estadístico SPSS v22(IBM), se realizaron los análisis de varianza para la comparación de las diferencias entre las medias, utilizando la prueba de Tukey al 5%.

3.7 MATERIALES Y EQUIPOS

3.7.1 Materiales

- ▶ Hojas de registro para la toma de datos.
- ▶ Tablero o registro individuales

3.7.2 Equipos

- ▶ Herramienta menor (azadones, machetes, palas, barra)
- ▶ Motoguadaña
- ▶ Bomba de fumigar
- ▶ Balanza
- ▶ Cinta métrica
- ▶ Calibrador (Pie de Rey)
- ▶ Cámara de fotos
- ▶ Computador personal

Los insumos que se requirió para conducir el experimento se describen a continuación.

- ▶ Fertilizante Químico (Fertisol).
- ▶ Fertilizantes Orgánicos (Compost #1, Ácido Húmico, Fuerza verde).

3.8 VARIABLES DE ESTUDIO

Las características morfológicas se refieren a los rangos fenotípicos observables en las plantas de café a nivel de muestra. Los datos de estas variables se tomaron individualmente en cada una de las plantas seleccionadas en los distintos tratamientos. El cultivo se plantó en el mes de agosto (último día de la plantación del 20 de agosto), se comenzó el ensayo a los 85 días posterior al último día de trasplante (la primera fecha de la evaluación se realizó el 14 de noviembre), repitiéndose la toma de datos cada 7 días, correspondiendo a la última evaluación del 26 de diciembre y la aplicación de fertilizantes se realizó el 30 de octubre del 2019 (15 días antes de la evaluación).

3.8.1 Parámetros morfofisiológicas para la obtención de datos.

- Altura de la planta: Es una característica que indica el crecimiento de la planta, esta variable se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice del tallo principal usando una cinta métrica graduada en centímetros.
- Diámetro del tallo: Se realizó con un calibrador graduado en centímetros tomando como criterio medir a una separación del suelo de 5 cm, en las plantas multicaules (varios tallos se registrará el diámetro del tallo principal).
- Número de ejes o tallo: Se contó los ejes o tallos en cada planta cuya dirección de crecimiento es vertical.
- Número de nudos por ejes o tallos: se cuenta el número de nudos que tiene cada eje o tallo.
- Distancia entre nudos en los ejes o tallos: Se midió con una cinta métrica o una regla graduada en cm. Se selecciona el nudo que será evaluado en el tiempo, será marcado con una cinta de color en cada una de las 5 plantas.
- Longitud del peciolo: Se mide con una regla o cinta graduada en cm desde la vaina hasta la base de la hoja (para esta actividad son seleccionadas 3 hojas en cada planta).
- Número de hojas: Se cuenta en cada planta el número total de hojas activas.
- Largo de la hoja: Se mide con una cinta métrica, desde la base hasta el ápice de la hoja (en las 3 hojas seleccionadas por plantas).
- Ancho de la hoja: Se mide con la regla o cinta métrica graduada en centímetros, se realiza la misma en el centro de la hoja (en las 3 hojas seleccionadas por plantas).
- Determinación de área foliar (cm²): Se obtiene de la multiplicación del largo por el ancho de la hoja se calcula el área media por el número de hojas que posee la planta.
- Índice de Área foliar: Para obtener este valor se dividió el área foliar para el área vital según distancia de plantación.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS

4.1.1 Variación de la altura durante el desarrollo del cultivo

En la figura 4 se observa que la variable altura de la planta, no presentó diferencias significativas sin embargo; del día 7 hasta el día 49 el tratamiento de mayor crecimiento con respecto a los demás, es el T1 con una altura promedio de (52,53 cm), y el de menor crecimiento es el T3 con (51,80 cm), sin embargo; en el día 49 se observa además del T1 el T2 logró alcanzar la misma altura (52,53 cm). Los resultados expuestos por Pilatasig (2017), menciona que la asimilación de los abonos presenta mejores resultados ya que muestran un incremento, debido a que retienen por mayor tiempo sus propiedades nutritivas en la planta.

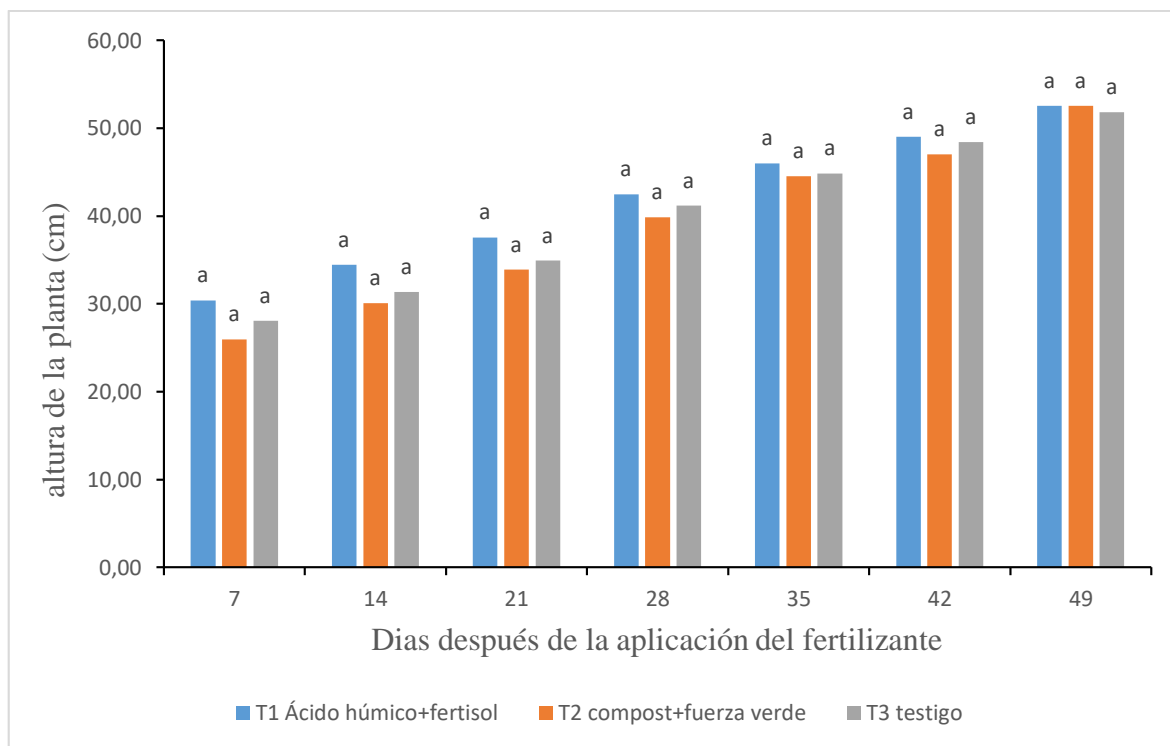


Figura 4. Variación de la altura durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.2 Variación del diámetro de tallo durante el desarrollo del cultivo.

