

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA: CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
PROGRAMA: INGENIERÍA AGROFORESTAL



**“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL CAFÉ (*Coffea arabica*),
EN EL LUGAR DEFINITIVO, CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE
NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA AMAZONÍA”**

Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal

Presentado por: Univ. Alexander Mukay Durales

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA

2014

HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue revisada y aprobada por los siguientes tribunales:

Nombres y apellidos	Firmas
Presidente _____	_____
1er. Vocal _____	_____
2do. Vocal _____	_____
3er. Vocal _____	_____

Cobija, _____ de _____ de 2014

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi padre: Fernando Mukay Álvarez, esposa Nimia Tirina Suarez e hija Eimi Akemi Mukay Suarez, a mis hermanas: Nisheria y Kassandra, quienes han sido el impulso para continuar y llegar a culminar esta etapa de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mis sinceros agradecimientos a:

- Dios por haberme dado vida, salud, y guía por guardarme de todo peligro en el transcurso de esta investigación y en el camino de toda mi vida.
- Mi esposa Nimia Tirina Suarez, por mostrarme que puedo lograr lo que me proponga, por su gran apoyo en la realización de este trabajo, por su paciencia, por sus conocimientos
- Mi Padre Fernando Mukay Alvarez, por haberme educado, enseñado e inculcado el estudio desde niño, sin su ayuda no habría podido llegar a este momento tan importante de mi vida.
- Mi asesor Ing. Griceldo Carpio T., por sus orientaciones en la planificación y ejecución de la presente investigación.
- Los miembros del tribunal: Ing. Pedro Gómez M, Ing. Julio Cesar Mayna V. y Lic. Severo Meo Ch. por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.
- La Directora del Área de Ciencias Biológicas y Naturales y docentes del programa Ingeniería Agroforestal, por haberme dado la formación profesional

ÍNDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE GRAFICOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. ORIGEN E IMPORTANCIA	3
2.1.1. Origen	3
2.1.2. Importancia	3
2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	4
2.2.1. Taxonomía	4
2.2.2. Descripción Botánica.	4
2.2.3. Variedad Catuaí	5
2.3. ECOLOGÍA	6
2.3.1. Clima	6
2.3.2. Suelos	7
2.4. ESTABLECIMIENTO DEL CAFÉ EN SITIÓ DEFINITIVO	9
2.5. LA SOMBRA EN EL CAFÉ	10

2.6.	FERTILIZACIÓN FOLIAR	10
2.6.1.	Dosis de la fertilización foliar	12
2.6.2.	Mecanismos de absorción de nutrimentos	14
2.6.3.	Factores que influyen en la fertilización foliar	16
2.7.	PLAGAS DE INSECTOS	16
2.8.	ENFERMEDADES	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	18
3.2.	MATERIALES	19
3.2.1.	Material vegetal	19
3.2.2.	Herramientas	20
3.2.3.	Otros materiales	20
3.3.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	20
3.3.1.	Limpieza del área experimental	21
3.3.2.	Excavación de hoyos:	21
3.3.3.	Obtención del Material Vegetal	22
3.3.4.	Trasplante al lugar definitivo:	22
3.3.5.	Aplicación del fertilizante foliar	23
3.4.	MÉTODOS EMPLEADOS EN LA TOMA DE DATOS	24
3.4.1.	Datos meteorológicos:	24
3.4.2.	Características del Suelo	25
3.4.3.	Altura de Planta	25
3.4.3.	Diámetro del tallo	26
3.4.4.	Incidencia de plagas y enfermedades	26
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL	27

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
4. RESULTADOS	27
4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS	27
4.2. CONDICIONES EDÁFICAS	29
4.3. CRECIMIENTO EN ALTURA DE PLANTA	30
4.3.1. Altura inicial	30
4.3.2. Crecimiento mensual en altura	31
4.3.3. Crecimiento absoluto en altura	32
4.3.4. Análisis del crecimiento en altura por meses y tratamientos	34
4.4. CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE TALLO	35
4.4.1. Diámetro de tallo inicial	35
4.4.2. Crecimiento en diámetro de tallo	36
4.4.3. Crecimiento absoluto en diámetro de tallo	37
4.4.4. Análisis del crecimiento en diámetro por meses y tratamientos	41
4.6. INSECTOS Y ENFERMEDADES	41
5. DISCUSIÓN	42
5.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS	42
5.2. CONDICIONES EDÁFICAS	43
5.2. PERIODO DE EMERGENCIA	43
5.3. EFECTO DE LOS SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO	44
5.4. INSECTOS Y ENFERMEDADES	45
6. CONCLUSIONES	46
7. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	48
ANEXO N° 1. CROQUIS DE CAMPO	51

LISTA DE CUADROS

N° Título	Pág.
1. Velocidad de absorción de la fertilización foliar	13
2. Promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial	27
3. Características del suelo del área experimental	29
4. Altura de planta inicial (cm)	30
5. Análisis de varianza para altura de planta inicial	30
6. Promedio de altura de planta de los seis meses (en cm)	31
7. Promedios de crecimiento absoluto en altura (cm)	32
8. Análisis de varianza para el incremento absoluto	33
9. Resultados de la prueba de Duncan para Tratamientos y Meses	34
10. Diámetro de tallo inicial (mm)	35
11. Análisis de varianza para diámetro de tallo inicial	36
12. Crecimiento mensual en diámetro de tallo	37
13. Promedios de crecimiento absoluto en diámetro de tallo (mm)	38
14. Análisis de varianza para el incremento absoluto en diámetro	39
15. Prueba de Duncan para Crecimiento en Diámetro de Tallo	39

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Pág.
1. Promedios de Temperatura, durante el estudio	28
2. Precipitación pluvial, registrada durante el estudio	28
3. Promedios de altura de planta mensual	31
4. Crecimiento absoluto mensual de altura (cm)	33
5. Tasas de crecimiento en altura según las dosis de fertilizante foliar	34
6. Tasas de crecimiento en altura según meses de estudio	35
7. Promedios de diámetro de tallo mensual	37
8. Crecimiento absoluto mensual en diámetro de tallo	38
9. Tasas de crecimiento en altura según las dosis de fertilizante foliar	40
10. Tasas de crecimiento en diámetro según meses de estudio	40

RESUMEN

La presente investigación titulada “Evaluación del crecimiento del café (*Coffea arabica*), en el lugar definitivo CINTA-UAP” realizada durante el periodo comprendido entre el 1 de enero al 30 junio de 2014, tuvo los siguientes objetivos específicos: a) analizar el efecto de las condiciones climáticas en el crecimiento de las plántulas de café, b) evaluar el efecto de la fertilización foliar sobre el crecimiento de las plántulas de café y, c) determinar el porcentaje de mortalidad de las plantas durante el periodo de investigación, así como sus agentes causales.

La presente investigación se realizó en un predio cuyas coordenadas geográficas son: longitud oeste: 87°51'16" y latitud sur 05°30'09". El experimento consistió en trasplante al lugar definitivo y la aplicación de tratamientos que consistieron en tres dosis de fertilizante foliar (1,0%, 1,5% y 2,0% de amicul) y un testigo. La hipótesis de investigación fue: “A mayor dosis de fertilizante foliar, mayor crecimiento del Café (*Coffea arabica* L.), durante el primer semestre en sitio definitivo”. Durante el estudio se registraron los datos correspondientes a: temperaturas media, mínima y máxima, precipitación pluvial, características del suelo altura de planta, diámetro de tallo, mortalidad de plantas, incidencia de plagas y enfermedades.

Los principales resultados indican que: la temperatura estuvo por encima de los requerimientos de la especie, mientras que la precipitación pluvial fue favorable para el desarrollo de la especie. El suelo del área experimental es de textura arenosa y pobre en fertilidad, por lo que la aplicación de fertilizante foliar suple las deficiencias en nutrientes. La dosis de 2,0% de fertilizante foliar permitió obtener un mayor crecimiento en altura de planta (2,37 cm/mes) y diámetro de tallo (0,71 mm/mes), además el crecimiento fue incrementando significativamente desde el primer hasta al último mes de evaluación.

Palabras claves: Fertilización foliar, crecimiento sitio definitivo, *Coffea arábica*.

ABSTRACT

This research entitled "Evaluation of the growth of coffee (*Coffea arabica*), the final place CINTA-UAP" conducted during the period from January 1 to June 30, 2014, had the following specific objectives: a) to analyze the effect weather conditions on growth of seedlings of coffee, b) evaluate the effect of foliar fertilization on growth of seedlings of coffee and c) determine the percentage of plant mortality during the investigation and agents thereof.

This research was conducted on a farm whose geographical coordinates are: West Longitude: 87°51'16 "south latitude and 05°30'09". The experiment consisted of transplant to definitive place and applying treatments consisted of three doses of foliar fertilizer (1.0%, 1.5% and 2.0% amicul) and a witness. The research hypothesis was: "A higher dose of foliar fertilizer fastest growing coffee (*Coffea arabica* L.) during the first semester final site". Average maximum temperature, minimum and rainfall, soil characteristics plant height, stem diameter, plant mortality, incidence of pests and diseases: During the study the relevant data were recorded.

The main results show that: the temperature was above the requirements of the species, while rainfall was favorable for the development of the species. The area of the experimental soil is sandy texture and poor fertility, so that the application of foliar fertilizer supplies nutrient deficiencies. The dose of 2.0% foliar fertilizer yielded higher growth in plant height (2.37 cm / month) and stem diameter (0.71 mm / month) plus the growth was increased significantly from the first to the last month evaluation.

Keywords: foliar fertilization, growth definitive site *Coffea arabica*.

1. INTRODUCCIÓN

Para la expresión del potencial de un sistema de producción, además del conocimiento de los factores relacionados con los elementos climáticos, los del suelo y el cultivo específico, se requiere de un programa de manejo de la nutrición, adecuado y eficiente, que garantice el suministro de las cantidades de nutrimentos necesarios para mantener una máxima productividad y rentabilidad del cultivo y que además minimice el impacto ambiental.

Con relación al cultivo del café, para el manejo adecuado de la nutrición es necesario un amplio conocimiento de la planta en lo que respecta a las características particulares de su crecimiento, desarrollo y productividad. Como todo organismo vivo, el cafeto tiene un ciclo de vida característico. En el transcurso de este ciclo, es posible distinguir una serie de fases de desarrollo en las cuales la planta permanece por un período de tiempo de corta o larga duración, dependiendo de sus características genéticas y de las condiciones ambientales que se presenten en el sitio de cultivo (Arcila y Farfán, 2007).

Desde el punto de vista climático, los programas de manejo de la nutrición deben considerar la distribución de las lluvias, que influye sobre la disponibilidad temporal del agua y ésta a su vez afecta la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo. De igual forma en la zona cafetera se presenta una amplia diversidad de suelos y de sus niveles de fertilidad lo que implica una alta variación en la oferta de los elementos necesarios para un óptimo desarrollo del cultivo (Solano, 1999).

