



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE
FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE
CAFÉ EN ETAPA TEMPRANA, EN LA
COMUNIDAD RINCÓN TONINGO,
TLALTETELA, VER.

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el título de:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

Presenta:

LUIS DANIEL PEÑA MARTÍNEZ

No. Control SEP: 13881962

Úrsulo Galván, Ver., Marzo de 2019.



“2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata”

Úrsulo Galván, Ver., **08/MARZO/2019**

No. DE OFICIO: DEP /184/2019

Asunto: Autorización de Impresión

C. LUIS DANIEL PEÑA MARTÍNEZ
PRESENTE

Por este conducto me dirijo a usted para comunicarle que su trabajo titulado: **DETERMINACIÓN DEL TIPO DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN ETAPA TEMPRANA, EN LA COMUNIDAD RINCÓN TONINGO, TLALTETELA, VER.,** Como opción de titulación integral mediante: Tesis después de haber sido revisado por su Asesor y los integrantes de la Comisión de Revisión y usted haber cumplido con todas las correcciones y los requisitos indispensables, ha sido autorizada su impresión; por lo que deberá entregar a este Departamento 01 Ejemplar encuadernado con pasta dura de color Verde y 05 CD'S., debiendo presentarse en formato digital atendiendo a las instrucciones para tal efecto.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
“Nuestro Esfuerzo es Progreso”

M.A. CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ
JEFA DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

C.p. Archivo
CSMG/jhb



SECRETARIA DE
EDUCACION PUBLICA
Instituto Tecnológico
de Úrsulo Galván
DIVISION DE ESTUDIOS
PROFESIONALES





"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Úrsulo Galván, Ver, 08/Marzo/2019

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación integral.

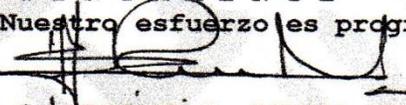
M.A. CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

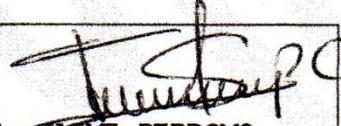
Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral

a) Nombre del Egresado	LUIS DANIEL PEÑA MARTÍNEZ
b) Carrera:	INGENIERIA EN AGRONOMÍA
c) No. de Control	13881962
d) Nombre del proyecto	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN ETAPA TEMPRANA, EN LA COMUNIDAD RINCÓN TONINGO, TLALTETELA, VER.
e) Producto	TESIS

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E
"Nuestro esfuerzo es progreso"


Q.C. ADRIANA E. RIVERA MEZA
JEFA DEL DEPTO. DE INGENIERIAS

 ING. HUMBERTO FREGOSO BERNABÉ	 ING. HÉCTOR G. MEDINA LAGUNES	 ING. JAIME PERDOMO CONTRERAS
Nombre y Firma del Director	Nombre y Firma del Asesor	Nombre y Firma del Asesor

c.c.p. Expediente



DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres Miguel Peña y Marcela Martínez por su amor, apoyo incondicional y confianza que han tenido hacia mí hasta este momento de mi vida, por sus tantos consejos como también motivación cada día de mi vida.

A mis hermanos José Miguel y Diana Laura por apoyarme de igual manera en aspectos de mi vida tanto académicos como personales.

A mis abuelos por sus tantos consejos que me sirvieron para aprovechar esta oportunidad de seguir formándome académicamente y llegar a ser un buen ser humano como también un excelente profesionalista.

A las personas y amigos Carlos, Aldair, Teodoro que durante mi formación académica me brindaron apoyo y consejos para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por el don de la vida, por darme sabiduría e inteligencia para poder concluir mis estudios profesionales.

Al Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván por abrirme las puertas y darme un lugar donde adquirir conocimientos y fortalecer valores que en un futuro aplicare en el ambiente personal y laboral con el compromiso de dejar a la institución en alto.

Agradezco al M.C. Humberto Fregoso Bernabé quien fue mi director de tesis como también al Ingeniero Héctor Gabriel Medina Lagunés que fue mi asesor por su apoyo brindado, tiempo, paciencia y compromiso para concluir este documento.

A mis asesores el Ingeniero Jaime Perdomo Contreras y al M.V.Z. Álvaro de Yta Castillo por tiempo dedicado para la revisión de este documento.

A todos los maestros que han sido parte de mi formación académica por sus tantos conocimientos transmitidos, por sus consejos, valores.

ÍNDICE GENERAL	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
IV. OBJETIVOS.....	9
4.1. General	9
4.2. Específicos	9
V. HIPÓTESIS	10
VI. MARCO TEÓRICO	11
6.1. Historia del cultivo de café en México	11
6.2. Taxonomía de la planta de café	12
6.3. Estructura morfológica.....	12
6.4 Generalidades del cultivo de café y su nutrición	15
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	25
7.1. Microlocalización	25
7.2. Macrolocalización	26
7.3. Generalidades del Municipio de Tlaltetela, Ver.....	27
7.4 Diseño experimental	27
7.5. Descripción de Tratamientos	29
7.6. Descripción de actividades	31
7.7. Variables a medir.....	32
7.8. Procedimiento para medir variables de estudio	32
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
IX. CONCLUSIONES	37
X. RECOMENDACIONES.....	38
XI. FUENTES DE INFORMACIÓN	39
XII. ANEXOS	43

Índice de cuadros

Pág.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos y plantas a evaluar	28
Cuadro 2. Tratamientos para plantación nueva de café	30
Cuadro 3. Variable altura	33
Cuadro 4. Variable diámetro.....	34
Cuadro 5. Variable número de nudos.....	35
Cuadro 6. Variable número ramas laterales.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Parcela demostrativa Rincón Toningo	25
Figura 2. Mapa de localización de Tlaltetela, Veracruz, México	26
Figura 3. Toma de variable diámetro con el uso de un vernier	43
Figura 4. Distribución de tratamientos y delimitación de los mismos	43
Figura 5. Diseño experimental establecido.....	44
Figura 6. Aplicación de tratamientos.....	44
Figura 7. Planta de café con fertilizante	45
Figura 8. Toma de variable diámetro con el uso de un vernier	45
Figura 9. Conteo de número de nudos y ramas laterales	46

I. INTRODUCCIÓN

La Organización Internacional del Café publica anualmente un listado con los productores de café del mundo. Brasil, Colombia y Vietnam encabezan la lista y México es el 11º productor mundial. Actualmente, el café representa el 0.66% del PIB agrícola nacional y el 1.34% de la producción de bienes agroindustriales. (SADER, 2018).

Las especies de café que tienen importancia económica, propiedades botánicas y calidad de taza, con base a las exigencias del mercado internacional, son: *Coffea arábica*, *Coffea Liberica* y *Coffea canéfora*. El 85 % de cafetaleros de países productores siembran *Coffea arábica*, y 15 % otras especies o variedades de importancia económica para cada país. En El Salvador, se encuentra las especies *Coffea canéphora* y *Coffea arábica*. *Coffea canephora* o cafeto robusta ofrece una bebida rica en cafeína; fuerte y más ácido, usualmente usado para la fabricación de café soluble o instantáneo y mezclas. El robusta se adapta a terrenos llanos, con rendimientos más elevados. Originario del Congo Belga (actualmente República Democrática del Congo). *Coffea arabica* se cultiva desde más antiguamente, y representa el 75 % de la producción mundial de café. Produce un café fino y aromático, y necesita un clima más fresco. El cultivo del arábica o arábiga es más delicado, menos productivo y está reservado a tierras altas de montaña, entre 900 y 2 000 msnm. Originario de Etiopía. (Gómez, 2010, p.11)

México es considerado como uno de los principales países productores de café orgánico del mundo, destinando 3.24% del total de la superficie cultivada de este producto para esta variedad, y exporta 28.000 toneladas (sobre todo a la Unión Europea), además de tener una gran diversidad de productores, incluyendo a hombres y mujeres, comunidades indígenas, aquellos que se dedican al café de especialidad, grandes, pequeños y en transición. (SADER, 2018).