En el Diámetro del tallo los resultados no muestra diferencias estadísticas, pero; si muestran diferencias mínimas, siendo el T2 que tuvo un mayor promedio de crecimiento del diámetro del tallo entre el día 7 y 49 con 0,77 cm, mientras que el menor promedio es el T1 con 0,75 cm, sin embargo; en el día 21 el tratamiento que tuvo mayor relevancia fue el testigo esto podría ser por la causa de precipitación elevada en estos meses octubre – diciembre; siendo los fertilizantes arrastrado por la lluvia, según Pilatasig (2017), argumenta la respuesta a los abonos edáficos, al retener los nutrientes y la humedad del suelo por más tiempo aumenta de significativamente el desarrollo de estas variable .También esto se debe a que los nutrientes es esta etapa del desarrollo al aplicar los fertilizantes orgánicos, inicialmente las plantas absorben nutrientes esenciales para suplir los requerimientos del cultivo en el incremento de altura de planta.

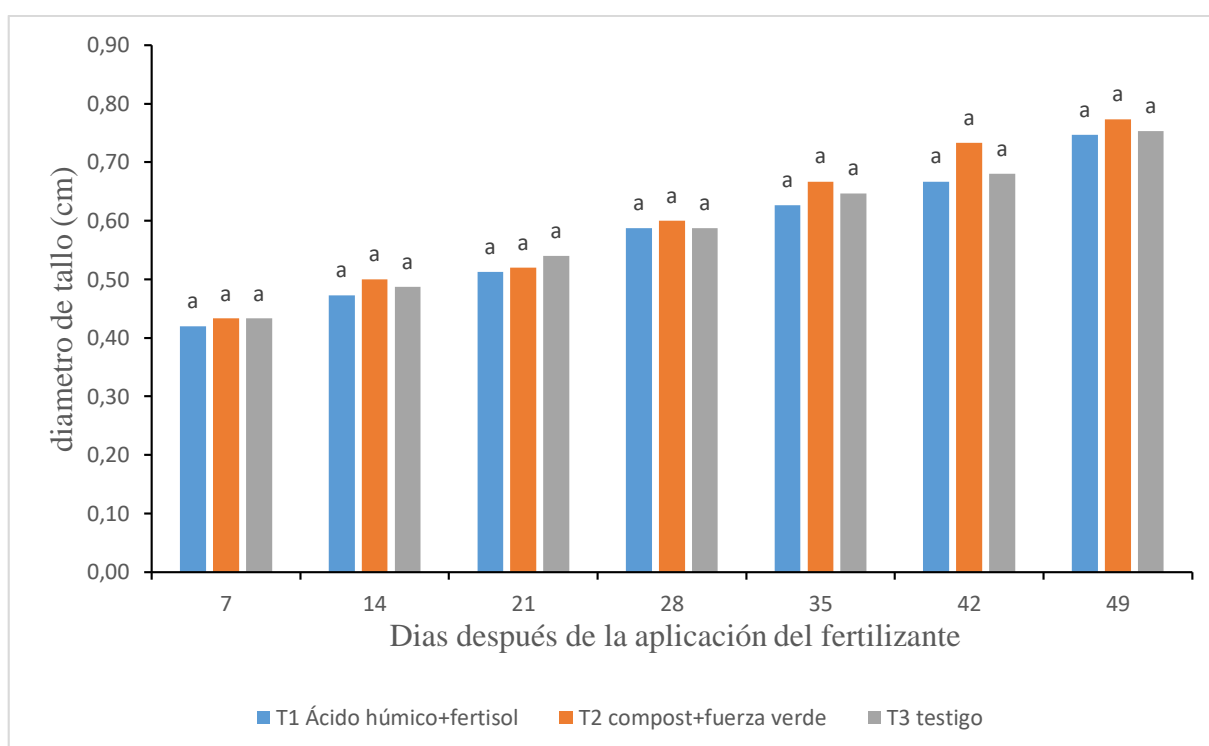


Figura 5. Variación del diámetro de tallo durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.3 Variación en el número de ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo

En la figura 6 en el número de ejes o tallos podemos observar que no presenta diferencias significativas, sin embargo; entre el día 7 y 14 tuvieron aumentos casi similares entre los tratamientos pudiendo resaltar el T3 con un aumento de 1,13 cm con respecto a los demás tratamientos, a partir del día 21 hasta el día 49 el T1 y el T3 tuvieron un aumento mayor con respecto al T2. Siendo el de mayor relevancia el T3 (testigo) con una media de 1,80

Varios estudios realizados, muestran que en la zona cafetera ocurre un mayor crecimiento del tallo y las ramas en los meses de marzo - abril y septiembre – octubre. También es importante anotar que en aquellas regiones donde hay períodos secos acentuados, el comportamiento de los cafetos está más condicionado por las variaciones de la precipitación o de la humedad del suelo, mientras que en las regiones donde no ocurren deficiencias hídricas en el suelo, el comportamiento del cafeto está estrechamente relacionado con la disponibilidad de la radiación solar citado por (Arcila, Farfán, Moreno, Salazar y Hincapié, 2007).

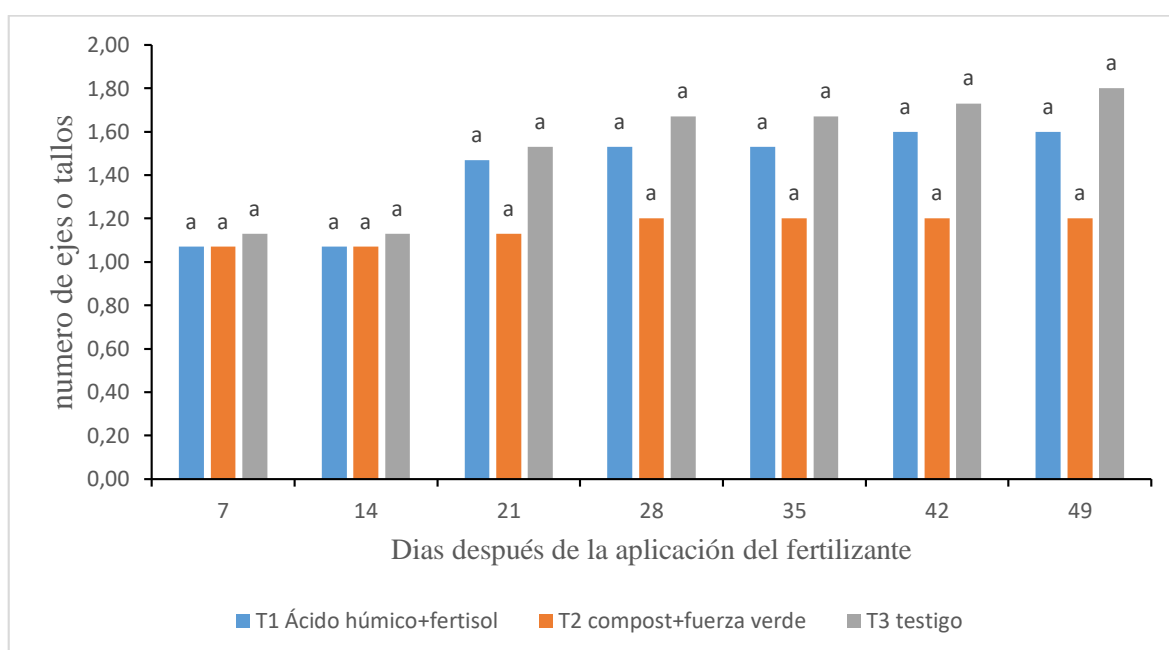


Figura 6. Variación en el número de ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.4 Variación en el número de nudos por ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo

En lo referente al número de nudos por ejes o tallos no presenta diferencias significativas, sin embargo el tratamiento que tuvo un incremento mínimo con respecto de los demás es el T1, no obstante; en el día 49 el T3 tuvo un aumento mayor a diferencia de los demás tratamientos con 12,47 cm.

En las situaciones ambientales, el cultivo de café forma nudos y hojas durante todo el año, sin embargo, existen estaciones en las cuales ocurre una mayor o menor intensidad del incremento, establecido por la disponibilidad de agua, nutrimentos y energía. Comúnmente, el crecimiento es más activo cuando hay buen suministro de energía solar, agua y nutrimentos, hallándose que un aumento de la radiación (exposición solar) induce la formación de plantas más bajas. En el tallo, un par de hojas o un nudo, produce en promedio cada 25 o 30 días. Al año se forman cerca de 12 a 14 pares de ramas primarias (Arcila et al., 2007).

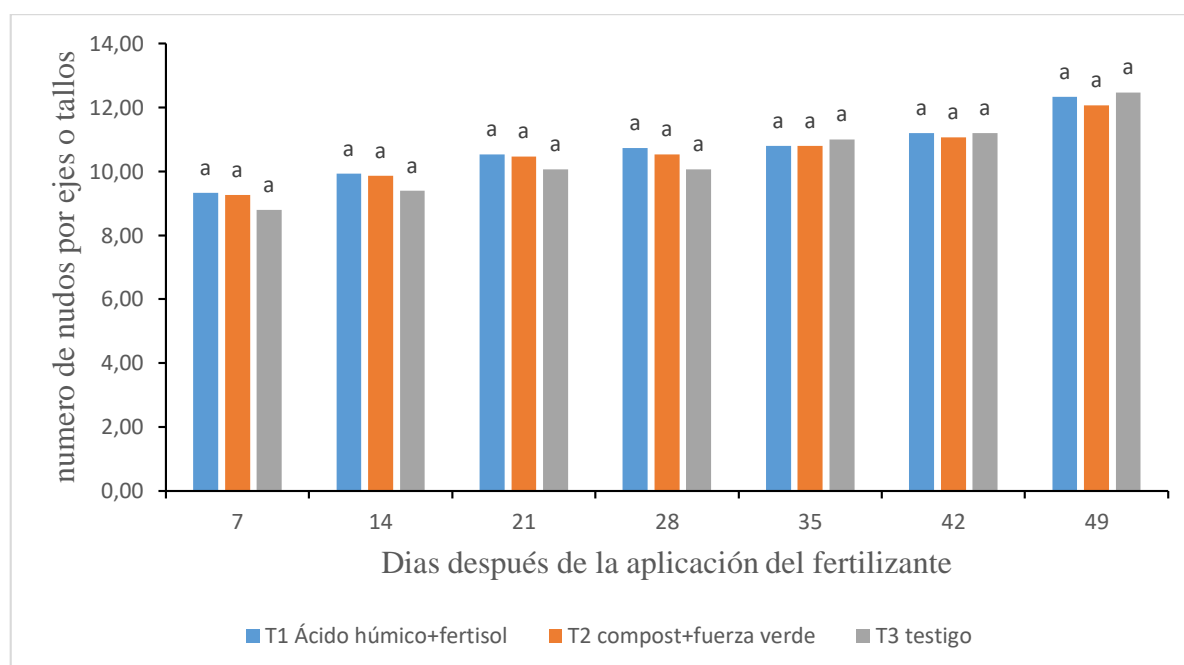


Figura 7. Variación en el número de nudos por ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.5 Variación en la distancia entre nudos en los ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo

En la figura 8 se puede notar que en la distancia entre nudos en los ejes o tallos no existe diferencias estadísticas, sin embargo; en el día 42 el T3 tuvo una diferencia mínima de los demás tratamientos con 5,21 cm, en el día 49 el T1 y el T3 alcanzaron la misma distancia 5,65 cm siendo el menor el T2 con 5,32 cm

En resumen, el desarrollo del cafeto y la producción misma, ocurren a partir de las yemas apicales y axilares del tallo y de las ramas. Comenzando de estas yemas se forman nudos, hojas, yemas florales y ramas. La cantidad de nudos y hojas formadas dependen en alto grado del ambiente (agua, energía y minerales) citado por (Arcila et al., 2007).