Especial atención merece también la nutrición del cultivo cuando se desarrolla en condiciones de monocultivo y a plena exposición solar, caso en el cual las necesidades nutricionales son mucho mayores que cuando se realiza el cultivo en sistemas con sombra (Calle, 2011).

El conocer los requerimientos nutricionales de la planta no es condición suficiente para obtener óptimas producciones sino que es necesario además, tener en cuenta los requerimientos según los sistemas de cultivo, las cantidades a aplicar, métodos y épocas de aplicación, fuentes de los

nutrimentos a utilizar y además, cómo afectan las condiciones ambientales la disponibilidad de los elementos, aspectos que se analizarán en la presente investigación.

La variedad Catuaí de café, originaria de Brasil, proviene de cruzamientos entre las variedades Caturra y Mundo Novo. Sus características son similares a las del Caturra, pero es más vigoroso. Por su alta productividad se cultiva comercialmente en Brasil.

Por lo mencionado anteriormente la presente investigación se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuánto influye la fertilización foliar en el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica*) variedad Catuai, en el primer semestre después del trasplante en las condiciones agroecológicas del Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonia?

En consecuencia, el objetivo general de la presente investigación fue: “Evaluación del crecimiento del café (*Coffea arabica*), variedad Catuai bajo semisombra del plátano (*Mussa paradisiaca*) en el lugar definitivo, Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía”.

Mientras que los objetivos específicos fueron:

- Describir las características edafo-climáticas del área experimental y durante el periodo del estudio.
- Analizar el efecto de la fertilización foliar en crecimiento en altura de planta y diámetro de tallo durante el primer semestre en lugar definitivo.
- Seleccionar la mejor dosis de fertilización foliar en función a los efectos en el crecimiento de plantas de café.

La hipótesis de investigación fue:

A mayor dosis de fertilizante foliar se produce un mayor crecimiento del Café (*Coffea arabica* L.) durante el primer semestre en el sitio definitivo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ORIGEN E IMPORTANCIA

2.1.1. Origen

El cafeto es originario de Etiopía, África. La especie arábica es indígena de la región que circunda el lago de Tana, localizado en una Latitud entre 12° y 16° Norte. El cafeto fue trasladado de África al Asia por el Mar Rojo y el golfo de Edén; de Etiopía a Yemen, por el puerto de Moka. Aquí se extendió su cultivo en la parte tropical de Arabia, cuyo límite septentrional es el trópico de Cáncer, poco más al norte de la Meca. Los árabes exportaban su café, primero a Siria, Persia (Irak), Turquía y luego a Europa, cuidando de que el grano perdiera su viabilidad como semilla para evitar su diseminación. Pero con las peregrinaciones a La Meca, el cafeto llega a la India en el siglo XVII con lo que salió de su reducto Arabe y pronto se extendió por Ceilán (Sri Lanka) y luego, por las islas del archipiélago de la Sonda (Indonesia), la mayoría posesiones holandesas en esa época (ANACAFE 1998).

2.1.2. Importancia

La importancia comercial del café en el mundo, lo coloca dentro de los principales productos del intercambio internacional; a mediados del siglo, su extensa comercialización llegó a ser comparada con la del petróleo. A diferencia de este, su producción está distribuida entre muchos países, donde tienen un papel preponderante en aspectos sociales, económicos y políticos. En la mayoría de países subdesarrollados es la principal fuente de ingreso de divisas. Aceptar la capacidad del café para contribuir al bienestar del país, se debe comprender que la actividad agrícola que depende de precios internacionales tiene altibajos. Que algunos años con pérdidas y que la mayor parte del tiempo, los beneficios no llegan a representar el cinco por ciento del valor de las fincas y sus instalaciones. En las últimas décadas ha prevalecido en los medios políticos y económicos del país, una mentalidad que persigue disminuir la importancia de la caficultura como

motor de la economía. Esta forma de pensar ha conseguido que en vez de promover el cultivo de café, se estimule el desarrollo otros sectores (ANACAFE 1998).

2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.2.1. Taxonomía

Según Linneo citado por Leal (2011) la taxonomía del café es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotyledóneas

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: *C. arabica* L.

2.2.2. Descripción Botánica.

El mismo autor, indica que los cafetos son arbustos que llegan hasta los 12 m de altura, con algunas variedades salvajes hasta los 20 m. En las plantaciones, con fines de recolección, son podados entre los 2 y 4 m de altura. Posee tronco recto y liso. Se considera un árbol leñoso.

Raíz. Pivotante, puede llegar hasta los 60 Cm de profundidad.

Las hojas. Se generan en ramas primarias, secundarias y tallo joven. Hay un par de hojas por cada nudo, con unos 12 cm de largo y 6 cm de ancho, elípticas, algo onduladas y opuestas.

Flores. 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. Un cafeto requiere alrededor de 3 años para la primera floración y 5 para la primera cosecha. Se producen 2 floraciones al año pero según la humedad ambiental puede llegar hasta 8 veces, por esta razón se encuentran en la misma planta, frutos en diferente estado de madurez.

El fruto. Madura en 28 semanas después de la floración, con forma elíptica y con 1,5 cm de largo, está formado por epicarpio o piel, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y dos semillas. Botánicamente es una cereza. En el interior de cada cereza hay dos semillas separadas por un surco y rodeadas de pulpa amarilla, estos son los granos de café, protegidos a su vez, por una película plateada y, sobre esta, un tegumento fino amarillo o pergamino.

Semilla. Está formada por el endospermo y embrión. Las células del endospermo contienen almidón, aceites esenciales, alcaloides (cafeína). Una fina película plateada rodea al endospermo, cubierta a su vez por el pergamino sobre el que se encuentra una sustancia gelatinosa y azucarada (mucílago), el embrión es blanquecino.

2.2.3. Variedad Catuaí

Originario de Brasil, es el resultado del cruzamiento de Caturra por Mundo Novo. Es de porte pequeño e internudos cortos aunque un poco más alto y ancho que el Caturra. Presenta una gran uniformidad genética, tiene la propiedad de producir mucho crecimiento secundario en las bandolas (palmilla) aún desde pequeño, ese hecho le da un potencial de muy alta producción. Aunque es el Catuaí rojo el de más amplia distribución en el país, también existe el Catuaí amarillo, ambos mantienen características y cualidades similares y el predominio por el Catuaí rojo es más que todo un asunto de preferencia por parte de los productores. Se recomienda sembrar a densidades no mayores a 5.000 plantas por hectárea con una densidad de 2,0 m entre hileras x 1,0 m entre plantas (ICAFE, 2011).

Según información recabada, en la región de Caranavi se ha estimado un rendimiento actual por hectárea de 300 a 400 Kg. de café verde, rendimiento que está muy por debajo del de otros países, ya que en Perú es de 800 Kg/Ha; en Colombia es de 1,400 Kg/Ha y en Costa Rica de 1.600 Kg/Ha (Barrientos 2011).

2.3. ECOLOGÍA

2.3.1. Clima

El café requiere para su desarrollo y su reproducción cierto clima dado por la combinación de diferentes componentes como temperatura, precipitación, nubosidad, brillo solar, humedad relativa del aire, vientos, etc.

La temperatura óptima oscila entre 19°C y 21°C con extremos de 17°C a 23°C, ya que por encima de la temperatura promedio de 24°C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el llenado de los frutos. Cuando la temperatura promedio es de 26°C o superior se presenta fructificación continuada, que se caracteriza por la presencia de frutos maduros o próximos a la madurez junto a frutos verdes de tamaño mediano y/o frutos verdes pequeños y flores en una misma rama. Este fenómeno se acentúa cuando además de temperaturas altas caen lluvias esporádicas que conllevan a cosechas relativamente altas seguidas de otras muy escasas (alternancia) (Figuroa 1990).

La precipitación en las zonas cafeteras oscila entre los 1.000 y 3.500 mm anuales. Según su ubicación en la zona subtropical o tropical se presentan uno a dos períodos de lluvia anuales seguidos por uno o dos períodos secos con lluvias menos fuertes y de menor intensidad, respectivamente. Este fenómeno induce a una o dos épocas de floración al año, generando una o dos cosechas (principal y mitaca), respectivamente.

Aunque el cafeto presenta cierta tolerancia a la sequía su producción declina considerablemente cuando las precipitaciones caen por debajo de los 1.000 mm al año. Durante una sequía prolongada los cafetos presentan amarillamiento y fuerte defoliación. Por otra parte, donde las lluvias superan los 3.000 mm por año, la proliferación de enfermedades y la pérdida de nutrientes del suelo se ven favorecidas, afectando las cosechas (Fischersworing y Robkamp 2001).

La humedad relativa, que prevalece en los cafetales tanto en los meses secos como en los lluviosos, es del 70 al 95%. Con frecuencia el hábitat del

cafeto, está caracterizado por una humedad relativamente alta, se ve afectado a causa de fuertes vientos que se tornan aún más perjudiciales cuando son secos y cálidos. Los daños causados de acuerdo a la intensidad de éstos son: rotura de hojas, defoliación, caída de frutos, rotura de ramas fruteras, caída de cafetos e incluso de árboles de sombra. En este aspecto juega un rol importante la variedad de café, en el sentido que los cafetos de porte bajo resultan más resistentes a las corrientes de aire. Por ende, la selección cuidadosa de árboles de sombra y el establecimiento de medidas contra la erosión en terrenos en declive pueden contribuir a contrarrestar los daños provocados por los vientos (Figueroa 1990).

2.3.2. Suelos

La textura del suelo y su profundidad son determinantes. Tanto el suelo como el subsuelo deben tener buen drenaje. Son preferibles los suelos profundos de color oscuro derivados de ceniza volcánica, descartando aquéllos cuyo perfil muestre un color gris blanquecino, característico del suelo gredoso. El suelo adecuado para el cafeto es el migajón bien drenado, profundo, ligeramente ácido, rico en nutrientes (particularmente en potasio y materia orgánica). La aireación juega un rol determinante. Se considera suelo apropiado aquél que presenta un 60% de espacio poroso del cual un tercio es ocupado por aire cuando el suelo está húmedo. El subsuelo puede contener más arcilla, pero la libre expansión del sistema de raíces no debe verse impedida por la falta de aireación (Fischersworing y Robkamp 2001).

Respecto a la topografía cabe señalar que el cafeto se cultiva principalmente en terrenos bastante pendientes que exigen un manejo cuidadoso para reducir el proceso de erosión característico de estos suelos (Figueroa 1990).

Básicamente, el suelo es un medio de enraizamiento y un sitio de almacenamiento de agua y nutrimentos. Por esta razón es esencial facilitarle a la planta que desarrolle sus raíces tanto lateralmente como en

profundidad para que exploren suficientemente el suelo y extraigan de éste el máximo de nutrimentos y también es necesario además que el suministro de agua sea el adecuado (Arcila y Farfán 2007).

Una apropiada fertilización asegura no solamente un buen desarrollo de la parte aérea sino también un mayor desarrollo y vigor del sistema radical. Las aplicaciones de nitrógeno y fósforo son especialmente útiles para este fin. Otros elementos se aplicarán de acuerdo con las necesidades del cultivo (Arcila y Farfán 2007).