Para el periodo 2018-2019, se calcula que el volumen de producción de México será de 4 millones de sacos, un 5,8% más alto que el del año previo de cosecha, y el objetivo es incrementar la productividad de manera competitiva del sector Cafetalero a 4.5 millones de sacos (60 kg c/u), y dejar las bases para su incremento anual, y al 2030 lograr una cosecha sostenible de 15 millones de sacos. El café es un cultivo estratégico en México; su producción emplea a más de 500 mil productores de 15 entidades federativas y 480 municipios. Actualmente se consumen 1.4 kg per cápita al año. México produce cafés de excelente calidad, ya que su topografía, altura, climas y suelos le permiten cultivar variedades clasificadas dentro de las mejores del mundo, la variedad genérica que se produce en nuestro país es la arábica y su producción se realiza por lo regular en las zonas tropicales. En México hay 15 estados productores de café; al sur del país, Chiapas es el principal estado productor, aporta 41.0% del volumen nacional, seguido por Veracruz (24.0%) y Puebla (15.3%). (Hernández, 2016, SADER, 2018).

Huatusco pertenece a una zona del Estado de Veracruz, la cual se ha caracterizado por ser una gran zona productora de Café con excelente calidad. Se consideró el municipio de Totutla, Ver. que se encuentra dentro de ésta área.

La fertilización es un factor determinante para el desarrollo de plantas vigorosas, sanas y productivas. Una Fertilización adecuada es proporcionar a la planta los nutrientes que necesita en la cantidad que requiere y en el momento oportuno.

Foth y Ellis (1997), mencionan que son diversas y en ocasiones contradictorias, las definiciones acerca de la fertilidad del suelo; sin embargo, se acepta que en esencia hace referencia a la capacidad que posee el medio edáfico para suplir los elementos esenciales que demandan las plantas para su metabolismo. Por lo tanto, un suelo fértil posee una reserva adecuada y balanceada de nutrientes, suficientemente disponible para soportar los requerimientos de las especies vegetales. (Citado en Sadeghian, 2008, p.6)

Dorronsorro (2005) menciona que la fertilidad puede ser natural y adquirida. La primera hace referencia a las condiciones propias de los suelos que no han sido intervenidos en los cuales existe un equilibrio entre el suelo y la vegetación que soporta. La segunda supone lo contrario, ya que está asociado a los suelos cultivados o que han sufrido intervención por el uso de abonos, enmiendas y la realización de otras prácticas de manejo. (Citado en Sadeghian, 2008, p.6)

Es importante generar información sobre las diversas fuentes de fertilizantes inorgánicos para nutrición de los cafetos en etapa inicial, ya que no se encuentra mucha información con respecto a este tema. Es por ello que se implementó un proyecto en el cual se tomaron en cuenta tanto las características fenotípicas como productivas de los cafetos para poder determinar el mejor tipo de fertilizante para su nutrición.

II. Antecedentes

“Uno de los retos de la agricultura moderna radica en satisfacer la demanda de un mercado creciente, al mismo tiempo que se aumenta la necesidad de introducir alternativas tecnológicas de producción que conduzca a una mayor sostenibilidad económica y ambiental.” (Sadeghian, 2008, p.5)

Entre los aspectos más importantes está el uso de los fertilizantes; componente que determina una buena medida el éxito de los diversos renglones agrícolas en todo el mundo. Pese a lo anterior, el abuso que se ha hecho de estos insumos ha conllevado a la degradación química de los suelos y a la contaminación de otros recursos ambientales. (Sadeghian, 2008, p.5)

Elegir la fórmula completa de acuerdo al análisis de suelo; o en su defecto en función de la fertilidad general de los suelos de la región. Para todas las regiones las fórmulas completas no deberían poseer menos de 15% de Nitrógeno (N) y 0,33% de Boro (B). Al menos que se posea un análisis de suelo que indique lo contrario, las fórmulas completas no deberían poseer menos de 3% de fósforo (P_2O_5) y 4% de magnesio (MgO). En el caso del potasio (K_2O) para la mayoría del área cafetalera del país su contenido debería ubicarse entre un 10 y un 15% y para las regiones de Turrialba, Pérez Zeledón, Coto Brus y la Península de Nicoya entre 15 y 22%. (Heredia, 2011, p.63)

Para la renovación de las plantaciones con siembra de café se recomienda utilizar un abono simple a base de fósforo (Súper fosfato triple) y la fórmula comercial de 16-20-0. Del superfosfato se debe aplicar una onza por hoyo en

cada planta al momento de la siembra y 16-20-0 aplicaciones de dos onzas por planta 2 meses después de la siembra, 5 meses después de la siembra y 12 meses después de la siembra durante el primer año. Durante este primer año se recomienda aplicar 8 onzas de cal por planta un mes antes de la segunda aplicación de fertilizante. (Escarram, 2014, p.16).

Para el segundo año se recomienda aplicar 14-7-14, 17-6-18 o 12-8-14 en dosis de 2 onzas por planta en los meses de Julio-agosto y 2 onzas por planta de Octubre Noviembre. Además, se recomienda una tercera aplicación de 3 onzas por planta en los meses de marzo-abril. (Escarram, 2014, p.17).

Al momento del trasplante las plantas de cafeto presentaron homogeneidad en la altura, por lo tanto, estadísticamente no hubo diferencia entre tratamientos. A partir del muestreo dos (M2 = 2 mdt) y hasta el muestreo cuatro (M4 = 6mdt), los mayores valores para ésta variable en los tres tratamientos, se observó en la Finca dos (F2). (Mosquera *et al*, 2015, p.95)

En este último periodo (M4), no hubo diferencia estadística entre el efecto del tratamiento tradicional y los abonos orgánicos preparados. Sin embargo entre estos dos, el lombricompuesto indujo mejor respuesta con valores promedios de 53,5 cm. Igual como ocurrió con altura de planta, no hubo diferencia estadística entre tratamientos para el número de hojas al momento del trasplante. Ya en el muestreo dos (M2), las plantas de todos los tratamientos de la F2 mostraron los mayores valores; en el muestreo tres (M3), tuvieron mejor respuesta el cafeto de la F2 y la F3; en el muestreo cuatro (M4), las plantas de la F2 alcanzaron los valores más altos para esta variable. En este último muestreo (M4 = 6mdt) en la F2, aunque se registraron los valores más altos de todo el estudio con relación al número de hojas, estadísticamente no

hubo diferencia entre tratamientos. Aun así, el lombricompuesto indujo mejor respuesta expresado en el valor más alto del número de hojas, seguido de la fertilización tradicional y Bocashi. Por lo tanto, al evaluar su aporte sólo con base al desarrollo de la planta, y en tan corto tiempo, no se pudo evidenciar su efecto positivo. Se debe señalar que el análisis de composición química de los abonos orgánicos, mostró al Bocashi con los mayores valores en comparación al Lombricompuesto. Sin embargo, el Lombricompuesto influyó más sobre las plantas de cafeto al registrarse los mayores valores de altura en planta y número de hojas. (Mosquera *et al*, 2015, p.96)