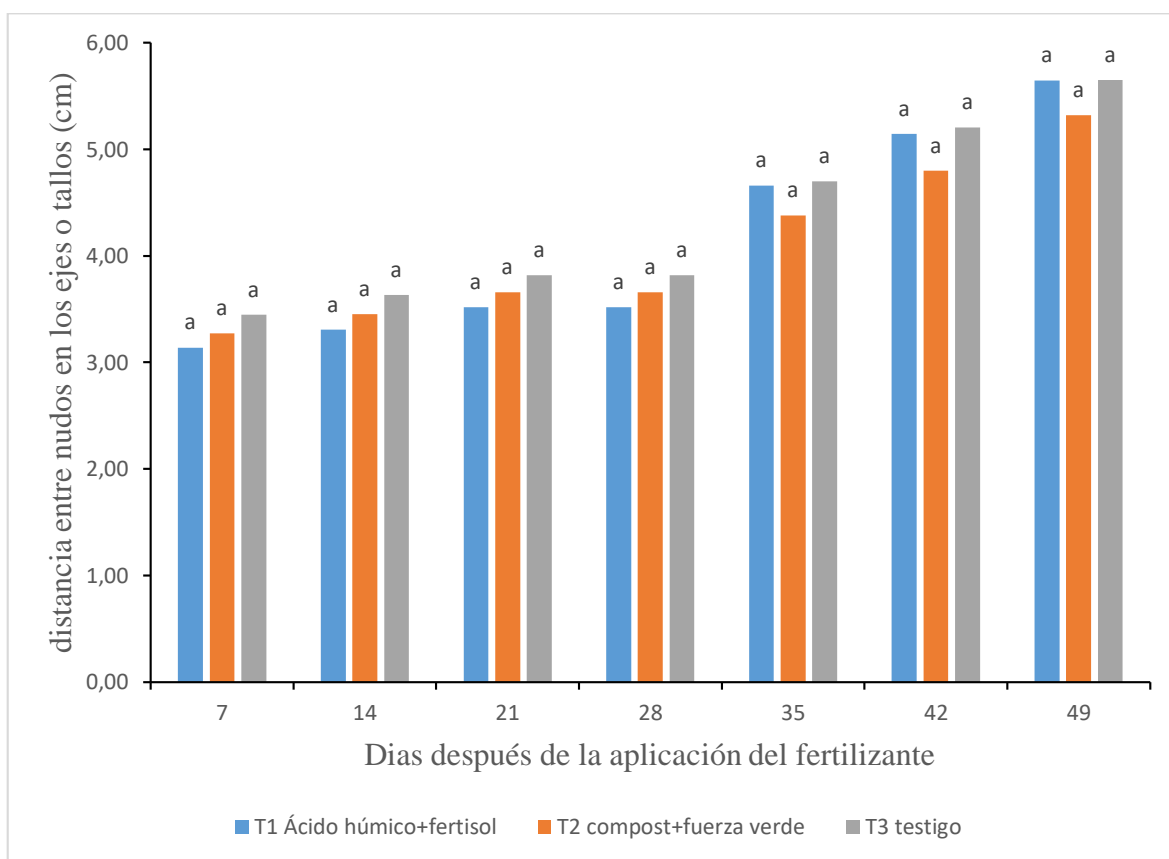


Figura 8. Variación en la distancia entre nudos en los ejes o tallos durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.6 Variación de longitud del peciolo durante el desarrollo del cultivo

En lo relativo a longitud del peciolo no presenta diferencias estadísticas, sin embargo; presentan diferencias mínimas siendo el T3 que tuvo un promedio mayor de los demás tratamientos hasta el día 35 con 0,74 cm, en el día 42 todos los tratamientos obtuvieron el mismo valor en promedio de 0,81 cm, y en el día 49 el T1 y T3 con 0,91 cm, tuvieron un incremento mayor con respecto al T2. La causa de estos resultados sería que al aplicar los fertilizantes hubo un efecto lento en esta variable siendo así que hasta el día 49 tuvo una igualdad con el T3 (testigo), que al asimilar mayor cantidad de nitrógeno presenta incremento; a partir del día 49 en adelante es predecible el T1 pueda tener relevancia con respecto a los demás tratamientos, esto contrasta lo dicho por Carvajal (1984), quien trabajó con la relación NPK con un contenido nutricional (10 % N – 30 % P – 10 % K), sostiene que en ocasiones el efecto de la aplicación de estos fertilizantes pueden observarse a largo plazo.

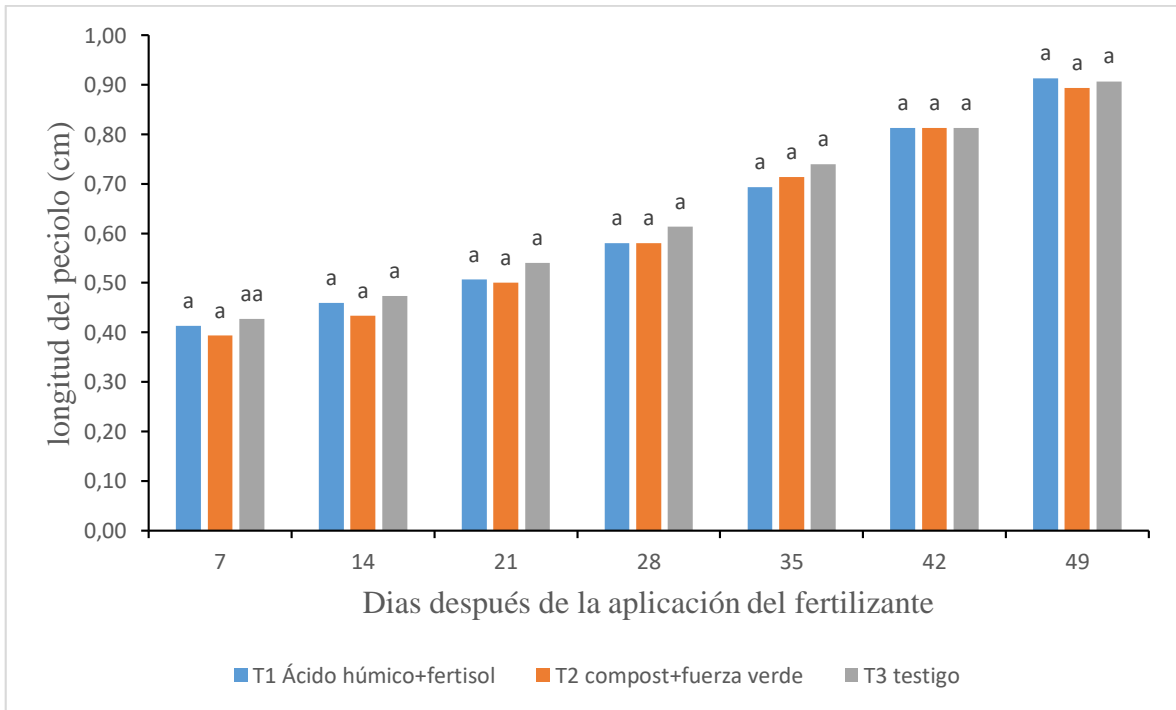


Figura 9. Variación de longitud del peciolo durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos

Fuente: Elaborado por los autores.

4.1.7 Variación de números de hojas durante el desarrollo del cultivo

La figura 10 nos muestra, que el indicador de numero de hojas, no muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo; presenta diferencias mínimas como podemos observar, en el tratamiento que presentó mayor relevancia fue el T3 con 33,73 cm en promedio en los días entre 7 y 42, y en el día 49 el tratamiento q tuvo un promedio mayor es el T1 con 38,47cm, en comparación a los demás tratamientos.

A los 50 días de la fertilización se obtuvo una media de 42,21 correspondiente al número de hojas con una aplicación de 100 gramos de fertilizante (10 % N – 30 % P – 10 % K), cada 7 días, como lo mencionan Sadeghian, García y Montoya (2006), que trabajaron con la relación NPK con un contenido nutricional (10 % N – 30 % P – 10 % K), obtuvo una media de 40,52 atribuyendo que a mayor cantidad de nitrógeno mayor incremento foliar, los resultados citados reflejan con lo expuesto por Alvarado y Raigosa (2007), quien experimentó procesos de desarrollo vegetativo (incremento foliar), obtuvieron resultados que al combinar estos nutrientes causan un aumento de la energía radiante de la planta esto debido a los contenidos de nitrógeno, provocando un aumento de la parte aérea.