Debido a que el cafeto se cultiva en diferentes tipos de suelos, no es posible manejar su nutrición a través de una recomendación generalizada, por lo cual es necesario asesorarse de un técnico y recurrir a los análisis de suelos. Los análisis de suelos son una herramienta muy importante para determinar los niveles de los nutrimentos en cada suelo y las cantidades y fuentes de fertilizante o enmiendas que deben aplicarse (Arcila y Farfán 2007)

2.4. ESTABLECIMIENTO DEL CAFÉ EN SITIÓ DEFINITIVO

Es preferible trasplantar el café en días nublados en las primeras o últimas horas del día. Antes de iniciar con el trasplante, es necesario cerciorarse que la tierra en las bolsas esté húmeda; de lo contrario se deberá aplicar riego. Para sacar las plántulas en estado de fosforito o chapola del germinador se afloja el sustrato y se retiran con cuidado, procurando que no queden directamente expuestas al sol. Deberán seleccionarse del germinador las mejores plántulas eliminando las débiles, las mal formadas, las amarillas y las de raíces quebradas, torcidas o malformadas. A través de este proceso se garantiza la calidad de la futura cafetera. Si es necesario trasladar las plántulas hasta lugares distantes, se deberán acondicionar en una canasta con tierra húmeda o envolverlas en costales, de manera que las raíces permanezcan protegidas y húmedas (Salazar y Mestre 1990).

Para trasplantar la plántula a la bolsa, se hace un hoyo en la tierra al centro de las bolsas con un palo cónico de punta aguda. Su profundidad debe ser

superior al largo de la raíz de la chapola. Si la raíz supera el largo de la bolsa, ha de practicarse un despunte que permita conservar la verticalidad de la raíz en la bolsa. La raíz principal de la plántula de café debe quedar en dirección recta tal como crecía en el germinador. Finalmente se aprieta la tierra contra las raíces, haciendo presión hacia los lados de la plántula con el palo de ahoyar. Ha de evitarse que queden bolsas de aire alrededor de la raíz. Una vez finalizada la labor de trasplante se debe regar la planta con suficiente agua. Durante la fase de trasplante, se recomienda por lo general efectuar una segunda aplicación de micorrizas en relación de 30 a 50 gramos por chapola, aplicándola directamente en el hoyo con el fin de garantizar el directo contacto la raíz (Salazar y Mestre 1990).

2.5. LA SOMBRA EN EL CAFÉ

Los trabajos de investigación con fertilización en cafetales con sombra y al sol, enseñan que en suelos fértiles, entre 1,000 y 1,150 metros de altitud, con un periodo seco normal y suficientes lluvias, sin limitaciones de clima y suelo, el cafeto produce más al sol que a la sombra. Los árboles de sombra y forestales influyen modificando el ambiente dentro del cafetal refrescando el aire y aumentando su humedad. También producen residuos orgánicos que mejoran la fertilidad del suelo (Manual Técnico... 2000).

Los árboles ideales para asociar con el cafeto son los pertenecientes a las leguminosas. Esta familia de plantas tiene, como característica, que se asocian en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno de la atmósfera.

Esto es muy importante porque el 50% de la productividad del cafetal depende de la cantidad de nitrógeno que pueda aprovechar del suelo. Un tipo de bacteria coloniza las raíces absorbentes de la leguminosa formando nódulos. Se da una simbiosis entre la planta y la bacteria porque los dos se benefician. El árbol alimenta a la bacteria con azúcares y otras sustancias nutritivas y las bacterias le proporcionan nitrógeno que el árbol necesita para producir proteínas y formar sus tejidos (Manual Técnico... 2000).

2.6. FERTILIZACIÓN FOLIAR

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica (Pérez y Suárez 2011).

A partir de 1950, cuando se empezaron a utilizar radioisótopos en la agricultura, mejores técnicas de laboratorio y aparatos para el rastreo y análisis de nutrimentos del tejido vegetal, se lograron avances más claros sobre la efectividad de la fertilización foliar. En las últimas décadas varios trabajos de investigación han demostrado la bondad de esta práctica cuyo uso es común hoy en día (Romero *et al.* 2000).

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar (Fregoni, 1986). Se reconoce, que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal. La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda.

El abastecimiento de los nutrimentos a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades (Cardona 1988). Por consiguiente, habrá casos en que la fertilización foliar sea más

ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo, y casos en que simple y sencillamente no sea recomendable el uso de la fertilización foliar.

La hoja es el órgano más importante de la planta para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersion (Tisdale *et al.*, 1985); sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo.

La hoja es un tejido laminar formada en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que irrigan la hoja de savia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis del medio (Tisdale *et al.* 1985).

Desde el punto de vista de su estructura, las partes más importantes de una hoja del haz al envés son: La cutícula, epidermis superior, parénquima de empalizada, parénquima esponjoso, tejido vascular (integrado por células perimetrales, xilema, floema y fibras esclerenquimatosas), epidermis inferior y cutícula inferior. En el envés, en muchos casos existe una capa espesa de vellos, que dificulta el acceso de soluciones nutritivas, hasta la epidermis como ocurre en la hoja de aguacate.

Fisiológicamente la hoja es la principal fábrica de fotosintatos. De aquí la gran importancia de poner al alcance de la fábrica los nutrimentos necesarios que se incorporan de inmediato a los metabolitos, al ser aplicados por aspersion en el follaje. Pero la fertilización foliar no puede cubrir aquellos nutrimentos que se requieren en cantidades elevadas (Bidwell, 1979).

La fertilización foliar, entonces, debe utilizarse como una práctica especial para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de

aquellos nutrimentos que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo.

2.6.1. Dosis de la fertilización foliar

Las dosis y la frecuencia de aplicación de los fertilizantes foliares está en directa relación con la velocidad de absorción por los órganos de las plantas. Los nutrimentos se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno se destaca por su rapidez de absorción necesitando de 0,5 a 2 horas para que el 50% de lo aplicado penetre en la planta. Los demás elementos requieren tiempos diferentes y se destaca el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50% sea absorbido. En el siguiente cuadro, se detallan tiempos de absorción de algunos nutrimentos importantes (Méndez y Molina 2002).

Cuadro N° 1

Velocidad de absorción de la fertilización foliar

Nutrimento	Tiempo para que se absorba el producto
N	0,5 – 2 horas
P	5 – 10 días
K	10 – 24 horas
Ca	1 – 2 días
Mg	2 – 5 horas
S	8 días
Mn	1 – 2 días
Zn	1 – 2 días
Mo	10 – 20 días
Fe	10 – 20 días

Tomado de Bertsch, citado por Méndez y Molina (2002)

Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías: a) la corriente de transpiración vía xilema, b) las paredes celulares, c) el floema y otras células vivas y d) los espacios intercelulares. La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema. El movimiento

de célula a célula ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema se inicia desde la hoja donde se absorben y sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares donde se utilizan o almacenan dichos compuestos. En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto no se produzca movimiento de sustancias orgánicas producto de la fotosíntesis (Mendez y Molina 2002).

Según Carvajal (2004). Las dosis específicas para cada fase de desarrollo quedan establecidos por los fabricantes de los productos químicos -en este caso de los fertilizantes foliares- las mismas que varían según el estado de desarrollo de las plantas y los medios de aplicación a las plantas.

2.6.2. Mecanismos de absorción de nutrimentos

Desde 1877 se demostró que las sales y otras sustancias pueden ser absorbidas a través de las hojas (Fregoni, 1986) asperjando sus piñas con una solución de sulfato de hierro, logró enverdecer las plantas después de algunas semanas.

Esta experiencia tuvo repercusiones con los productores y se empezaron a utilizar sin medida, prácticas de aspersion foliar de algunos micronutrimentos.

A pesar de ser una práctica común entre agricultores, todavía a finales de la década de los 40's, no se sabía el mecanismo de absorción foliar de nutrimentos. Aún hoy en día, la expresión "Fertilización Foliar" pocas veces se menciona en los textos clásicos, y el mecanismo de absorción por este medio no está descrito de manera formal a pesar de que es una práctica importante en la actualidad.

Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan

radialmente en la pared celular. Estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, como ha sido demostrado en varios estudios. Por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrientes hacia la hoja (Fregoni, 1986).

El proceso de absorción de nutrientes comienza con la aspersión de gotas muy finas sobre la superficie de la hoja de una solución acuosa que lleva un nutriente o nutrientes en cantidades convenientes.

La hoja está cubierta por una capa de cutina que forma una película discontinua llamada cutícula, aparentemente impermeable y repelente al agua por su naturaleza lipofílica. La pared externa de las células epidermales, debajo de la cutícula, consiste de una mezcla de pectina, hemicelulosa y cera, y tiene una estructura formada por fibras entrelazadas.

Dependiendo de la textura de éstas es el tamaño de espacios que quedan entre ellas, llamados espacios interfibrilares (100 \AA), caracterizados por ser permeables al agua y a sustancias disueltas en ella.

Después de esta capa se tiene al plasmalema o membrana plasmática, que es el límite más externo del citoplasma (Méndez y Molina 2002). El plasmalema consiste de una película bimolecular de lipoides y está parcial o totalmente cubierto de una capa de proteína.

Las moléculas de lipoides, parcialmente fosfolipoides, tienen un polo lipofílico y un polo hidrofílico; se supone que a través de estos lipoides hidrofílicos penetran los nutrientes. Estos lipoides se pueden prolongar radialmente hacia la pared epidermal, y se conocen como ectodesmos o cordones lipoides que facilitan en gran medida la penetración de los nutrientes. Tal parece que en una primera instancia, al ser aplicado el nutriente por aspersión, éste se difunde por los espacios interfibrilares en la pared de las células epidermales (difusión), o bien, vía intercambio iónico a través de ectodesmos (ectoteichodes), hasta llegar al plasmalema, lugar donde se lleva a cabo prácticamente una absorción activa como en el caso

de la absorción de nutrimentos por las raíces. En esta absorción activa participan los transportadores, que al incorporar el nutrimento al citoplasma de la célula, forman metabolitos que son posteriormente translocados a los sitios de mayor demanda para el crecimiento y rendimiento de la planta. Por lo tanto, la absorción foliar de nutrimentos se lleva a cabo por las células epidérmicas de la hoja y no exclusivamente a través de los estomas como se creyó inicialmente (García y Peña, 1995).

De aquí la importancia de hidratar la cutícula de la hoja con surfactantes para facilitar la penetración del nutrimento. Este proceso, descrito brevemente, ha sido cotejado actualmente mediante el uso de algunos trazadores isotópicos (Fregoni, 1986).

2.6.3. Factores que influyen en la fertilización foliar

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas. (García y Peña 1995).