Se debe señalar que el análisis de composición química de los abonos orgánicos, mostró al Bocashi con los mayores valores en comparación al Lombricompuesto. Sin embargo, el Lombricompuesto influyó más sobre las plantas de cafeto al registrarse los mayores valores de altura en planta y número de hojas. (Mosquera *et al*, 2015, p.97)

El aporte de nutrientes, es una componente básica para la obtención de plantas sanas y vigorosas en la fase preproductiva y para lograr una producción sostenida en la fase adulta. A reserva de realizar un análisis de suelos que determine las deficiencias de macro y micro elementos, es recomendable el uso de fórmulas completas que provean los nutrientes indispensables para el crecimiento y producción de los cafetos. La fórmula 17-17-17 (N-P-K) se usa con frecuencia en las zonas cafetaleras. En la fase preproductiva se aplican de 100 a 150 gr/planta al año, de manera fraccionada en dos aplicaciones; una al momento de la siembra y la otra poco antes de que termine el periodo de lluvias. Conforme se da el crecimiento de los cafetos, se aumenta la dosis a 300 gr/planta por año, aplicándolo de manera fraccionada como ya se indicó. (Méndez, 2001, p.5)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Bedoya y Salazar (2014) comentan que:

El café es uno de los productos de origen agrícola más importantes que se comercializan a nivel internacional, siendo los principales productores del grano tipo arábica y robusta: Brasil, Vietnam, Indonesia, Colombia y Etiopia. Las variables que más influyen en la producción del café son densidad de siembra, edad del plantío, variedad, condiciones agroclimáticas y manejo agronómico, dentro de ésta última se encuentra la fertilización. (p.1)

Para mantener una máxima productividad y rentabilidad en la empresa cafetalera, se requiere de un programa adecuado y eficiente de fertilización, que garantice el suministro de las cantidades necesarias de nutrientes y que además minimice el impacto ambiental; lo cual requiere también de un amplio conocimiento del manejo agronómico del cultivo de café, principalmente en lo que se refiere al manejo de la fertilidad natural del suelo, así como el manejo de la sombra y del tejido productivo. Desde el punto de vista climático, los programas de fertilización deben considerar la distribución de las lluvias, que influye sobre la disponibilidad temporal del agua, que a su vez afecta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo. (Plataforma Nacional de Café Sostenible–SCAN Guatemala, s.f. p.18)

La agricultura mundial, al igual que los productores de café, actualmente se enfrentan a problemas técnicos como el deterioro progresivo de los suelos con su consecuente pérdida de fertilidad y capacidad de producción; el alto consumo de plaguicidas, incremento en los costos de manejo de problemas

fitosanitarios; y la contaminación de fuentes y corrientes de agua. Estos problemas y otros adicionales que se pueden presentar en condiciones particulares de cada país o región traen como consecuencia una pérdida de productividad, disminución en la sostenibilidad del sistema productivo y deterioro de las condiciones del entorno y el bienestar de los productores. (Bustamante, 2009, p.7).

La realidad de la nutrición de los cafetales establecidos recientemente o que llevan varios años en producción específicamente en las zonas cafetaleras de Huatusco, Ixhuatlán del Café, Córdoba y Tepatlaxco es que los cafeticultores no prestan atención a la etapa fisiológica en la que se encuentra el cultivo al momento de fertilizar.

Es por ello que se plantea generar información con base a la nutrición de los cafetos en fase temprana para promover un mejor desarrollo y crecimiento en forma oportuna generando una mejor producción.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Determinar el tipo de fertilización propia para el cultivo de café en etapa temprana en la comunidad Rincón Toningo, Tlaltetela, en la zona de influencia de Huatusco, ver.

4.2 Específicos

- Delimitar la parcela demostrativa para el establecimiento del diseño experimental.
- Evaluar el desarrollo fisiológico de las plantas de café en un periodo determinado, con la aplicación de diferentes tipos de nutrición.

V. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos es igual o mejor que la mezcla física (20-10-20) utilizada convencionalmente.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Historia del cultivo de café en Mexico

Se tienen registros de que el café llegó a México desde las Antillas cuando corría 1790, entró directamente por Veracruz, en donde se comenzó a cultivar y a exportar llegando 1802, Juan Antonio Gómez fue el responsable de intensificar el cultivo en este estado en el año de 1817, aunque muchos señalan que la introducción del café a nuestras tierras fue directamente de Cuba. El café que llegó al estado de Chiapas, fue introducido directamente desde Guatemala, y el café que crece en Michoacán, llegó desde el puerto de Moka en Yemen, en donde se extendería hacia Jalisco, Nayarit y Colima. (Martínez, 2016,)

Para tener un conocimiento adecuado del cultivo de café, es de fundamental importancia conocer la planta, su forma, constitución y funcionamiento básico de las partes principales y estructuras que la conforman. Esto permite comprender en forma sencilla aspectos eminentemente prácticos como podas, fertilización al suelo o foliar, la bienalidad de la producción, su crecimiento y desarrollo a través del tiempo, con la finalidad de disponer con elementos adicionales para mejorar la producción y productividad de una plantación. (Sotomayor y Duicela, 1993, p.19)

6.2. Taxonomía de la planta de café

Sotomayor y Duicela (1993) Clasificación Taxonómica:

REINO: Vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Dicotyledoneae

SUBCLASE: Asteridae

ORDEN: Rubiales

FAMILIA: Rubiaceae

GENERO: Coffea

ESPECIE: Arabica

6.3. Estructura morfológica

Morfología del café descrita por Gómez (2010):

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

- **La semilla**

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

- **El fruto**

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

Las partes del fruto del interior al exterior son:

1 Embrión: Localizado en la superficie convexa de la semilla, orientado hacia el extremo en forma puntiaguda y conformado por un hipocótilo y dos cotiledones.

2 Endospermo: La semilla propiamente constituida.

3 Espermoderma: (Película plateada), envuelve la semilla (integumento seminal).

4 Endocarpio: (Pergamino, cascarilla), cubierta corácea de color crema a marrón que envuelve la semilla.

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

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

- **Inflorescencia**

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

- **Las hojas**

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

- **El tallo**

El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. En los primeros nueve a once nudos de una planta joven sólo brotan hojas; de ahí en adelante ésta

comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o plagiotrópico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente. La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Usualmente esta yema solo desarrolla si el tallo principal se ha decapitado, podado o agobiado.