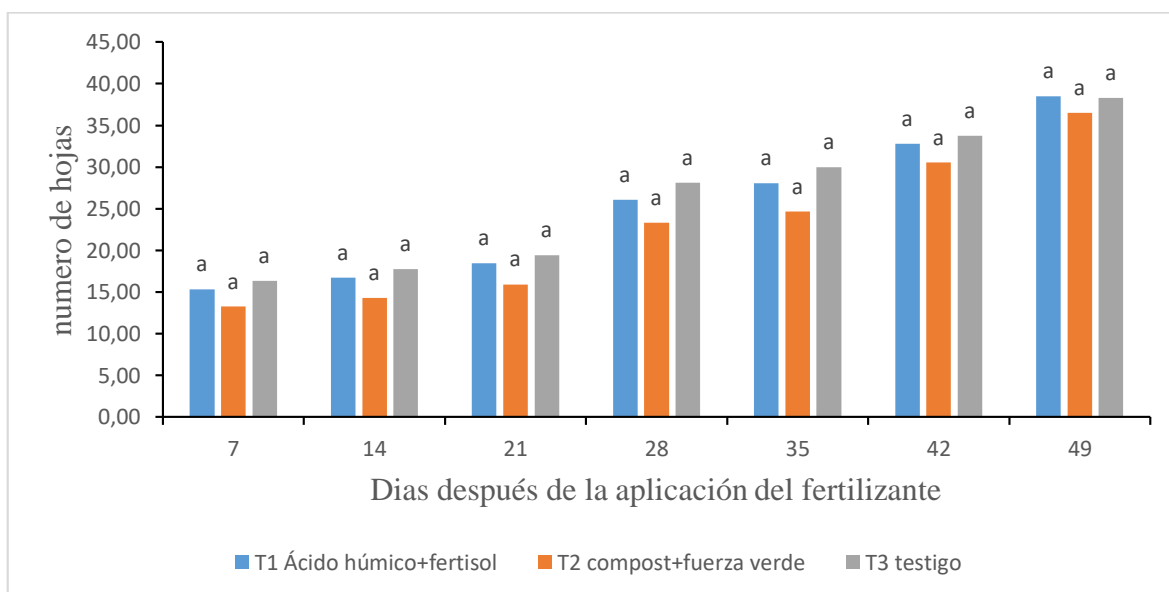


Figura 10. Variación de números de hojas durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

4.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS

4.2.1 Variación del Área foliar durante el desarrollo del cultivo

En esta figura 11 en el análisis de área foliar no existe diferencias significativas, pero se observa que hasta el día 42 el T3 tuvo una mayor relevancia y en el día 49 nos indica que el T1, es el que tuvo mayor relevancia en diferencia a los demás tratamientos. Lo citado por Hernández y Soto (2013), en una investigación mencionan sobre la determinación de índices en el cultivo de café, el área foliar es un dato esencial para realizar estudios de crecimiento y desarrollo de una planta, dado que en las hojas es donde se sintetizan los carbohidratos que permiten un mayor crecimiento vegetativo, de igual forma ayuda a calcular el IAF, TAN Y PF.

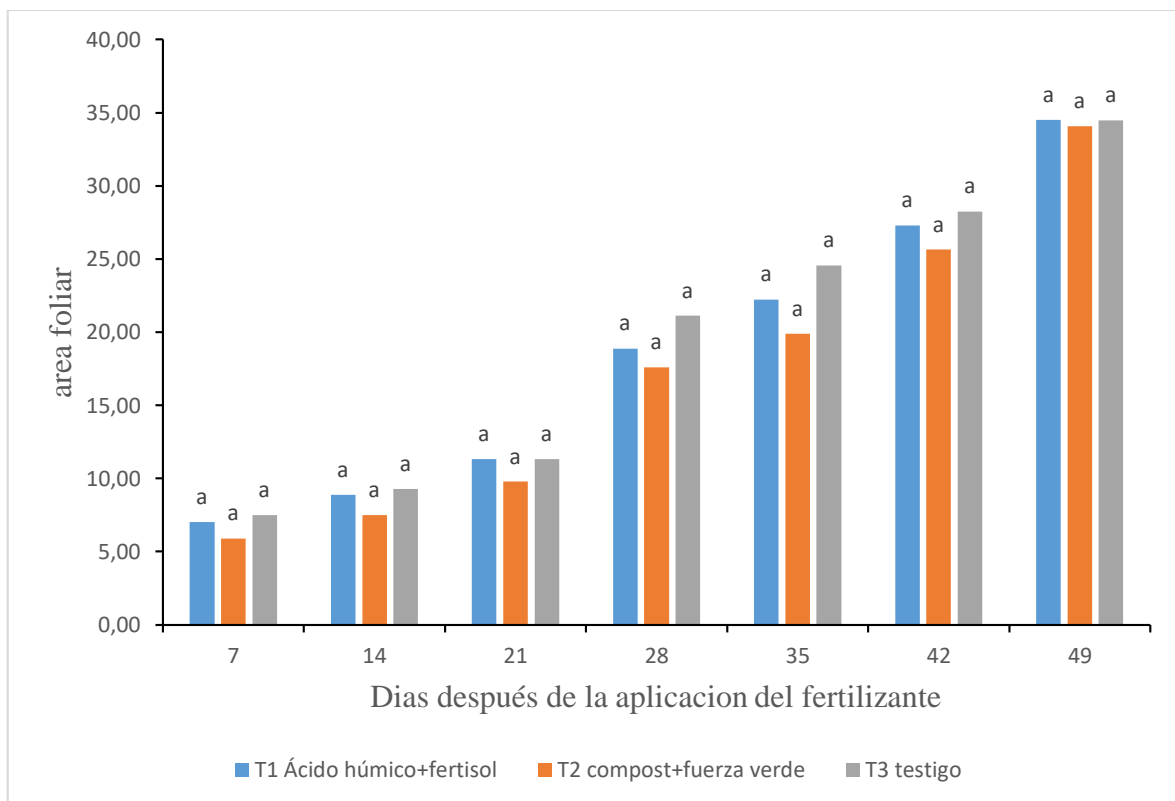


Figura 11. Variación del Área foliar durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilizantes.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

4.2.2 Variación del Índice del Área foliar durante el desarrollo del cultivo

La figura 12 nos muestra, en el indicador del índice del área foliar que no existe diferencias estadísticas, sin embargo; el tratamiento que presentó mayor notabilidad hasta el día 42 fue el T3 con 9,41 cm de promedio, y en el día 49 el T1 es el que presentó un mayor promedio con 11,51 cm en comparación a los demás tratamientos.