2.6.4. Investigaciones con Fertilización Foliar en la Región.

Puerta Morales (2009), en una investigación titulada “Evaluación del efecto de tres dosis de fertilizante foliar en los primeros seis meses de crecimiento del asaí (*Euterpe precatoria*) en la comunidad Bajo Virtudes- Pando”, concluye que con la dosis de 6 litros/ha de Nitrofoska foliar en un periodo de seis meses las plantas registraron un crecimiento absoluto de 21 cm en

altura y 5,26 mm en diámetro de tallo, estos datos fueron estadísticamente superiores al testigo.

Lopes Da Silva (2008), en una investigación titulada “Efecto del fertilizante foliar en el crecimiento de la teca (*Tectona grandis*) durante el segundo semestre después de establecido en el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía (CINTA)” señala que con la dosis de 5% de Baifolan se obtuvo una tasa de crecimiento en altura de planta igual a 2,04 cm/mes y en diámetro de tallo igual a 1,98 mm/mes, estadísticamente superior al testigo.

2.7. PLAGAS DE INSECTOS

Según Fischersworrying y Robkamp (2001), los principales insectos que atacan a las plántulas del café son:

Verraquito de tierra, (*Neocultilla Sp.*, *Scapteriscus Didactylus*),

Esta plaga es común en los almácigos, pero también se presenta en nuevas siembras cuando éstas se hacen en lotes que antes fueron potreros, rastrojo o monte. Ataca en la noche, trozando hojas y cogollos. Igualmente puede causar daño al sistema radicular de las chapolas o plántulas de café.

Nemátodos (*Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus coffea*, *Rotylenchulus sp.*)

Son organismos microscópicos que tienen forma de gusanos delgados, alargados, cilíndricos e incoloros. Atacan el cuello y las raíces del café, produciendo atrofias en éstos. También se observan nudos en las raíces atacadas. Las plantas muestran amarillamiento y crecimiento reducido y no reaccionan favorablemente a la aplicación de abonos.

Hormiga arriera (*Atta fervens*)

Es una hormiga de color castaño oscuro que corta las hojas y las flores para llevarlas al hormiguero donde se cultiva un hongo del cual se alimentan todos los miembros del hormiguero. Su ataque también está estrechamente correlacionado con el estado nutricional de las plantas. La hormiga arriera es un indicador para suelos degradados, por consiguiente,

en caso de ataques fuertes buena parte del trabajo en la unidad productiva debe centrarse en la recuperación de suelos para lograr reducir su presencia en el lapso de algunos años (Fischersworing y Robkamp 2001).

2.8. ENFERMEDADES

Llaga negra de la raíz, Pie negro (*Rosellinia bunodes*)

Esta enfermedad se observa en suelos de terrenos recientemente desmontados. Cuando la llaga negra ataca el cafeto, en la raíz de los árboles enfermos aparecen manchas negras carbón, que huelen a pantano podrido. Los cafetos afectados aparecen con hojas marchitas y sin brillo y, a los pocos días empiezan a amarillarse y secarse. Los frutos se secan y las ramas se van marchitando paulatinamente (Leal 2011).

Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*)

Esta enfermedad ataca al café en cualquier edad desde las chapolas en el germinador hasta cafetales adultos, especialmente cuando están mal abonados, sembrados a libre exposición solar y/o con poca sombra. La enfermedad afecta el follaje y el fruto del café. En las hojas aparecen manchas circulares de color marrón rojizo. A medida que éstas crecen, las manchas del centro se tornan gris claro y se rodean de un anillo rojizo. Cuando el ataque es fuerte ocasiona la caída de hojas y frutos (Leal 2011).

Roya del café (*Hemileia vastatrix*)

Los ataques más fuertes se presentan en cafetales muy sombreados con exceso de humedad o en cafetales desnutridos expuestos a pleno sol. La roya es un hongo que ataca las hojas del cafeto. En el envés de las hojas aparecen manchas de color amarillo claro que luego se tornan anaranjadas. En estado avanzado del ataque se observan manchas amarillentas en la superficie de la hoja (haz). Para detectar el brote de la roya deben mirarse por el revés las hojas en la parte inferior del cafeto. El ataque de la roya se presenta en época de lluvia y puede afectar el árbol de tal manera que pierda todas sus hojas (Leal 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía (CINTA), dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales, perteneciente a la Universidad Amazónica de Pando, localizado aproximadamente a 25 kilómetros de la ciudad de Cobija.

Municipio : Porvenir
Provincia : Nicolás Suárez
Departamento : Pando

Las coordenadas del área de estudio son las siguientes:

Longitud oeste : 68°42'59,6"
Latitud sur : 11°12'06,0"



Fotografía N° 1. Identificación del área experimental

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material vegetal e insumos:

Se utilizaron plántulas de Café (*Coffea arabica* L.) variedad Catuaí.

Insumos: Fertilizante foliar Amicul

3.2.2. Herramientas:

Carretilla

Pala

Boca de lobo

Azadón

Regla de 30 cm

Calibrador (pie de rey)

Regadera

Azadón

Rastrillo.

3.2.3. Otros materiales:

Libreta de campo

Cámara fotográfica digital

Computadora e impresora

Papel bond

Tinta de impresora.

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los métodos empleados en el procedimiento experimental se describen a continuación:

3.3.1. Limpieza del área experimental:

El área experimental contaba con plantación de plátano de diez meses aproximadamente para semi-sombra de las plántulas de café. La limpieza del área experimental antes del trasplante, se realizó manualmente azadón, machetes y rastrillo.



Fotografía N° 2. Limpieza del área experimental

3.3.2. Excavación de hoyos:

Se excavaran hoyos en forma de 20 cm de diámetro por 30 cm de profundidad, esta actividad, se realizó manualmente con la ayuda de herramientas como boca de lobo, pala, lampa.



Fotografía N° 3. Excavado de hoyos

3.3.3. Obtención del Material Vegetal

Las plántulas de café fueron obtenidas en una investigación previa titulada “Efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos, en la emergencia y crecimiento del café, en el vivero del CINTA-UAP, conducido por Ivan Wanderley A. Se seleccionaron plántulas lo más homogéneo posible.



Fotografía N° 4. Obtención de plántulas de café

3.3.4. Trasplante al lugar definitivo:

A las bolsas de polietileno con plántulas se les extrajo dicha la bolsa, para su colocación en hoyo previamente cavado.



Fotografía N° 5 Trasplante al sitio definitivo

3.3.5. Aplicación del fertilizante foliar

Los niveles de fertilizante foliar (Amicul) aplicados durante el primer semestre constituyen el objeto de la presente investigación y fueron los siguientes:

- T Testigo
- A 1,0% (200 cc/20 litros de agua)
- B 1,5% (300 cc/20 litros de agua)
- C 2,0% (400 cc/20 litros de agua)

Esta actividad se realizó con una frecuencia de cada 21 días.



Fotografía N° 6. Dosificación de fertilizante foliar



Fotografía N° 7. Aplicación del fertilizante foliar

3.4. MÉTODOS EMPLEADOS EN LA TOMA DE DATOS

3.4.1. Datos meteorológicos:

Durante el periodo de investigación se registrarán los datos diarios correspondientes a: Temperatura, Precipitación pluvial. Esta información fue obtenida de fuentes secundarias como es la estación meteorológica de AASANA.

Unidad de Pronóstico

Inicio ¿Quiénes somos? ¿Que hacemos? ¿Dónde estamos? Noticias Contacto

SISMET

Retornar Principal

SisMet
Sistema de Procesamiento de Datos Meteorológicos

Estaciones: Cobija Aeropuerto
Parámetros Meteorológicos: PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)

Mes Inicial: Mes Final: Año Inicial: Año Final: Periodo:
Enero Diciembre 2014 2014 30 Visualizar

Estación: Cobija Aeropuerto
Departamento: Pando
Provincia: Nicolas Suarez

Latitud Sud: 11° 02' 23"
Longitud Oeste: 68° 46' 49"
Altura m s n m: 235

DATOS DE : PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2014	344.5	347.7	350.7	100.5	82.8	28.8	6.9	50.8	****	****	****	****	****

Fotografía N°8. Vista de Página web del SENHAMI

3.4.2. Características del Suelo:

Para determinar las principales características edáficas del área de estudio se realizó un muestreo del suelo de varios puntos del área experimental, mediante el método aleatorio se obtuvo muestras de suelo desde la superficie hasta 30 cm de profundidad y mediante cuarteo se obtuvo una muestra de un kg el mismo que fue enviado al Laboratorio de Suelos del Área de Ciencias Biológicas y Naturales.



Fotografía N°9. Toma de muestra de suelo

3.4.3. Altura de la planta:

Con la ayuda de un flexómetro/cinta métrica se midió la altura desde el nivel del suelo hasta el ápice del talluelo (en cm), cada 30 días, por un periodo de seis meses. Esta medición se efectuó en las 10 plantas centrales de cada unidad experimental.



Fotografía N° 10. Medición de la altura de planta

3.4.4. Diámetro del tallo

Con la ayuda del calibrador/cinta métrica se midió el diámetro del tallo, a 5 cm del nivel del suelo, cada 30 días se tomó datos de las diez plantas centrales. Los valores fueron expresados en mm, haciendo un total de siete mediciones incluyendo el inicial.



Fotografía N° 11. Registrando el diámetro del tallo

3.4.5. Incidencia de plagas y enfermedades

Mediante observación directa se determinó los insectos y enfermedades que se presenten durante el periodo de estudio.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental a emplear será “Bloques completos al azar” con las siguientes características:

Tratamientos	:	4
Repeticiones	:	4
Unidades experimentales	:	16
Nº de plantas/unid. Exp.	:	14
Plantas a evaluar/unid.Exp	:	10
Área de cada unid experim.	:	50,4 m ² (3 m x 16,8 m)
Distancia entre plantas	:	1,2 m
Distancia hileras	:	3 m
Área efectiva del exper.	:	576 m ² (36 m ² x 16)
Área total del experimento	:	806,4 m ² (16,8 m x 48 m)
Ver croquis de campo	:	Anexo N° 1

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de las diferentes variables fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y comparación de promedios mediante la prueba de Duncan, considerando un 5% de significancia.

Los datos obtenidos fueron transcritos en una hoja electrónica EXCEL y posteriormente analizados mediante el paquete estadístico SPSS Versión 11.5 en español.

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos correspondientes a las temperaturas registradas durante el periodo de investigación, se detalla en el Cuadro N° 2, en el mismo se observa que la temperatura promedio fue de 26,1°C, la mínima media de 21,9°C y la máxima media de 30,4°C.