- **La raíz**

El sistema radical consta de un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. (pp.11-14)

6.4. Generalidades del cultivo de café y su nutrición

Señalan Sadeghian y González (2012,) que:

La producción de los cafetales depende de los cuidados que se tengan en el establecimiento de las plantas en el campo y las labores que se realicen durante la etapa de crecimiento vegetativo. Entre estas prácticas se encuentra la adecuada nutrición del cultivo mediante la aplicación de fertilizantes que proporcionen los elementos requeridos en cantidades suficientes y

balanceadas. En ocasiones será necesario corregir otros problemas como la acidez, mediante el uso de enmiendas, principalmente cales. (p.1)

“Cuando las decisiones sobre fertilización de los cafetales se soportan en los resultados de análisis de suelos se reducen los riesgos económicos y ambientales, debido a que se suministraran al cultivo los elementos requeridos y en las cantidades adecuadas.” (Sadeghian & González, 2012, p.1)

PERGAMINO & FEDERACIÓN DE CAFETEROS DE COLOMBIA (2011) describen que:

La fertilización es necesaria porque los elementos de los suelos contienen cantidades variables y a veces no son suficientes para la adecuada nutrición de las plantas. También debe tenerse en cuenta que los requerimientos de nutrientes para cada lote dependen de las necesidades de las plantas para desarrollar la cosecha. Por esto es fundamental realizar siempre un análisis de suelos, que permita conocer qué tipo de nutrientes se necesitan y la cantidad de fertilizantes a aplicar.

La edad del cafetal también es otro factor a considerar, pues determina necesidades diferentes. Por ejemplo, el nitrógeno y el fósforo son fundamentales para la época de crecimiento; pero también cuando los cafetales empiezan a florecer, ya que son necesarios para lograr una mayor producción. (PERGAMINO & FEDERACIÓN DE CAFETEROS DE COLOMBIA, 2011)

Importancia de los fertilizantes por Guerrero (2012)

- Los fertilizantes aumentan la fertilidad de los suelos y proporcionan un medio para mantener niveles adecuados de fertilidad en los suelos.
- Reemplazan los elementos nutritivos extraídos por las cosechas y pérdidas por percolación o lavaje, fijación entre otros.
- Se constituyen así en insumos agrícolas que permiten un uso adecuado para alcanzar rendimientos unitarios elevados de los cultivos en corto plazo. (p.17)

Señala Guerrero (1995) “tanto en la producción como en la calidad del café, el manejo de la nutrición del cultivo constituye uno de los fundamentos claves. De allí que la fertilización mineral técnicamente aplicada, balanceada y eficiente es requisito para alcanzar las metas de productividad y calidad requeridas por los cafeteros que aspiran a un negocio lucrativo.” (p.1)

Fundamentos técnicos para la fertilización de cultivos mencionados por Guerrero (1995):

El objetivo general de la fertilización es el de obtener el mayor rendimiento posible con un mínimo de costo, para alcanzar la máxima rentabilidad en el negocio agrícola.

La consecución de este objetivo requiere tomar en cuenta diversos factores que se constituyen en las bases técnicas de la fertilización. Estos factores son:

- a) Dosis de aplicación
- b) Tipo de fertilizante
- c) Época o momento de la aplicación
- d) Sistema de aplicación

DOSIS

La dosis se refiere a la cantidad de nutriente que será necesaria aplicar por unidad de superficie, para completar los requerimientos nutricionales del cultivo. La dosis de aplicación puede expresarse de diferentes maneras, a saber:

- a) kg/ha
- b) Bultos/ha
- c) ton/ha (p. 18)

La mayoría de los elementos nutritivos necesarios para las plantas se encuentran en el suelo en cantidades variables a veces insuficientes para lograr una adecuada producción. Cuando no existen suficientes nutrientes en el suelo para satisfacer las demandas de la planta ocurren variaciones en la forma, color o desarrollo de las hojas, características para cada elemento. (Valencia, 2005, p.4)

El objetivo principal del uso de fertilizantes es obtener mayor rendimiento posible con el mínimo de costo, para hacer rentable la actividad agrícola. Para

cafetales, las recomendaciones deben considerar que hasta la floración las plantas de café necesitan N y F y a partir de la floración, cuando se inicia la etapa de producción, requiere principalmente N y K. Sin embargo, es fundamental mantener el balance de nutrientes. (Valencia, 2005, p.4)

Las deficiencias de nutrientes en el cafeto, provocan desequilibrios nutricionales con el consiguiente deterioro de la salud de la planta, lo cual, predispone a la planta al ataque de plagas y enfermedades como: roya (*Hemileia vastatrix Berk y Br*), Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum Noack*) y Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola Berk y Cooke*), principalmente, repercutiendo finalmente en la producción de café. (Plataforma Nacional de Café Sostenible–SCAN Guatemala, s.f. p.18)

Durante el primer año de establecimiento definitivo en el campo, es recomendable realizar al menos 3 abonamientos, en el primero de ellos se debe preferir el empleo de una fórmula con alto contenido de fósforo, tal como la 10-30-10 (N, P₂O₅, K₂O), la que incorporada al fondo del hoyo de siembra se aplica en dosis de 30 a 45 gr por planta. En las restantes debe fraccionarse el equivalente de 100 a 150 kg de nitrógeno/ha/año, para lo cual pueden utilizarse fertilizantes multinutrientes similares a los empleados en las plantaciones en producción o en su defecto fuentes exclusivamente nitrogenadas como el nitrato de amonio, siempre y cuando los suelos posean contenidos óptimos de potasio (K), magnesio (Mg) y boro (B). (Chávez, 1999, p.168)

Según el periódico REDACCIÓN EL NUEVO DÍA (2014) publicado en una página web comenta estos puntos importantes para la nutrición de los cafetales:

- La nutrición en la etapa de crecimiento debe iniciar con el trasplante de los almácigos en el campo y la finalización antes de la primera cosecha (18 y 24 meses), dependiendo de la calidad y desarrollo del colino, la época de la siembra, densidad de las plantas, condiciones climáticas y manejo de cultivos.
- “En esta fase sólo es necesario suministrar nitrógeno y fósforo mediante aplicaciones de urea y DAP; recomendación que puede resultar insuficiente cuando existen deficiencias de otros elementos en el suelo.
- “Con el fin de suplir dichos requerimientos, el plan de fertilización para la etapa de levante puede iniciarse a partir del primero o segundo mes, luego de la siembra y continuar cada tres o cuatro meses, de acuerdo a la cantidad y distribución de las lluvias”, según información suministrada por el Comité de Cafeteros del Tolima.
- “La dosis de fertilizantes debe incrementarse conforme al crecimiento del cultivo y se expresa en gramos por planta”, “debido a que el manejo va dirigido a individuos y no poblaciones”.
- Nutrición en la producción: De acuerdo con las pautas entregadas por el Comité de Cafeteros, los mayores requerimientos en la etapa de producción

corresponden a nitrógeno y potasio, seguidas de fósforo, azufre y magnesio.

- El nitrógeno es considerado el nutriente más limitante de la producción, pues si se excluye, puede bajar hasta un 80 por ciento el rendimiento.
- “La materia orgánica del suelo es la principal fuente de este elemento; sin embargo, no cubre por completo la demanda del cultivo, por esta razón es necesario que el nitrógeno sea incluido en todas las aplicaciones”.

Específicamente en el tema de la fertilización, la humedad es requerida para la disolución de los fertilizantes y la actividad de los microorganismos involucrados en los procesos químicos de transformación de los mismos (particularmente nitrógeno, fósforo y azufre), y es también el vehículo para que los nutrientes resultantes de estos procesos se muevan desde la solución del suelo hacia a la raíz de la planta. El suministro de fertilizantes en un suelo con muy poca humedad, tal como ocurre durante épocas secas, comprometería la eficiencia de la práctica debido a la manifestación de los siguientes efectos: i) Una baja disolución del producto fertilizante con la subsiguiente formación de costras, tanto en la superficie como en el interior del suelo, incluso si el abono es incorporado; ii) La absorción de los elementos por la planta estaría limitada toda vez que el agua es vehículo de transporte de los nutrientes hacia la raíz; y iii) Aumenta el potencial de pérdidas de elementos por volatilización, de manera especial cuando el fertilizante empleado es urea. (González, Sadeghian y Jaramillo, 2014, p.2)

Loli (2012) menciona puntos importantes sobre la aplicación de fertilizantes a los cultivos, en este caso el cultivo de café, resumido en preguntas:

¿Para qué abonar?