En el IAF se evaluaron el desarrollo y crecimiento del cultivo. Los resultados obtenidos demostraron que se observa un crecimiento lento hasta el día 42 y en un corto tiempo obtuvo un incremento al día 49, se podría decir que están relacionadas a las variaciones climáticas que ocurren en distintas épocas del año, como lo argumentan Arcila et al., (2007), que existen épocas en que los factores climáticos como la radiación (fotosintética) y la disponibilidad de agua en el suelo favorecen una mayor formación de hojas, ya que ayudan a la asimilación de los nutrientes.

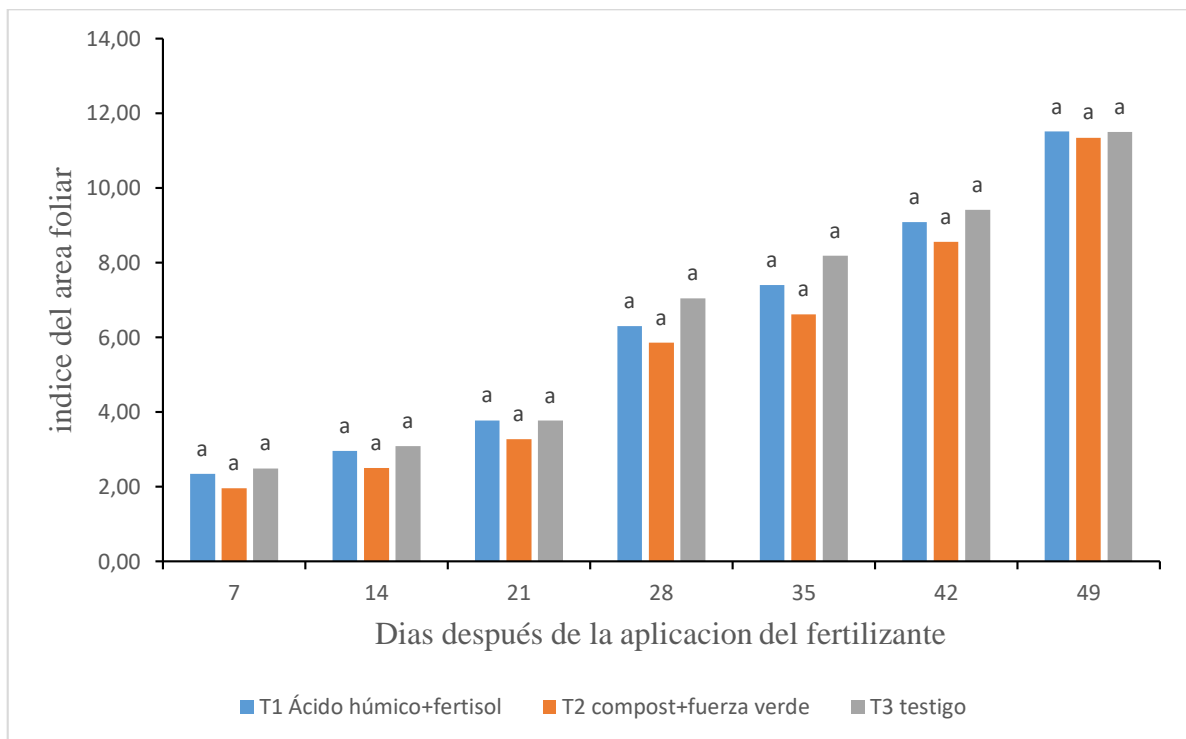


Figura 12. Variación del Índice del Área foliar durante el desarrollo del cultivo según tipos de fertilización.

Tukey $p < 0,05$. Letras distintas para los mismos días indican diferencias significativas entre tratamientos.

Fuente: Elaborado por los autores.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- Bajo condiciones edafoclimáticas de la Amazonía Ecuatoriana se llevó a cabo el experimento, no fue posible determinar el efecto de las diferencias estadísticas en la aplicación de dos tipos de fertilizantes en el café (*Coffea arabica*) var. Típica, posiblemente por el tiempo en el que se realizaron las evaluaciones, ya que se tomaron en fechas de corto tiempo.
- En las variables morfológicas y fisiológicas evaluados podemos corroborar que T1 (Fertilizante Orgánico Acido Húmico, complementado con Fertilizante Foliar completo fertisol 10-30-10), obtuvo mayor relevancia en los indicadores de estudio a pesar del corto tiempo.

5.1 RECOMENDACIONES

- Continuar con los estudios relacionados al manejo y aplicación de fertilización del café (*Coffea arabica*), bajo condiciones de la Amazonía Ecuatoriana en la finca perteneciente al proyecto Vital Idea de la empresa Sutrex, para comprobar en qué tiempo se puede observar diferencias significativas en las plantas.
- Incentivar la producción de café con la aplicación de fertilizantes orgánicos, que representan una alternativa sana y amigable con el medio ambiente.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGROSAD. (8 de diciembre de 2016). Fertilizantes foliares solubles. Obtenido de <https://www.agrosad.com.ec/index.php/productos/agroquimicos/fertilizantes-foliares-solubles/fuerza-verde-rosado-detail>
- Alulima, C. M. (2012). ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DEL CAFÉ (*Coffea arabica*). 16.
- Alvarado, A., & Raigosa, J. (2007). Nutricion y fertilizacion forestal en regiones tropicales. San Jose - Costa Rica.
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L., & Hincapié, E. (2007). Sistema de produccion de cafe en Colombia. Colombia: Cenicafe.
- Aquilla, L. F. (2015). El desarrollo social y el cuidado de la Pachamama en la parroquia rural San Jose. 6.
- Borrero, C. A. (2009). INFOAGRO. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp
- Carvajal, J. (1984). Cultivo y fertilización. En Cafeto (pág. 151). Berna - Suiza: Instituto Internacional de la Potasa .
- Carvalho, O. (1997). Genotecnia de cultivos tropicales perennes. Mexico: Tercera edicion en español.
- COFENAC. (2003). Metodos y frecuencias de deshierbado sobre la productividad del cafe. Cofenac.org, 2.
- COFENAC. (Enero de 2011). Diagnostico-Consejo cafetalero Nacional, Cofenac. Scribd, 21.
- COFENAC. (2013). Proecuador. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/wp->
- Echeverría, H. (2008). Diseño de Bloques Completos al Azar (DBA). Universidad de Chihuahua, 5.
- FAO. (2017). El sector cafetero se recupera. Red Mundial de Informacion Agricola , 5.
- Fertilizante.Info. (24 de Enero de 2018). FERTILIZANTE.INFO. Obtenido de <http://www.fertilizante.info/fertilizantes-tipos-y-formas-de-aplicacion/>
- Figuroa, E., Pérez, F., & Godínez, L. (2014). La produccion y consumo del cafe . España.
- Gomez. (7 de octubre de 2015). Cultivo de cafe. Obtenido de <http://noheliaq5.blogspot.com/2015/10/el-cafe-el-cafe-la-familiar-bebida-que.html>
- Gomez, G. (2010). Cultivo y beneficios del cafe. Geografía Agrícola (45), 43.