Cuadro N° 2

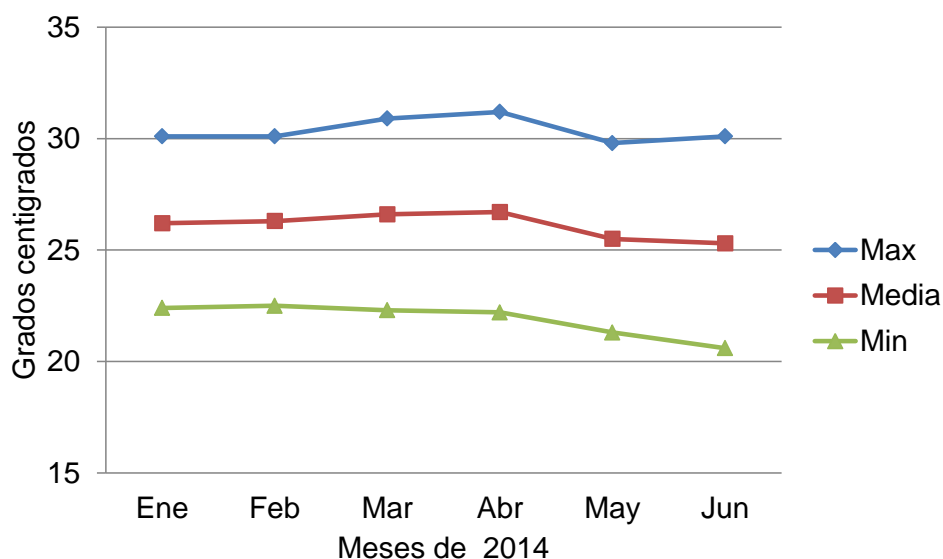
Promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial

Meses	Temperaturas			Precipitación
	Mínima	Promedio	Máxima	
Enero	22,4	26,2	30,1	344,5
Febrero	22,5	26,3	30,1	347,7
Marzo	22,3	26,6	30,9	350,7
Abril	22,2	26,7	31,2	100,5
Mayo	21,3	25,5	29,8	82,8
Junio	20,6	25,3	30,1	28,8
TOTAL				1255,0
PROMEDIO	21,9	26,1	30,4	8,4

Fuente: <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php> (Fecha: 30/07/2014)

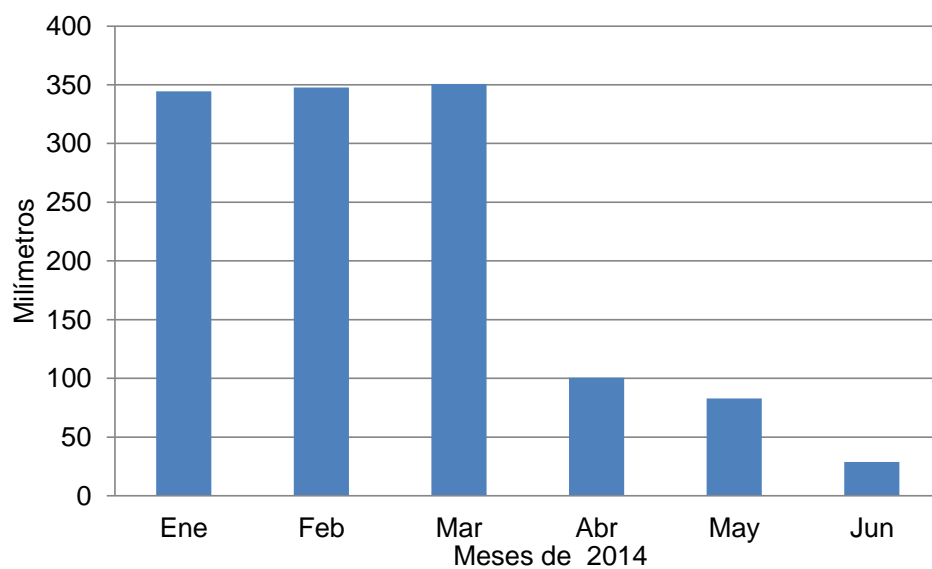
El Gráfico N° 1, permite observar que el mes de abril se registró la mayor temperatura, mientras que el mes de junio se registró la temperatura más baja.

Gráfico N° 1
Promedios de Temperatura, durante el estudio



Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se detalla en el Cuadro N° 2 y Gráfico N° 2, indican que durante el periodo de estudio, se registró una precipitación total de 1255,0 mm, equivalente a 8,4 litros-día/m².

Gráfico N° 2
Precipitación pluvial, registrada durante el estudio



En el gráfico N° 2 se observa que el mes de junio se registró la menor precipitación con 0,9 litros-día/m², mientras que la máxima precipitación tuvo lugar en el mes de marzo con 11,3 litros-día/m², esto debido a las características propias de la época de lluvias que se registra en la región.

4.2. CONDICIONES EDÁFICAS

Los resultados del análisis de suelo se muestran en el Anexo N° 3 y el resumen en el Cuadro N° 3, en el mismo se puede observar que el pH (potencial de hidrogeniones) es moderadamente ácido, con un contenido de bajo en materia orgánica, fósforo y potasio, en resumen de baja fertilidad, por lo que la adición de fertilizante foliar viene a mejorar la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plantas, en este caso del café.

Cuadro N° 3

Características del suelo del área experimental

VARIABLES	VALOR	INTERPRETACIÓN
pH (agua 1:2,5)	5,70	Moderadamente ácido
M.O. (%)	1,89	Bajo
N Total (%)	0,03	Muy Bajo
P (ppm)	1,45	Bajo
K (ppm)	6,1	Moderado
Ca (meq/100g)	2,7	Medio
Mg (meq/100g)	1,0	Medio
Na (meq/100g)	5,0	Moderadamente bajo
Textura	77% Arena	Arenoso

Fuente: Laboratorio de suelos del ACBN-UAP

4.3. CRECIMIENTO EN ALTURA

4.3.1. Altura de planta inicial

La altura inicial de planta promedio fue de 11,96 cm y varió desde 9,6 cm hasta 14,1 cm.

Cuadro N° 4
Altura de planta inicial (cm)

Tratamientos (dosis)	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	V	
Testigo	11,3	12,3	10,1	13,1	11,7
1,0%	11,7	9,6	10,7	14,1	11,5
1,5%	13,0	13,1	11,9	13,2	12,8
2,0%	13,7	10,0	11,5	12,1	11,8
Promedio	12,4	11,3	11,1	13,1	11,96

Fuente: elaboración propia.

Considerando que uno de los objetivos es evaluar el crecimiento de las plantas, los datos de la altura inicial fueron sometidos al análisis de varianza, los resultados al 5% de probabilidad de error indican diferencia estadística no significativa entre repeticiones ni entre tratamientos, lo que representa una homogeneidad de las plantas en altura al inicio del experimento.

Cuadro N° 5
Análisis de varianza para altura de planta inicial

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repetición	11,623	3	3,874	2,77	3,86
Tratamiento	3,923	3	1,308	0,93	3,86
Error	12,592	9	1,399		
Total	28,138	15			

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Crecimiento mensual en altura

Los promedios de altura de planta inicial y de los siguientes seis meses se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 6

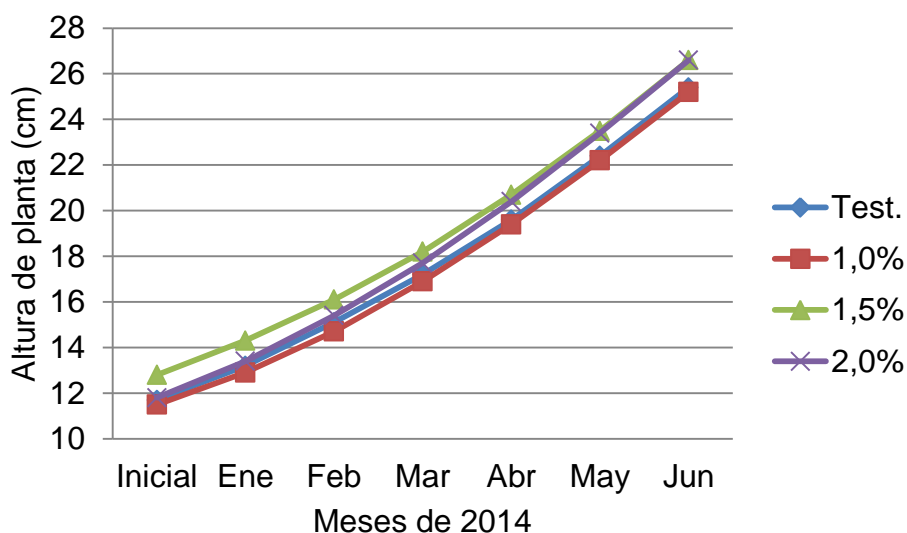
Promedio de altura de planta de los seis meses (en cm)

Meses de estudio	Dosis de fertilizante foliar			
	Testigo	1,0%	1,5%	2,0%
Inicial	11,7	11,5	12,8	11,8
Enero	13,2	12,9	14,3	13,4
Febrero	15,1	14,7	16,1	15,4
Marzo	17,2	16,9	18,2	17,7
Abril	19,6	19,4	20,7	20,4
Mayo	22,4	22,2	23,5	23,4
Junio	25,4	25,2	26,6	26,6

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3

Promedios de altura de planta mensual



En el cuadro anterior y gráfico N° 3 se observa que el testigo pasó de 11,7 cm a 25,4 cm con un crecimiento absoluto de 13,7 cm en los seis meses;

mientras que el mayor crecimiento se observó en la dosis 2,0% que pasó de 11,8 cm a 26,6 cm, con incremento absoluto de 14,8 cm.

4.3.3. Crecimiento absoluto en altura

En el cuadro N° 7 se detallan los promedios de incremento mensual en altura de planta, en el mismo se observa que en promedio durante los seis meses las plantas tuvieron un crecimiento total de 14,0 cm, el testigo y la dosis de 1% de amicul registraron el menor crecimiento absoluto con 13,7 cm, mientras que el mayor crecimiento se observó en dosis 2% de amicul con 14,8 mm.

Comparando los meses, se observa que los mayores crecimientos se registraron en los últimos meses (mayo y junio) con 2,9 y 3,1 cm respectivamente, mientras que el mes con menor crecimiento fue enero con 1,5 cm, estos datos muestran que el crecimiento no estuvo influenciado por la precipitación pluvial toda vez que el crecimiento de las plántulas fue bajo la semisombra del cultivo de plátanos.