Porque las cosechas y el mismo crecimiento y desarrollo de la planta están relacionados con la realización de actividades metabólicas y por consiguiente con consumo o uso de elementos conocidos como nutrientes, luego se trata de devolver al suelo los nutrientes consumidos, los mismos que son 17: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, B, Cl, Mn, Cu, Mo y Ni.

¿Qué abonar?

Se aplican abonos o fertilizantes que tienen en su composición uno a más nutrientes, pero como se observa los nutrientes presentan una forma determinada en la cual la planta lo absorbe, por lo que se debe seleccionar la fuente adecuada, pues los fertilizantes presentan propiedades variables.

¿Cuánto abonar?

La cantidad de nutrientes a aplicar esta en función de los elementos que la planta ha extraído para lograr una cosecha determinada, en el Perú estos valores no han sido considerados, por lo que información extranjera debe ser adaptada. Así mismo se debe considerar la eficiencia en la absorción de nutrientes que cada planta podría presentar.

¿Cuándo abonar?

La aplicación de los elementos nutricionales se encuentra en función del comportamiento de la planta, pues esta requiere de elementos de acuerdo con la etapa en la cual se encuentra, como por ejemplo el fósforo, principal elemento nutricional. Éste está relacionado con el desarrollo radicular y el desarrollo de la semilla. Luego la aplicación está de acuerdo con su estado fenológico.

¿Cómo abonar?

Este aspecto va a variar de acuerdo con las características del elemento, del fertilizante y con las características que presentan el sistema radicular en el caso de una aplicación al suelo. Así en el caso del nitrógeno que es un elemento que fácilmente se lava en el suelo, se debe aplicar en forma fraccionada. En general los diferentes elementos deben aplicarse en forma fraccionada y en la proyección de la copa. (pp.12-21)

Castellanos C., y Castellanos J., (2017) mencionan que, en la fertilización de suelos de cafetales, el fósforo (P) es el principal nutriente esencial durante todo el ciclo de la planta. Sin embargo, este nutriente, en suelos ácidos sufre se debe de unir al hierro y el aluminio formando compuestos insolubles no utilizados por las plantas. Por lo tanto, la necesidad de encalado para liberar esto haciéndolo disponible para la planta. El bajo contenido de materia orgánica contribuye, también, porque lo normal en la mineralización de la materia orgánica es importante para liberar fósforo disponible para la planta.

Como el fósforo es importante en la formación del sistema radicular, dicen que es importante aplicar fósforo vía radicular. Sin embargo, como una fuente de fósforo, no utiliza en su totalidad el superfosfato porque contiene, además de este nutriente, más azufre. Pero para no gravar los costos, los caficultores prefieren usar una fuente alternativa de azufre (S). El sulfato de amonio es otra fuente de azufre. Pero este fertilizante acidifica el suelo. Las plantaciones de café, en su mayor parte, están situadas en suelos ácidos. Además, la acidez encarece al calcio (Ca) y al magnesio (Mg). (Castellanos, C., & Castellanos, J., 2017)

Para tener una buena producción de café están involucradas variables muy importantes como material genético, suelo, agua, sombra entre otros. Sadeghian (2010) describe que:

Son muchos los factores que interviene en el crecimiento y la producción, los más importantes se relacionan con la planta (especie, variedad), el clima (luz, temperatura, precipitación), el suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas), y el manejo del cultivo (densidad y arreglo de la siembra, sombra, fertilización, manejo de arvenses, época de siembra, manejo de plagas y enfermedades). Estos no actúan de manera independiente, más bien están interrelacionados, de allí la dificultad que a veces se presenta en reconocer el efecto de cada uno por separado. (p.1)

Por ejemplo, la producción de los cafetales depende la disponibilidad de agua, la cual no solo está en función de la lluvia o riego, si no de las propiedades del suelo para retener la humedad (la materia orgánica, textura y la porosidad entre otras), la temperatura, el viento, la pendiente del lote, el nivel de sombra entre otros. (Sadeghian, 2010, p.1)

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Microlocalización

El presente trabajo se realizó en una parcela de café, establecida en la comunidad de Rincón Toningo, municipio de Tlaltetela, Ver. Ubicado a una altura de 1320 msnm en la zona de influencia de Huatusco, Ver.



Figura 1: Parcela demostrativa Rincón Toningo

FUENTE: GOOGLE MAPS 2015

7.2. Macrolocalización

Según datos del portal web, Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México (s.f.) el municipio de Tlaltetela se encuentra ubicado en la zona centro montañoso del estado en las coordenadas 19 ° 19' latitud norte y 96° 54' longitud oeste a una altura de 960 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Jalcomulco, Coatepec y Teocelo, al este con Puente Nacional, al sur con Huatusco y al oriente con Puebla. Su distancia aproximada al sur de la capital del Estado, por carretera es de 25 Km.

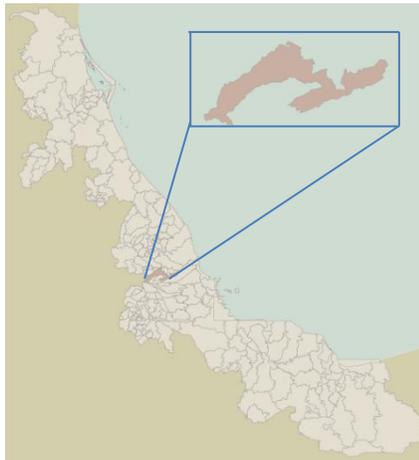


Figura 2: Mapa de localización de Tlaltetela, Veracruz, México

FUENTE: GOOGLE MAPS 2015

7.3. Generalidades del Municipio de Tlaltetela, Ver.

Extensión: Tiene una superficie de 278.52 Km², Cifra que representa un 0.37% del total del Estado.

Orografía: Se encuentra situado en la zona central del estado sobre las estribaciones de la Sierra Madre Oriental

Hidrografía: Se encuentra regado por el río La Antigua.

Clima: Su clima es templado - húmedo, con una temperatura media anual de 18°C; su precipitación pluvial media anual es de 1800 mm.

Principales Ecosistemas: Su vegetación es de tipo bosque templado caducifolia

Recursos naturales: Cabe mencionar que este municipio cuenta con los recursos forestales importantes y que debido a su geografía contamos con árboles de distintas variedades, entre los cuales destacan los frutales como el mango

Características y Uso de Suelo: Su suelo es de tipo laterítico, que se caracteriza por ser muy pobre en materia orgánica y susceptible a la erosión y se distribuye de la siguiente manera: 80% agricultura, 10% forestal y 10% vivienda.

7.4. Diseño experimental

Se tomó un lote dentro de la parcela de 15 surcos con 20 plantas cada uno teniendo un marco de plantación de 2 metros entre surco y 1.80 metros entre planta. En total se evaluó una superficie de 1080 m².