- González H, S. S. (2014). Épocas recomendables para la fertilización de cafetales. Cenicafe, 6.
- Hernandez, H., & Soto, F. (2013). Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000200004&lng=es&tlng=pt.
- Infoagro. (2012). Infoagro.com. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe2.htm>
- INIAP. (2003). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias . Obtenido de www.iniap.gob.ec/.../Mejora_Genética_café_exp
- INIAP. (2014). INIAP TECNOLOGI. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcafea>
- INIAP, & COFENAC. (2013). Metodología de la evaluación de café.
- Leon, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. En Fundamentos Botánicos de los cultivos tropicales, 1968 (pág. 354). San José, Costa Rica: Agroamérica-Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura.
- Ordoñez, M. (2010). Producción de semilleros y viveros de café. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/99334053/Guia-Tecnica-de-Produccion-de-Semilleros-y-Viveros-de-Cafe>
- Pilatasig, M. (2017). Respuesta Agronómica de las plantas de café arábica (*Coffea arabica*) a la aplicación de abonos edáficos y foliares. Repositorio UTC.
- Rípodas, M. A. (Abril de 2011). EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS . pág. 27.
- Sadeghian , S., García, J., & Montoya, E. (2006). Respuesta del cultivo de café a la fertilización con N, P, K y MG en dos fincas del departamento del Quindío. Cenicafe, 66.
- Sadeghian, S. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. Cenicafe, 7.
- Sayago, M. (1999). Scribd. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/255443516/Control-Fitosanitario-en-El-Cultivo-Del-Cafe>
- SCAN, G., Solidaridad, F., & Nacional, P. (2012). Nutriendo el café según sus necesidades. Nutrición del café, 26-27.
- Sotomayor, I. (1993). Manual del cultivo de café. Iniap, 19.
- Sotomayor, I., & Duicela, L. (1993). Manual del cultivo de café. Quevedo - Ecuador: Sotomayor Herrera Ignacio.
- Zaragoza. (2009). Cultivos de café y los problemas derivados del suelo y la fertilización. Sephu, 10.

CAPÍTULO VII

7. ANEXOS

Tabla 3. Anova de los indicadores morfofisiológicos del primer día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 14 de noviembre.

ANOVA ^a						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la Planta cm	Entre grupos	147,595	2	73,798	1,108	,340
	Dentro de grupos	2796,237	42	66,577		
	Total	2943,832	44			
Diámetro de tallo cm	Entre grupos	,002	2	,001	,106	,899
	Dentro de grupos	,351	42	,008		
	Total	,352	44			
Numero de ejes o tallos	Entre grupos	,044	2	,022	,259	,773
	Dentro de grupos	3,600	42	,086		
	Total	3,644	44			
Numero de nudos en los ejes o tallos	Entre grupos	2,533	2	1,267	2,574	,088
	Dentro de grupos	20,667	42	,492		
	Total	23,200	44			
Distancia entre nudos en ejes o tallos cm	Entre grupos	,709	2	,355	,451	,640
	Dentro de grupos	33,043	42	,787		
	Total	33,752	44			
Longitud de peciolo	Entre grupos	,008	2	,004	1,008	,374
	Dentro de grupos	,176	42	,004		
	Total	,184	44			
Numero de hojas	Entre grupos	73,378	2	36,689	1,168	,321
	Dentro de grupos	1319,600	42	31,419		
	Total	1392,978	44			
AF	Entre grupos	20,356	2	10,178	,487	,618
	Dentro de grupos	877,112	42	20,884		
	Total	897,468	44			
IAF	Entre grupos	2,262	2	1,131	,486	,619
	Dentro de grupos	97,741	42	2,327		
	Total	100,003	44			

Tabla 4. Anova de los indicadores morfofisiológicos del segundo día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 21 de noviembre.

		ANOVA ^a				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la Planta cm	Entre grupos	149,297	2	74,649	1,044	,361
	Dentro de grupos	3004,051	42	71,525		
	Total	3153,348	44			
Diámetro de tallo cm	Entre grupos	,005	2	,003	,290	,750
	Dentro de grupos	,387	42	,009		
	Total	,392	44			
Numero de ejes o tallos	Entre grupos	,044	2	,022	,259	,773
	Dentro de grupos	3,600	42	,086		
	Total	3,644	44			
Numero de nudos en los ejes o tallos	Entre grupos	2,533	2	1,267	1,467	,242
	Dentro de grupos	36,267	42	,863		
	Total	38,800	44			
Distancia entre nudos en ejes o tallos cm	Entre grupos	,803	2	,402	,483	,620
	Dentro de grupos	34,940	42	,832		
	Total	35,743	44			
Longitud de peciolo	Entre grupos	,012	2	,006	1,315	,279
	Dentro de grupos	,199	42	,005		
	Total	,211	44			
Numero de hojas	Entre grupos	91,600	2	45,800	1,231	,302
	Dentro de grupos	1563,200	42	37,219		
	Total	1654,800	44			
AF	Entre grupos	26,432	2	13,216	,435	,650
	Dentro de grupos	1276,720	42	30,398		
	Total	1303,152	44			
IAF	Entre grupos	2,859	2	1,430	,425	,657
	Dentro de grupos	141,273	42	3,364		
	Total	144,132	44			

Tabla 5. Anova de los indicadores morfofisiológicos del tercer día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 28 de noviembre.

		ANOVA ^a				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la Planta cm	Entre grupos	108,390	2	54,195	,718	,494
	Dentro de grupos	3169,601	42	75,467		
	Total	3277,991	44			
Diámetro de tallo cm	Entre grupos	,006	2	,003	,244	,785
	Dentro de grupos	,497	42	,012		
	Total	,503	44			
Numero de ejes o tallos	Entre grupos	1,378	2	,689	2,192	,124
	Dentro de grupos	13,200	42	,314		
	Total	14,578	44			
Numero de nudos en los ejes o tallos	Entre grupos	1,911	2	,956	1,167	,321
	Dentro de grupos	34,400	42	,819		
	Total	36,311	44			
Distancia entre nudos en ejes o tallos cm	Entre grupos	,676	2	,338	,376	,689
	Dentro de grupos	37,764	42	,899		
	Total	38,440	44			
Longitud de peciolo	Entre grupos	,014	2	,007	1,090	,345
	Dentro de grupos	,265	42	,006		
	Total	,279	44			
Numero de hojas	Entre grupos	96,533	2	48,267	1,100	,342
	Dentro de grupos	1842,267	42	43,863		
	Total	1938,800	44			
AF	Entre grupos	23,716	2	11,858	,232	,794
	Dentro de grupos	2147,276	42	51,126		
	Total	2170,992	44			
IAF	Entre grupos	2,534	2	1,267	,223	,801
	Dentro de grupos	238,176	42	5,671		
	Total	240,710	44			

Tabla 6. Anova de los indicadores morfofisiológicos del cuarto día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 05 de diciembre.