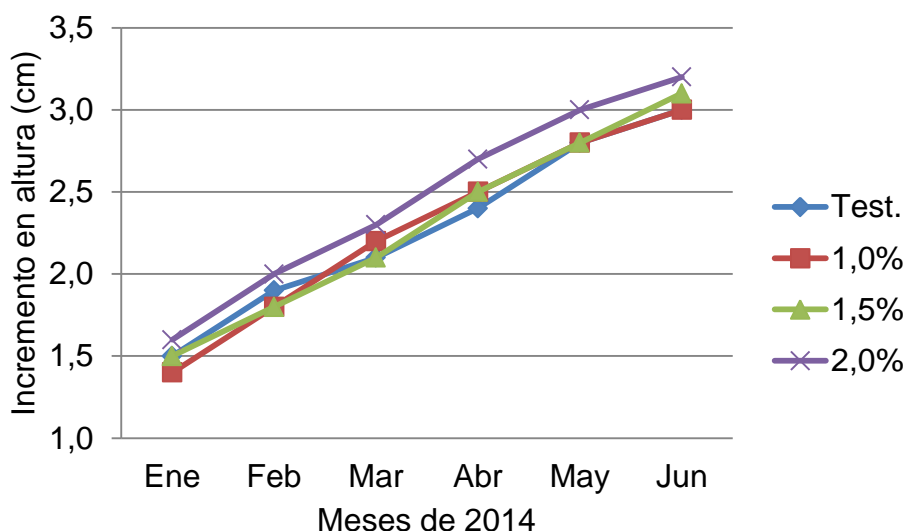
Cuadro N° 7
Promedios de crecimiento absoluto en altura (cm)

Meses	Dosis de Fertilización foliar				Prom
	Test.	1,0%	1,5%	2,0%	
Enero	1,5	1,4	1,5	1,6	1,5
Febrero	1,9	1,8	1,8	2,0	1,9
Marzo	2,1	2,2	2,1	2,3	2,2
Abril	2,4	2,5	2,5	2,7	2,5
Mayo	2,8	2,8	2,8	3,0	2,9
Junio	3,0	3,0	3,1	3,2	3,1
Total	13,7	13,7	13,8	14,8	14,0

Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 4

Crecimiento absoluto mensual de altura (cm)



4.3.4. Análisis del crecimiento en altura por meses y tratamientos

Considerando que se observa una relación directa entre los meses del año y el crecimiento de la planta, se efectuó el análisis de varianza comparando entre las cuatro dosis y entre los seis meses que duró en estudio:

Cuadro N° 8

Análisis de varianza para el incremento absoluto

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Dosis Est.	0,1433	3	0,0478	19,55	3,29
Meses	7,1333	5	1,4267	583,64	2,90
Error	0,0367	15	0,0024		
Total	7,3133	23			

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos o dosis de fertilizante foliar y entre los meses del año, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 9

Resultados de la prueba de Duncan para Tratamientos y Meses

Tratamientos	Prom.	Épocas	Prom.
2,0%	2,37 a	Junio	3,08 a
1,5%	2,30 BB b	Mayo	2,85 b
1,0%	2,28 BB b	Abril	2,53 c
Testigo	2,28 BB b	Marzo	2,18 d
		Febrero	1,88 e
		Enero	1,50 f

Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican que la dosis 2,0% de fertilizante foliar dio lugar al mayor crecimiento en altura de planta, mientras que en los meses de abril y marzo se registraron los mayores crecimientos.

Gráfico N° 5

Tasas de crecimiento en altura según las dosis de fertilizante foliar

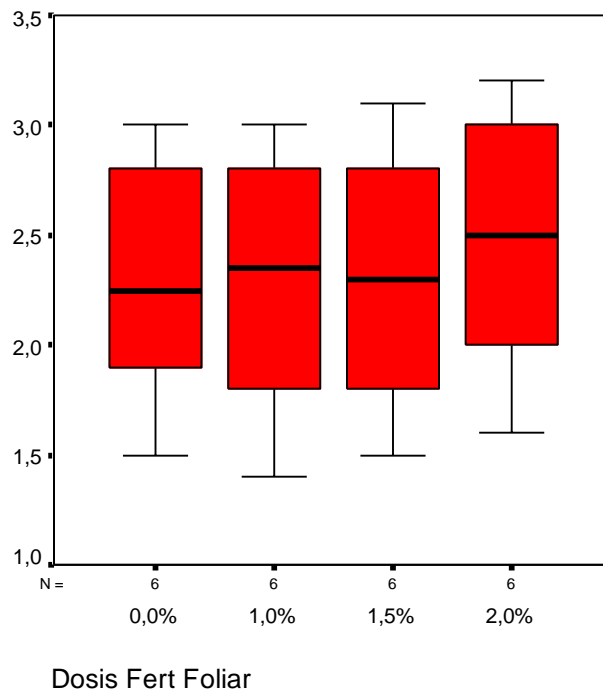
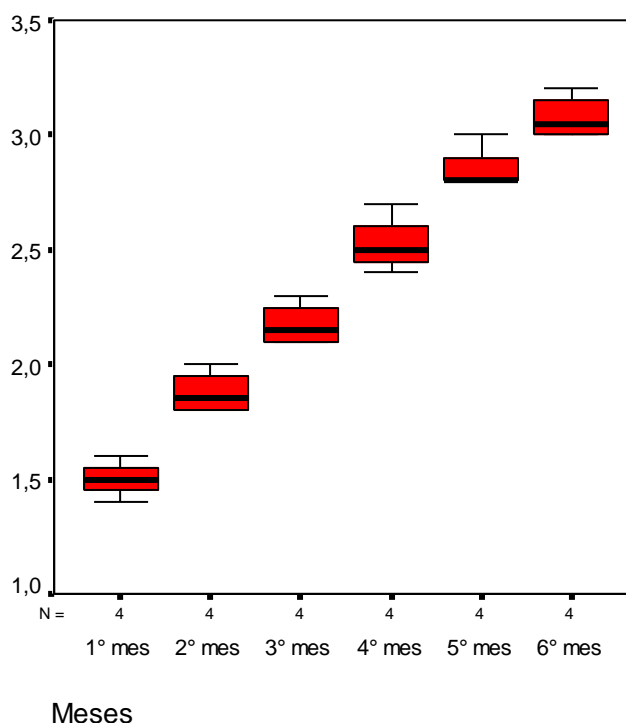


Gráfico N° 6

Tasas de crecimiento en altura según meses de estudio



4.4. CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE TALLO

4.4.1. Diámetro de tallo inicial

El diámetro de tallo inicial promedio fue de 2,26 cm y varió desde 1,81 mm hasta 2,66 mm.

Cuadro N° 10

Diámetro de tallo inicial (mm)

Tratamientos (dosis)	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	V	
Testigo	2,13	2,32	1,91	2,47	2,21
1,0%	2,21	1,81	2,02	2,66	2,18
1,5%	2,46	2,47	2,25	2,49	2,42
2,0%	2,59	1,89	2,17	2,29	2,24
Promedio	2,35	2,12	2,09	2,48	2,26

Fuente: elaboración propia.

Considerando que uno de los objetivos es evaluar el crecimiento de las plantas, los datos del diámetro de tallo inicial fueron sometidos al análisis de varianza, los resultados al 5% de probabilidad de error indican diferencia estadística no significativa entre repeticiones ni entre tratamientos, lo que representa una homogeneidad de las plantas en diámetro de tallo al inicio del experimento.

Cuadro N° 11

Análisis de varianza para diámetro de tallo inicial

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repetición	0,4145	3	0,1382	2,79	3,86
Tratamiento	0,1416	3	0,0472	0,95	3,86
Error	0,4455	9	0,0495		
Total	1,0016	15			

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Crecimiento mensual en diámetro de tallo

Los promedios de diámetro de tallo inicial y de los siguientes seis meses se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 12

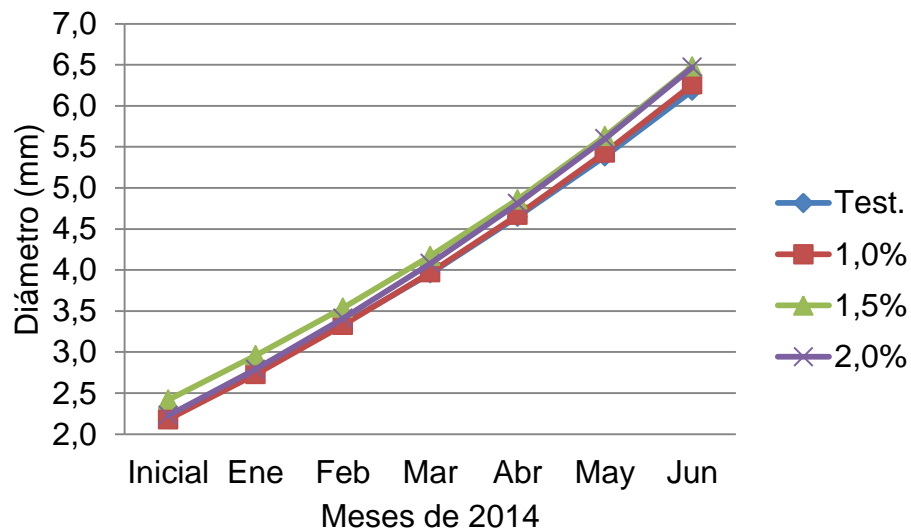
Promedio de diámetro de tallo en de los seis meses (en mm)

Meses de estudio	Dosis de fertilizante foliar			
	Testigo	1,0%	1,5%	2,0%
Inicial	2,21	2,18	2,42	2,23
Enero	2,76	2,73	2,96	2,79
Febrero	3,34	3,33	3,54	3,41
Marzo	3,96	3,97	4,17	4,08
Abril	4,65	4,67	4,86	4,81
Mayo	5,38	5,43	5,63	5,60
Junio	6,18	6,26	6,48	6,47

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 7

Promedios de diámetro de tallo mensual



En el cuadro anterior y gráfico N° 7 se observa que el testigo pasó de 2,21 cm a 6,18 mm con un crecimiento absoluto de 3,97 mm en los seis meses; mientras que el mayor crecimiento se observó en la dosis 2,0% que pasó de 2,23 a 6,47 mm, con incremento absoluto de 4,24 mm.

4.3.5. Crecimiento absoluto en altura

En el cuadro N° 5 se detallan los promedios de crecimiento mensual en diámetro de tallo, en el mismo se observa que en promedio durante los seis meses, las plantas tuvieron un crecimiento total de 4,09 mm, el testigo registró el menor crecimiento absoluto con 3,97 mm, mientras que el mayor crecimiento se observó en dosis 2% de amiculcon 4,24 mm.

Comparando los meses, se observa que los mayores crecimientos se registraron en los últimos meses (mayo y junio) con 0,76 y 0,84 mm respectivamente, mientras que el mes con menor crecimiento fue enero con 0,55 mm, estos datos muestran que el crecimiento no estuvo influenciado por la precipitación pluvial toda vez que el crecimiento de las plántulas fue bajo la semisombra del cultivo de plátanos.