Se distribuyeron 3 plantas por surco (cuadro 1), de las cuales las variables a tomar fueron altura de planta, diámetro de tallo, número de nudos y número de ramas laterales. Realizando un diseño experimental completamente al azar.

		X					X					X					T4
				X						X					X		T2
		X					X					X					T3
				X						X					X		T1
		X					X					X					T5
				X						X					X		T5
		X					X					X					T2
				X						X					X		T3
		X					X					X					T4
				X						X					X		T1
		X					X					X					T1
				X						X					X		T3
		X					X					X					T4
				X						X					X		T2
		X					X					X					T5

Cuadro 1: Distribución de los tratamientos y plantas a evaluar

7.5. Descripción de Tratamientos

Los fertilizantes se aplicaron en una plantación en desarrollo del Híbrido Marsellesa (2 meses desde el trasplante), utilizada por el productor Alfredo Zilli Gasperin de la comunidad Rincón Toningo del Municipio de Tlaltetela, Ver.

TRATAMIENTO 1 (TESTIGO).- El Programa de fertilización para café (Plantación en Desarrollo) (Híbrido Marsellesa) que utiliza el productor Alfredo Zilli Gasperin de la comunidad Rancho Rincón Toningo del Mpio. De Totutla, Ver. Consta de 3 aplicaciones: la 1ra. Aplicación, al momento de la siembra, (17/07/17) de 30 g DAP 18-46-00/planta, la 2da. Aplicación en Octubre 30 g 20-10-20/Pta. y la 3ra aplicación en Noviembre de 30 g de 20-10-20/Pta. (Se anexa cuadro 2).

TRATAMIENTO 2 (FERTISQUISA GRANULADA).- Consta de 3 aplicaciones la 1ra. Aplicación al momento de la siembra (17/07/17) de 30 g DAP (18-00-46)/Pta., la 2da. Aplicación en Octubre de 30 g de Más café inicio (20-20-10+ME)/ Pta. y la 3ra. Aplicación en Noviembre de 30 g de Mas Café inicio (20-20-10+ME)/Pta. (Se anexa cuadro 2).

TRATAMIENTO 3 (FERTISQUISA LIQUIDA).- Consta de 3 aplicaciones la 1ra. Aplicación al momento de la siembra (17/07/17) de 30 g DAP (18-00-46)/Pta., la 2da. Aplicación en Octubre de 19 g de UAN 28 + 12 g De 8-24-0/ Pta. y La 3ra. Aplicación en Noviembre de 19 g de UAN 28 + 12 g de 8-24-0/Pta. (Se anexa cuadro 2).

TRATAMIENTO 4 (FERTISQUISA MIXTA).- Consta de 3 aplicaciones la 1ra. Aplicación al momento de la siembra (17/07/17) de 30 g DAP (18-00-46)/Pta., la 2da. Aplicación en Octubre de 19 g de UAN 28 + 12 g de 8-24-0/Pta. y la 3ra. Aplicación en Noviembre de Más café inicio 30 g 20-20-10+ME/Pta. (Se anexa cuadro 2).

TRATAMIENTO 5 (FERTISQUISA-CRF).- Consta de 2 aplicaciones la 1ra. Aplicación al momento de la siembra (17/07/17) de 30 g DAP (18-00-46)/Pta. la 2da. Aplicación en Octubre de 50 g De CRF 14-24-9+ ME/ Pta. (Se anexa cuadro 2).

NUMERO	TRATAMIENTOS FERTILIZANTES	EPOCA APLICACIÓN	DOSIS (g/planta)	NITROGENO (g/planta)	FOSFORO (g/planta)	POTASIO (g/planta)	ELEMENTOS SECUNDARIOS	EM
1	TESTIGO							
	DAP	Plantación	30	5.4	13.8	0	0	0
	MF 20-10-20	Octubre	30	6	3	6		0
	MF 20-10-20	Noviembre	30	6	3	6		0
	SubTotal		90	17.4	19.8	12		
2	GRANULAR							
	DAP	Plantación	30	5.4	13.8	0	0	0
	MasCafe Inicio	Octubre	30	6	3	6	Mg-S	Zn & Si
	MasCafe Inicio	Noviembre	30	6	3	6	Mg-S	Zn & Si
	SubTotal		90	17.4	19.8	12		
3	LIQUIDA							
	DAP	Plantación	30	5.4	13.8	0	0	0
	UAN 28	Octubre	19	5.32	0	0	S	
	8-24-0		12	0.96	2.88	0		
	UAN 28	Noviembre	19	5.32	0	0	S	
	8-24-0		12	0.96	2.88	0		
	SubTotal		92	17.96	19.56	0		
4	MIXTA							
	DAP	Plantación	30	5.4	13.8	0	0	0
	UAN 28	Octubre	19	5.32	0	0	S	
	8-24-0		12	0.96	2.88	0		
	MasCafe Inicio	Noviembre	30	6	3	6	Mg-S	Zn & Si
	SubTotal		91	17.68	19.68	6		
5	CRF							
	DAP	Plantación	30	5.4	13.8	0	0	0
	14-24-9 + EM	Octubre	50	7	12	4.5	Mg-S	Zn & Si
	SubTotal		80	12.4	25.8	4.5	0	

Cuadro 2: Tratamientos para plantación nueva de café

Se tomaron las variables durante 6 meses los días 15, posteriormente se analizaron los datos con el programa especial SAS.

7.6. Descripción de actividades

- Delimitación del área experimental: la delimitación se llevó de la siguiente manera, se tomaron 15 surcos con orientación sur-norte. Cada surco con 20 plantas en dirección este-oeste. De las cuales solo se escogieron 3 plantas para su evaluación.
- Aplicación de fertilizantes: la primera aplicación de fertilizantes fue el día 15 de septiembre, para lo cual se procedió a limpiar la zona de goteo de la planta y se dejaba el fertilizante (líquido y granulado), cubierto con suelo que antes era removido para la aplicación del mismo con un palo de madera. La segunda aplicación se llevó a cabo el día 15 de noviembre, pasando por el mismo procedimiento de aplicación. Cabe mencionar que en el tratamiento 5 solo se hizo una sola aplicación el día 15 de septiembre.

7.7. Variables a medir

Características de las planta

Se determinó:

- a) altura de la planta
- b) diámetro de tallo
- c) número de ramas
- d) número de nudos

7.8. Procedimiento para medir variables de estudio

- ✓ Altura de la planta: se determinó con un flexómetro de 3 metros, tomándose de la base del tallo hasta el ápice terminal, expresándose la lectura en centímetros, cada mes.
- ✓ Diámetro de tallo: se determinó con la ayuda de un vernier, midiendo la base del tallo, expresándose la medida en milímetros en las primeras mediciones y posteriormente en centímetros, la toma de datos se hizo mensualmente.
- ✓ Número de ramas: se realizó un conteo de ramas laterales (pares) del eje principal de la planta.
- ✓ Número de nudos: se realizó un conteo mensual de nudos en el eje principal de la planta.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

Para la variable Altura de la planta no se encontró significancia estadística en ninguna de las mediciones tomadas en el periodo comprendido en los meses de septiembre del 2017 a febrero del 2018, a esto hacemos referencia a un estudio realizado por Centeno, Cuadra y Ávila, en el 2014 en plántulas de café variedad Pacamara, en donde se utilizaron biofertilizantes se obtuvo un crecimiento en el mismo lapso de tiempo de 8.5 cm, comparado con los tratamientos que tuvieron un promedio 6.38 cm, sin embargo en el presente trabajo se observó mejor crecimiento con relación al estudio antes mencionado en el cual el autor aplicó los productos lombrifoliares y purín.