		ANOVA ^a				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la Planta cm	Entre grupos	53,333	2	26,667	,349	,707
	Dentro de grupos	3204,667	42	76,302		
	Total	3258,000	44			
Diámetro de tallo cm	Entre grupos	,002	2	,001	,095	,910
	Dentro de grupos	,395	42	,009		
	Total	,396	44			
Numero de ejes o tallos	Entre grupos	1,733	2	,867	1,696	,196
	Dentro de grupos	21,467	42	,511		
	Total	23,200	44			
Numero de nudos en los ejes o tallos	Entre grupos	3,511	2	1,756	1,961	,153
	Dentro de grupos	37,600	42	,895		
	Total	41,111	44			
Distancia entre nudos en ejes o tallos cm	Entre grupos	,676	2	,338	,376	,689
	Dentro de grupos	37,764	42	,899		
	Total	38,440	44			
Longitud de peciolo	Entre grupos	,011	2	,006	,676	,514
	Dentro de grupos	,345	42	,008		
	Total	,356	44			
Numero de hojas	Entre grupos	173,911	2	86,956	,707	,499
	Dentro de grupos	5168,000	42	123,048		
	Total	5341,911	44			
AF	Entre grupos	95,232	2	47,616	,248	,781
	Dentro de grupos	8059,676	42	191,897		
	Total	8154,908	44			
IAF	Entre grupos	10,817	2	5,409	,253	,778
	Dentro de grupos	898,523	42	21,393		
	Total	909,340	44			

Tabla 7. Anova de los indicadores morfofisiológicos del quinto día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 12 de diciembre.

		ANOVA ^a				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la Planta cm	Entre grupos	17,545	2	8,773	,110	,896
	Dentro de grupos	3338,335	42	79,484		
	Total	3355,880	44			
Diámetro de tallo cm	Entre grupos	,012	2	,006	,406	,669
	Dentro de grupos	,620	42	,015		
	Total	,632	44			
Numero de ejes o tallos	Entre grupos	1,733	2	,867	1,870	,167
	Dentro de grupos	19,467	42	,463		
	Total	21,200	44			
Numero de nudos en los ejes o tallos	Entre grupos	,400	2	,200	,206	,815
	Dentro de grupos	40,800	42	,971		
	Total	41,200	44			
Distancia entre nudos en ejes o tallos cm	Entre grupos	,912	2	,456	,452	,640
	Dentro de grupos	42,400	42	1,010		
	Total	43,312	44			
Longitud de peciolo	Entre grupos	,016	2	,008	,573	,568
	Dentro de grupos	,603	42	,014		
	Total	,619	44			
Numero de hojas	Entre grupos	218,711	2	109,356	,920	,406
	Dentro de grupos	4990,267	42	118,816		
	Total	5208,978	44			
AF	Entre grupos	164,742	2	82,371	,404	,670
	Dentro de grupos	8554,481	42	203,678		
	Total	8719,223	44			
IAF	Entre grupos	18,252	2	9,126	,404	,670
	Dentro de grupos	949,017	42	22,596		
	Total	967,270	44			

Tabla 8. Anova de los indicadores morfofisiológicos del sexto día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 19 de diciembre.

ANOVA ^a						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la Planta cm	Entre grupos	30,478	2	15,239	,194	,824
	Dentro de grupos	3301,333	42	78,603		
	Total	3331,811	44			
Diámetro de tallo cm	Entre grupos	,037	2	,019	1,243	,299
	Dentro de grupos	,631	42	,015		
	Total	,668	44			
Numero de ejes o tallos	Entre grupos	2,311	2	1,156	2,116	,133
	Dentro de grupos	22,933	42	,546		
	Total	25,244	44			
Numero de nudos en los ejes o tallos	Entre grupos	,178	2	,089	,126	,882
	Dentro de grupos	29,733	42	,708		
	Total	29,911	44			
Distancia entre nudos en ejes o tallos cm	Entre grupos	1,446	2	,723	,771	,469
	Dentro de grupos	39,367	42	,937		
	Total	40,812	44			
Longitud de peciolo	Entre grupos	,000	2	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,692	42	,016		
	Total	,692	44			
Numero de hojas	Entre grupos	81,244	2	40,622	,271	,764
	Dentro de grupos	6285,067	42	149,644		
	Total	6366,311	44			
AF	Entre grupos	52,139	2	26,070	,094	,910
	Dentro de grupos	11593,693	42	276,040		
	Total	11645,832	44			
IAF	Entre grupos	5,654	2	2,827	,092	,912
	Dentro de grupos	1287,612	42	30,657		
	Total	1293,266	44			

Tabla 9. Anova de los indicadores morfofisiológicos del séptimo día de medición, altura de la planta, diámetro del tallo, N° ejes o tallo, N° nudos, distancia entre nudos, longitud del peciolo, N° hojas, AF y IAF, del 26 de diciembre.

		ANOVA ^a				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la Planta cm	Entre grupos	5,378	2	2,689	,036	,965
	Dentro de grupos	3145,867	42	74,902		
	Total	3151,244	44			
Diámetro de tallo cm	Entre grupos	,006	2	,003	,241	,787
	Dentro de grupos	,504	42	,012		
	Total	,510	44			
Numero de ejes o tallos	Entre grupos	2,800	2	1,400	2,227	,120
	Dentro de grupos	26,400	42	,629		
	Total	29,200	44			
Numero de nudos en los ejes o tallos	Entre grupos	1,244	2	,622	,503	,609
	Dentro de grupos	52,000	42	1,238		
	Total	53,244	44			
Distancia entre nudos en ejes o tallos cm	Entre grupos	1,089	2	,545	,613	,546
	Dentro de grupos	37,299	42	,888		
	Total	38,388	44			
Longitud de peciolo	Entre grupos	,003	2	,002	,143	,867
	Dentro de grupos	,456	42	,011		
	Total	,459	44			
Numero de hojas	Entre grupos	34,978	2	17,489	,082	,921
	Dentro de grupos	8942,800	42	212,924		
	Total	8977,778	44			
AF	Entre grupos	1,865	2	,933	,002	,998
	Dentro de grupos	18183,027	42	432,929		
	Total	18184,892	44			
IAF	Entre grupos	,246	2	,123	,003	,997
	Dentro de grupos	2016,627	42	48,015		
	Total	2016,872	44			

Anexo 7.1. Establecimiento del experimento.



Anexo 7.2. Ubicación de los rótulos para identificar los bloques y tratamientos.



Anexo 7.3. Preparación de abono orgánico – compost.



Anexo 7.4. Dosificación de los distintos fertilizantes y aplicación.



Anexo 7.5. Mediciones experimentales.



Anexo 7.6. Labores culturales.