Cuadro N° 13

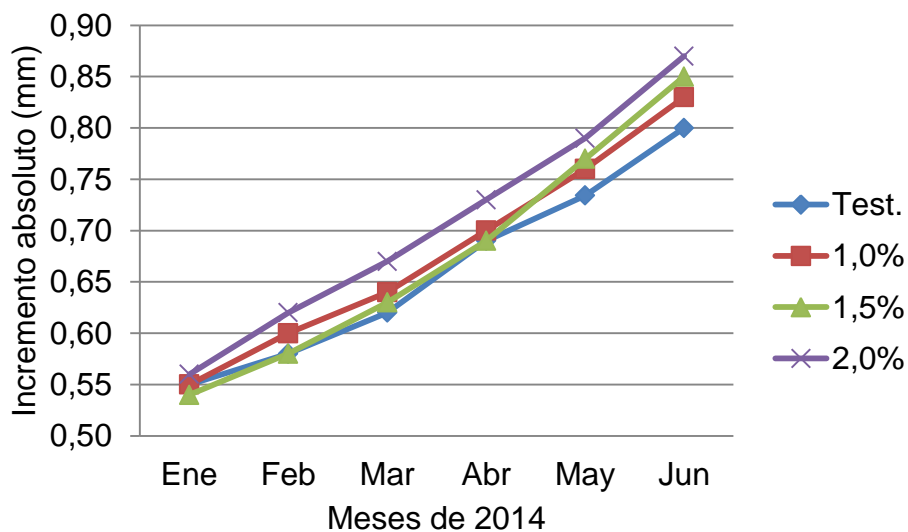
Promedios de crecimiento absoluto en diámetro de tallo (mm)

Meses	Dosis de Fertilizante Foliar				Prom
	Test.	1,0%	1,5%	2,0%	
Enero	0,55	0,55	0,54	0,56	0,55
Febrero	0,58	0,60	0,58	0,62	0,60
Marzo	0,62	0,64	0,63	0,67	0,64
Abril	0,69	0,70	0,69	0,73	0,70
Mayo	0,73	0,76	0,77	0,79	0,76
Junio	0,80	0,83	0,85	0,87	0,84
Total	3,97	4,08	4,06	4,24	4.09

Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 8

Crecimiento absoluto mensual en diámetro de tallo (mm)



4.3.4. Análisis del crecimiento en altura por meses y tratamientos

Considerando que se observa una relación directa entre los meses del año y el crecimiento del diámetro, se efectuó el análisis de varianza comparando entre las cuatro dosis y entre los seis meses que duró en estudio:

Cuadro N° 14

Análisis de varianza para el incremento absoluto en diámetro

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Dosis Est.	0,00615	3	0,00205	16,06	3,29
Meses	0,23203	5	0,04641	363,61	2,90
Error	0,00191	15	0,00013		
Total	0,24009	23			

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos o dosis de fertilizante foliar y entre los meses del año, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 15

Prueba de Duncan para Crecimiento en Diámetro de Tallo

Tratamientos	Prom.	Épocas	Prom.
2,0%	0,71 a	Junio	0,84 a
1,5%	0,68 BBb	Mayo	0,76 b
1,0%	0,68 BBb	Abril	0,70 c
Testigo	0,66 CCCc	Marzo	0,64 d
		Febrero	0,60 e
		Enero	0,55 f

Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican que la dosis 2,0% de fertilizante foliar dio lugar al mayor crecimiento en diámetro de tallo, mientras que en los meses de mayo y junio se registraron los mayores crecimientos.

Gráfico N° 9

Tasas de crecimiento en diámetro según las dosis de fertilizante foliar

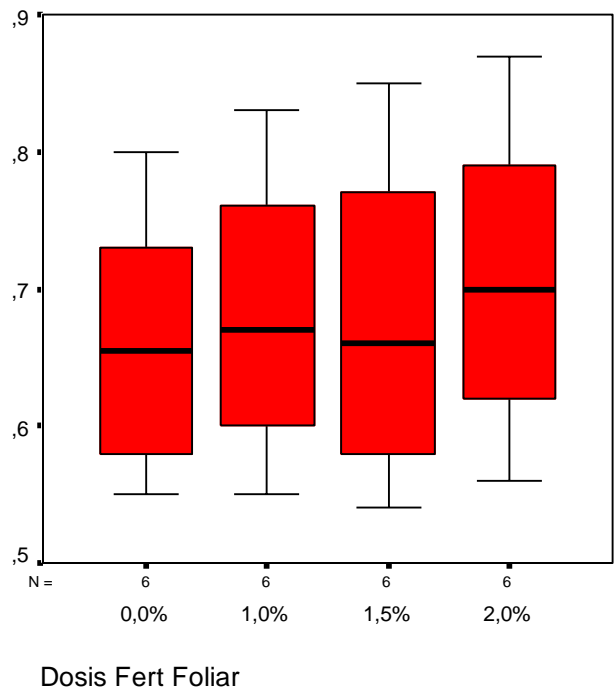
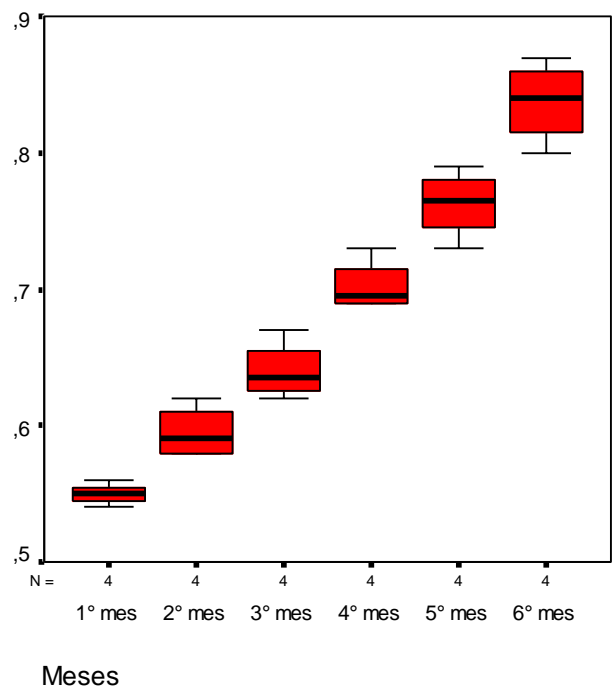


Gráfico N° 10

Tasas de crecimiento en altura según meses de estudio



4.4. INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Durante el estudio se observaron la presencia de insectos propios de la región como son las hormigas *Atta spp.* Sin embargo estas solo causaron pequeñas perforaciones en las plántulas de café.



Fotografía N° 11. Hojas perforadas por hormigas

También se observó la presencia de enfermedad roya del café (*Hemileia vastatrix*) que solo afectó a tres plantas (1,9%), en consecuencia no hubo necesidad de aplicar fitosanitarios.



Fotografía N° 12. Roya del café

La mortalidad de plantas, en el área efectiva fue de 2 de las 160 plantas que equivalen al 1,2%. Sin embargo esta mortalidad se debió a factores externos como el golpe de sol una vez efectuada el trasplante.

5. DISCUSIÓN

5.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Según Figueroa (1990), el café requiere para su desarrollo de temperatura óptima que oscila entre 19°C y 21°C con extremos de 17°C a 23°C, ya que por encima de la temperatura promedio de 24°C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el llenado de los frutos. Cuando la temperatura promedio es de 26°C o superior se presenta fructificación continuada, que se caracteriza por la presencia de frutos maduros o próximos a la madurez junto a frutos verdes de tamaño mediano y/o frutos verdes pequeños y flores en una misma rama. Este fenómeno se acentúa cuando además de temperaturas altas caen lluvias esporádicas que conllevan a cosechas relativamente altas seguidas de otras muy escasas (alternancia).

En la presente investigación, la temperatura promedio fue de 26,1°C, la mínima media de 21,9°C y la máxima media de 30,4°C. La variación entre los meses fue mínima registrándose la menor temperatura en el mes de 25,3°C en el mes de junio y la máxima en el mes de abril con 26,7°C. Estas temperaturas son relativamente superiores a lo indicado por la bibliografía, lo que explica la muerte de una mínima proporción (1,2%) de plántulas después del trasplante.

Fischersworing y Robkamp (2001), afirman que la precipitación en las zonas cafeteras oscila entre los 1.000 y 3.500 mm anuales. Según su ubicación en la zona subtropical o tropical se presentan uno a dos períodos de lluvia anuales seguidos por uno o dos períodos secos con lluvias menos fuertes y de menor intensidad, respectivamente. Este fenómeno induce a una o dos épocas de floración al año, generando una o dos cosechas (principal y mitaca), respectivamente. Donde las lluvias superan los 3.000

mm por año, la proliferación de enfermedades y la pérdida de nutrientes del suelo se ven favorecidas, afectando las cosechas.

En la presente investigación, durante el periodo de seis meses (enero a junio de 2014), se registró una precipitación total de 1255,0 mm, equivalente a 8,4 litros-día/m². El mes de junio se registró la menor precipitación con 0,9 litros-día/m², mientras que la máxima precipitación tuvo lugar en el mes de marzo con 11,3 litros-día/m². Comparando estos resultados con lo indicado por la bibliografía, es posible afirmar que en el área de estudio se registran precipitaciones pluviales apropiadas para el desarrollo del café.

5.2. CONDICIONES EDÁFICAS

En la presente investigación el suelo presenta una textura arenosa con un pH (potencial de hidrogeniones) es moderadamente ácido, con un contenido de bajo en materia orgánica, fósforo y potasio, en resumen de baja fertilidad.

Al respecto, Fischersworing (2001), sostiene que la textura del suelo y su profundidad son determinantes. Tanto el suelo como el subsuelo deben tener buen drenaje. Son preferibles los suelos profundos de color oscuro derivados de ceniza volcánica, descartando aquéllos cuyo perfil muestre un color gris blanquecino, característico del suelo gredoso. El suelo adecuado para el café es el migajón bien drenado, profundo, ligeramente ácido, rico en nutrientes (particularmente en potasio y materia orgánica). La aireación juega un rol determinante. Se considera suelo apropiado aquél que presenta un 60% de espacio poroso del cual un tercio es ocupado por aire cuando el suelo está húmedo. El subsuelo puede contener más arcilla, pero la libre expansión del sistema de raíces no debe verse impedida por la falta de aireación. En consecuencia, estas características indican que el área de estudio es de baja fertilidad, lo que explica que el crecimiento de plántulas en el tratamiento testigo fue relativamente inferior a los demás tratamientos.

5.3. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN EL CRECIMIENTO

En la presente investigación, el testigo registró el menor crecimiento absoluto en altura de planta y diámetro de tallo, mientras que el mayor crecimiento se observó en dosis 2,0% de fertilizante foliar. Por otra parte, el mayor crecimiento se registró en el último mes (junio), mientras que el mes con menor crecimiento fue en el mes de enero. En consecuencia se puede afirmar que la mayor dosis de fertilizante foliar (2,0%) tuvo efectos favorables para el crecimiento de la altura de planta y diámetro de tallo de café en el primer semestre de su establecimiento en sitio definitivo.

Estos resultados corroboran lo indicado por Pérez y Suárez (2011), quienes afirman que la fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica.

5.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES

En la presente investigación se observaron la presencia de insectos propios de la región como son las hormigas *Atta spp.*, las mismas que causaron perforaciones en hojas de las plántulas de cafeto, también se observó la presencia de enfermedad roya del café (*Hemileia vastatrix*) que solo afectó a tres plantas (1,9%). La mortalidad de plantas, en el área efectiva fue de 2 de las 160 plantas que equivalen al 1,2%. Sin embargo esta mortalidad de

debió a factores externos como el golpe de sol una vez efectuada el trasplante.