Cuadro 3: Variable altura de la planta

Tratamiento	Aplicación y dosis de fertilización	Toma de variables					
		Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
1	TESTIGO	28.222 a	29.444 a	31.111 a	31.111 a	33.667 a	34.778 a
2	FERTISQUISA GRANULADA	29.889 a	32.556 a	33.111 a	33.111 a	33.889 a	34.778 a
3	FERTISQUISA LIQUIDA	27.778 a	30.556 a	31.333 a	31.333 a	34.333 a	35.111 a
4	FERTISQUISA MIXTA	26.778 a	28.667 a	29.778 a	29.778 a	32.000 a	33.222 a
5	FERTISQUISA CRF	26.444 a	27.333 a	28.111 a	28.111 a	31.222 a	32.111 a
	Media	27.82222	29.71111	30.68889	30.68889	33.02222	34.00000
	CV (%)	17.89471	17.55178	16.94520	16.94520	16.77090	17.05537

Diámetro del tallo

Para la variable Diámetro de tallo se observó que en ninguna de las medidas tomadas durante los meses de septiembre 2017 a febrero de 2018 hubo significancia estadística, para lo cual comparamos con un estudio realizado por Acosta 2017, en donde estudiaba la adaptación de dos variedades de café robusta (*Coffea canephora*) con fuentes diferentes de fertilizantes en el primer año del cultivo. Teniendo como resultado un crecimiento en el mismo lapso de tiempo de 6,97 mm, comparado con los tratamientos que tuvieron un promedio de 5.98 mm

Cuadro 4: Variable diámetro de tallo de la planta

Trat	Aplicación y dosis de fertilización	Toma de variables					
		Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
1	TESTIGO	0.71111 a	1.2000 a	1.37778 a	1.3778 a	1.4667 a	1.5000 a
2	FERTISQUISA GRANULADA	0.71111 a	1.1333 a	1.27778 a	1.2778 a	1.3667 a	1.4111 a
3	FERTISQUISA LIQUIDA	0.71111 a	1.2111 a	1.27778 a	1.2556 a	1.4333 a	1.4778 a
4	FERTISQUISA MIXTA	0.74444 a	1.3333 a	1.38889 a	1.3000 a	1.3778 a	1.3889 a
5	FERTISQUISA CRF	0.75556 a	1.2278 a	1.35556 a	1.3556 a	1.4444 a	1.4778 a
	Media	0.72667	1.23111	1.33555	1.31333	1.41777	1.45111
	CV (%)	20.80087	18.16301	15.17647	16.23919	17.66846	17.78948

Número de nudos en el eje principal de la planta

Para la variable de entrenudos se determinó que en ninguna de las mediciones tomadas en el periodo que comprende los meses de septiembre del 2017 a febrero del 2018 no se encuentra significancia estadística, a esto hacemos referencia que en estudio realizado por Alarcón en el 2016, en donde evaluó el comportamiento de 3 variedades de café arábigo (Catimor, Colombia y Costa Rica 95), se obtuvo un número de nudos en las ramas en el mismo lapso de tiempo de 9.38 en promedio, aclarando que en el trabajo realizado por ser planta de trasplante el número de nudos se tomó en el eje principal de la planta que comparado con los tratamientos tuvieron un incremento promedio 4,04446 nudos.

Cuadro 5: Variable número de nudos

Trat	Aplicación y dosis de fertilización	Toma de variables					
		Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
1	TESTIGO	8.3333 a	10.0000 a	11.2222 a	11.2222 a	11.7778 a	12.7778 a
2	FERTISQUISA GRANULADA	8.4444 a	10.4444 a	11.1111 a	11.2222 a	11.2222 a	12.1111 a
3	FERTISQUISA LIQUIDA	8.1111 a	10.0000 a	10.5556 a	10.5556 a	11.6667 a	12.0000 a
4	FERTISQUISA MIXTA	8.4444 a	10.6667 a	11.5556 a	11.5556 a	12.2222 a	12.4444 a
5	FERTISQUISA CRF	8.1111 a	9.8889 a	11.5556 a	11.5556 a	11.8889 a	12.3333 a
	Media	8.28888	10.20000	11.20000	11.22222	11.75556	12.33333
	CV (%)	15.69782	13.59257	14.31978	14.08936	13.18221	14.03390

Número de ramas laterales

Para la variable número de ramas se observó que en ninguna de las medidas tomadas en el periodo comprendido de septiembre 2017 a febrero de 2018 hubo significancia estadística, para lo cual se comparó con un estudio realizado por Acosta en 2017, en donde estudió la adaptación de dos variedades de café robusta (*Coffea canephora*) con fuentes diferentes de fertilizantes en el primer año del cultivo. Teniendo como resultado un crecimiento en el mismo lapso de tiempo de 5,83 ramas, comparado con los tratamientos que tuvieron un promedio de 1.79 ramas.

Cuadro 6: Variable número de ramas laterales

Trat	Aplicación y dosis de fertilización	Toma de variables					
		Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
1	TESTIGO	2.8889 a	3.5556 a	3.7778 a	3.7778 a	4.1111 a	4.6667 a
2	FERTISQUISA GRANULADA	2.6667 a	2.8889 a	3.3333 a	3.3333 a	3.6667 a	4.3333 a
3	FERTISQUISA LIQUIDA	2.5556 a	3.3333 a	4.1111 a	4.2222 a	4.5556 a	4.7778 a
4	FERTISQUISA MIXTA	2.8889 a	3.2222 a	3.7778 a	3.7778 a	4.2222 a	4.5556 a
5	FERTISQUISA CRF	2.7778 a	2.8889 a	3.6667 a	3.6667 a	4.1111 a	4.4444 a
	Media	2.75555	3.17777	3.73333	3.75555	4.13333	4.55555
	CV (%)	43.15176	37.63820	30.54041	31.49012	30.58940	27.79043

IX. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos y posteriormente analizados se determinó que no se acepta la hipótesis planteada con anterioridad ya que no existió significancia estadística en ninguna de las variables.

Los resultados obtenidos pudieron estar influenciados por la falta de agua posterior a la aplicación de los fertilizantes. Mencionó el dueño de la parcela que no había notado tanta falta de agua ya hacía varios años.

El tratamiento 5 pudo estar más afectado por la escasez de agua ya que su modo de acción es de liberación controlada y durante el muestro de enero todavía existía fertilizante sin ser asimilado por la planta.

El desarrollo de las plantas también pudo estar influenciado por la altura a la cual se encuentra la parcela demostrativa ya que sobrepasa los 1300 msnm. Y el productor plantó la variedad Marsellesa que su altura óptima se encuentra entre los 600 a 1200 msnm.

X. RECOMENDACIONES

Si bien una vez finalizado el trabajo de investigación y derivado de la comprobación de los resultados podemos recomendar que es necesario realizar un seguimiento en un periodo complementario al realizado en el presente trabajo, así como la réplica del mismo, pero en diferentes latitudes y longitudes.

Sería conveniente establecer parcelas demostrativas pudiendo localizar áreas específicas en diferentes latitudes y longitudes como también diferentes tipos de suelo y diferentes variedades y/o híbridos para poder determinar cómo también homogenizar fórmulas de fertilizantes para cada región en específico.

Se recomienda que los productores tomen en cuenta al momento de plantar o en sus resiembras, factores como época de siembra, variedad y/o híbridos utilizados, épocas de fertilización, fórmula de fertilizante, fuente de nutrición, como también msnm a los cuales se encuentran sus parcelas.

Se recomienda fertilizar en épocas de lluvia y cuando haya humedad en el suelo y si son fertilizantes de liberación controlada tomar en cuenta más el factor humedad.

Se recomienda que los productores basen la fertilización de sus cafetales en análisis de suelo previamente realizados.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Acosta, G, D, V., (agosto, 2017). Adaptación de dos variedades de café robusta (*Coffea canephora*) con fuentes diferentes de fertilizantes en el primer año del cultivo. Octubre 11, 2018, de UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

Alarcón, A, G., (2016). "Comportamiento de tres variedades de café (*Coffea arabica* L.) En el Valle del Perené, Junín-Perú". Octubre 11, 2018, de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Bedoya C, M., & Salazar M, R. (2014). Optimización del uso de fertilizantes para el cultivo de café (p.1). Octubre 11, 2018, de Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (8), 1433-1439.

Castellanos, C., & Castellanos, J. (febrero 2017). La fertilización de suelos en el café. Junio 16, 2018, de El productor, el periódico del campo

Chávez, V. (1999). MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN CAFÉ (p.168). Mayo 11, 2018, de CICAFFE, ICAFE

Centeno, H, J, V., Cuadra S, G., Ávila, P, J, A., (Julio, 2014). Efecto de tres fertilizantes foliares orgánicos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café, variedad Pacamara. Octubre 11, 2018, de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN

Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. (s.f.). Tlaltetela. Agosto 26, 2014, de Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México.

Escarramán, A. (noviembre 20, 2014). PLAN DE NUTRICIÓN PARA LOS CAFETALES DE JARABACOA CONSULTORÍA ESTUDIO DE LOS SUELOS Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN PARA LOS CAFETALES DE JARABACOA (pp. 16-17). Mayo 18, 2018, de CLUSTER DE CAFÉ

JARABACOA, CONSEJO NACIONAL DE COMPETITIVIDAD, BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Gómez, O. (septiembre, 2010). Guía para la innovación de la caficultura De lo convencional a lo orgánico (pp.11-14). Marzo 14, 2017, de FUNDESYRAM y CRS

González, O. H., Sadeghian K, S., & Jaramillo R, A. (abril, 2014). Épocas recomendables para la fertilización de cafetales (p.2). Mayo 09, 2018, de Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ)

Guerrero, L, J, M. (2012). Guía Técnica "Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de café" (p.17). Junio 18, 2018, de UNALM, Agrobanco

Guerrero, R. R. (1995). FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS EN CLIMA MEDIO (p.1, p.18). Junio 12, 2018, de Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (E.M.A.)

Heredia, B. (junio, 2011). Guía Técnica para el Cultivo del Café (p.63). Mayo 24, 2018, de ICAFE-CICAFE

Hernández - Trujillo, J. (2016). CORTADORES DE CAFÉ EN MÉXICO. EL INFRAMUNDO DEL TRABAJO DECENTE. 12 (4), 93-110.

Herrera, J. (febrero 09, 2016). Huatusco el mayor productor de café de la región. Mayo 04, 2018, de Ágora Huatusco

Loli, F, O. (2012). Ficha Técnica "Análisis de los suelos y fertilización en el cultivo de café" (pp.12-21). Junio 15, 2016, de Agrobanco y UNALM

Marco Trade News. (Abril 13, 2018). Producción mundial del café registra volumen de unos 150 millones de sacos. MARZO 08, 2018, de Marco Trade News

Martínez, U. (diciembre 05, 2016). La historia del café en México. Marzo 12, 2017, de LETRAS DE CAFÉ

Méndez, L. I. (2011). Paquete Tecnológico Café Robusta (*Coffea canephora P.*) Establecimiento y mantenimiento (p.5). Junio 14, 2014, de SAGARPA, INIFAP

Mosquera, T, A., Melo, M, M., Quiroga, G, C., Avendaño, M, D., Barahona, M., Fabián D. Galindo, D, G., Jhonattan J., Lancheros, J, J., Prieto, A. S., Andrea Rodríguez, A., Sosa, N. D. (Abril 20, 2015). Evaluación de fertilización orgánica en cafeto (*Coffea arabica*) con pequeños productores de Santander, Colombia (pp.95-97). Junio 12, 2018, de TEMAS AGRARIOS

PERGAMINO & FEDERACIÓN DE CAFETEROS DE COLOMBIA. (Octubre, 2011). Fertilización de cafetales, clave para la productividad. Mayo 26, 2018, de PERGAMINO & FEDERACIÓN DE CAFETEROS DE COLOMBIA

Plataforma Nacional de Café Sostenible–SCAN Guatemala. (Junio, 2015). NUTRICIÓN DEL CAFETO “Nutriendo el cafeto según sus necesidades”. Mayo 18, 2018, de Plataforma Nacional de Café Sostenible–SCAN Guatemala

REDACCIÓN EL NUEVO DÍA. (Marzo 30, 2014). Fertilización en los cultivos de café. Mayo 16, 2018, de REDACCIÓN EL NUEVO DÍA

Sadeghian, K, S. & González, O, H. (septiembre, 2012). ALTERNATIVAS GENERALES DE FERTILIZACIÓN PARA CAFETALES EN LA ETAPA DE LEVANTE (p.1). Mayo 16, 2018, de Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ)

Sadeghian, K, S. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia (pp. 5-6). Marzo 10, 2018, de CENICAFE.

Sadeghian, K, S. (Enero, 2010). FERTILIZACIÓN: UNA PRÁCTICA QUE DETERMINA LA PRODUCCIÓN DE LOS CAFETALES (p.1). Junio 10, 2018, de CENICAFÉ

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (Marzo 02, 2018). México, onceavo productor mundial de café. Junio 18, 2014, de SADER

SCAN & SOLIDARIDAD NETWORK. (MARZO, 2018). Nutrición del café “Nutriendo el café según sus necesidades” (p.18). MARZO 08, 2018, de Solidaridad Network y la Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN Guatemala

SCAN & SOLIDARIDAD NETWORK. (NOVIEMBRE, 2014). LA REGULACIÓN DE LA SOMBRA “Una alternativa para hacer el cafetal sostenible”. MARZO 12, 2018, de Solidaridad Network y la Plataforma Nacional de Café Sostenible-SCAN Guatemala

Sotomayor, H, I., & Duicela, G, L. (1993). MANUAL DEL CULTIVO DEL CAFÉ (p.19). Marzo 02, 2018, de INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue

Valencia, A, G. (2005). Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto (p.4). Junio 02, 2018, de INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI)

XI. ANEXOS



Figura 3: Toma de variable diámetro con el uso de un vernier



Figura 4: Distribución de tratamientos y delimitación de los mismos



Figura 5: Diseño experimental establecido



Figura 6: Aplicación de tratamientos



Figura 7: Planta de café con fertilizante



Figura 8: Toma de variable diámetro con el uso de un vernier



Figura 9: Conteo de número de nudos y ramas laterales