Al respecto, Castañeda (1997), sostiene que la falta de drenaje en las camas de vivero favorece la presencia del hongo de la chupadera o volcamiento (*Rhizoctonia solani*) cuya incidencia es mayor en las primeras semanas después del trasplante, por lo cual ha de evitarse el exceso de humedad y sombra. La mancha de la hoja o mancha de hierro, causada por el hongo *Cercospora coffeicola*, se presenta con mayor frecuencia en cafetos con deficiencia de nitrógeno. Esta enfermedad se puede prevenir mediante aplicaciones periódicas de compost, lombriabono o guano. Los purines o el estiércol líquido pueden contrarrestar rápidamente esta deficiencia y fortalecer el cafeto contra el ataque de este u otros hongos. En caso de ataques fuertes de mancha de hierro, se fumiga con Caldo Bordelés, el cual se prepara en proporción de 2 cucharadas soperas de sulfato de cobre y otro tanto de cal por galón de agua. En consecuencia es posible afirmar que en el área de estudio existen pocas posibilidades de plagas y enfermedades en la etapa de establecimiento del café en el sitio definitivo.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación, su análisis e interpretación tomando en cuenta la bibliografía existente, permite efectuar las siguientes conclusiones:

- Las condiciones climáticas registradas durante el periodo de estudio indican que el área de estudio presenta una temperatura media de 26,1°C y una precipitación pluvial total de 1.255,0 mm, las mismas que son favorables al desarrollo del café. El suelo presenta pH moderadamente ácido y baja fertilidad, por lo que la adición de la fertilización foliar viene a suplir las deficiencias nutricionales del suelo para el desarrollo del café.
- Durante los seis meses de estudio, el crecimiento promedio en altura fue de 14,0 cm lo que representa una tasa de crecimiento mensual de 2,33 cm/mes, sin embargo el crecimiento no fue uniforme toda vez que en los primeros meses el crecimiento fue lento con 1,5 cm/mes la misma que fue incrementando paulatinamente hasta registrar la mayor tasa de crecimiento el mes de junio con 3,1 cm/mes.
- La menor tasa de crecimiento se registró Testigo que pasó de 11,7 cm a 25,4 cm con un crecimiento absoluto de 13,7 cm en los seis meses con una tasa de 2,28 cm/mes; mientras que el mayor crecimiento se observó en la dosis de 2,0% de fertilizante foliar que pasó de 11,8 cm a 26,6 cm, con crecimiento absoluto de 24,8 cm y una tasa de crecimiento del 4,13 cm/mes.
- Durante el estudio se observaron la presencia de hormigas *Atta spp.*, que solo causaron pequeñas perforaciones en las plántulas de cafeto. También se observó la presencia de enfermedad roya del café (*Hemileia vastatrix*) que solo afectó a tres platas (1,9%), en consecuencia no hubo necesidad de aplicar fitosanitarios. La mortalidad, en el área efectiva fue de 2 de las 160 platas que equivalen al 1,2%. Sin embargo esta mortalidad de debió a factores externos como el golpe de sol una vez efectuada el trasplante.

7. RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones de la presente investigación, es posible efectuar de manera preliminar las siguientes recomendaciones:

- Debido a que durante el trasplante se registró en plena época de lluvias, lo que favoreció una mortalidad aunque mínima (1,9%), se recomienda realizar nuevas investigaciones, efectuando esta labor al inicio de la época de lluvias.
- Habiéndose observado un efecto positivo de las dosis del fertilizante foliar amicul y considerando que la bibliografía recomienda adicionar fertilizantes químicos, se recomienda efectuar nuevas investigaciones con otros tipos de abono orgánico y químico, como estiércol bovino, de aves, superfosfato triple y nitrofoska.
- También se recomienda estudiar el crecimiento del café en sistemas agroforestales asociando con especies anuales, frutales y forestales propias de la región o con valor económico para los productores.
- Finalmente se recomienda divulgar los resultados de la presente investigación entre los productores e instituciones responsables del desarrollo productivo en la región.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

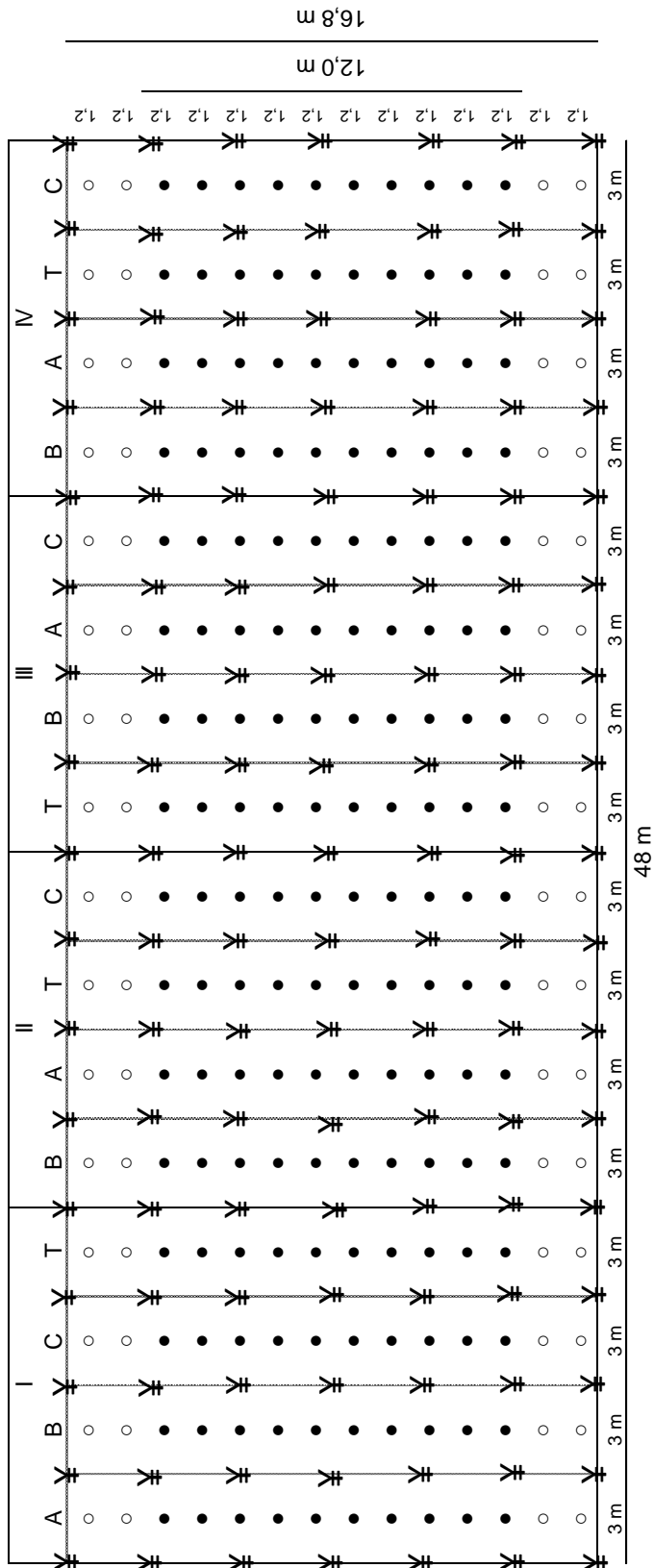
- Arcila J; y Farfán F. 2007. Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en los sistemas de producción de café. Sistema de producción de café en Colombia. Bogotá.
- Barrientos R. 2011. Diagnóstico de la situación cafetalera del municipio de Caranavi. Viceministerio de Coca y Desarrollo Integral – VCDI Programa de Apoyo a la Política Sectorial – PAPS. La Paz, Bolivia.
- Bidweil, R.G.S. 1979. Plant physiology. MacMillan Publishing Co, Inc. New York, N.Y. USA.
- Calle Aznar S. 2011. Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales. Tesis de Ing. Tec. Industrial especialidad Química. Barcelona, España, Universidad Politécnica de Catalunya. 155 p.
- Carvajal F. (2004). Cafeto: cultivo y fertilización. Segunda Edición. Instituto Internacional de la Potasa. Berna, Suiza. 253 p.
- Cardona B., D.J. 1988. Fertilización edáfica y foliar en Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) tipo mercado. Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, Méx.
- Castañeda E., 1997. Manual Técnico Cafetalero. Proyecto ADEX- USAID. Lima. Perú. 162 pp.
- Figuroa R. 1990 La Caficultura en el Perú. Lima: Editorial Fiessa.
- Fischersworing H.B. y Robkamp R.R. 2001. Guía para la caficultura orgánica. Bogotá Colombia. GTZ.
- Fregoni, M. 1986. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. pp. 205-21 1. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- García H., E. y Peña V. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. UACH. Primera Edición. México, D.F.

- Leal, Sostenes Eduardo 2011. Evaluación de fungicidas químicos y biológicos para el manejo de ojo de gallo ocasionada por *Mycena citricolor* en café (*Coffea arabica*) en finca La Soledad Acatenango, Chimaltenango, Guatemala, C.A.
- Manual Técnico Buenas Prácticas en el Cultivo de Café Orgánico (Para agricultores). 2000. Costa Rica.
- Méndez, Gloria y Molina, Eloy. 2002. Fertilización foliar: principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de Suelos y Foliars.
- Pérez Camargo L. E. y Suárez Campos L.A. 2011. Evaluación del efecto sombra en la producción de café *Coffea arabica* dentro de un sistema agroforestal tradicional con árboles en Las Minas, El Paraíso, Honduras.
- Puerta Morales, I. M. 2009. Evaluación del efecto de tres dosis de fertilizante foliar en los primeros tres meses de crecimiento del asaí (*Euterpe precatoria*) en la comunidad Bajo Virtudes – Pando. Tesis de Grado para optar al grado de Ingeniero Agroforestal. Área de Ciencias Biológicas y Naturales. Universidad Amazónica de Pando.
- Romero A., Jiménez F., Muschler R., 2000. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. Agroforestería de las Américas 26, 37- 39.
- Salazar, Wilme, 2001. Optimización de la mezcla estiércol seco de bovino, Aserrín fermentado y arena lavada, usadas como Sustratos, en la capacidad de germinación de semillas de Café. UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, Venezuela
- Salazar N. y Mestre A., 1990. Utilización de la gallinaza como abono en almácigos de café. En: Avances Técnicos de Cenicafé No. 114-184. Tomo II. Federación de Cafeteros de Colombia. Chinchina. Colombia. pp: 113-114.
- Solano Divas, EE. 1999 Evaluación de proporciones de pulpa de café y suelo y niveles de nitrógeno en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L.)

en almácigo, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 47 p.

Tislade, S.W., W.L. Nelson y J.D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. MacMillan Publishing Co. New York, NY. USA.

ANEXON° 1
CROQUIS DE CAMPO



REFERENCIAS

- A = 1,0% de fertilizante foliar
- B = 1,5% de fertilizante foliar
- C = 2,0% de fertilizante foliar
- T = Testigo

- Plantas a evaluar
- Plantas de borde
- ✕ Semisombra (plantas de plátano)