

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás**

**Mejoramiento del plan de nutrición del cultivo de café y su impacto económico en la
Granja San Fernando, Piedecuesta, Santander**

Gonzalo Enrique Mancilla Díaz, Jesús Antonio Miranda Salas

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia Agroindustrial

Director

Ph. D. Edgar Mauricio Mendoza García

Universidad Santo Tomas de Aquino, seccional Bucaramanga

División de Ciencias Económicas y Administrativas

Especialización en Gerencia Agroindustrial

Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias

2015

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	7
Planteamiento y Justificación del Problema	11
1.2 Objetivos.....	13
1.1 Objetivo General.....	13
1.2 Objetivos Específicos	13
2. Marco Referencial	15
5. Desarrollo y Propuesta de Mejora	44
6. Impacto de la Mejora.....	72
7. Conclusiones.....	74
Referencias Bibliográficas.....	76

Lista de Tabla

	Pág.
Tabla 1. Niveles edáficos de los elementos adecuados para el cultivo del café en Colombia, tomado y adaptado de Cenicafe.....	26
Tabla 2. Nutrientes esenciales para el almacigo según su demanda. Tomado de FNC-CENICAFE, 2013.....	28
Tabla 3. Deficiencias del cafeto, Adaptado de Cenicafe.....	35
Tabla 4. Nutrientes esenciales para la fase vegetativa. Tomado de FNC-CENICAFE, 2013.	38
Tabla 5. Factores para ajustar los requerimientos nutricionales de acuerdo al nivel de sombra y la densidad. Fuente: Cenicafe, 2008 y FNC-CENICAFE, 2013.	39
Tabla 6. Composición química de materiales encalantes, Tomado Cenicafe	40
Tabla 7. Composición química de fertilizantes, Tomado Cenicafe.....	40
Tabla 8. Precauciones para mezclar materiales encalantes y fertilizantes, tomado de Cenicafe.....	42
Tabla 9. Cronograma de actividades	44
Tabla 10. Inventario y características de los lotes de café de la granja San Fernando	45
Tabla 11. Resultados de análisis suelos 2015.....	46
Tabla 12. Deficiencias encontradas en lotes granja San Fernando 2015.....	47
Tabla 13. Fertilización granja San Fernando 2014 (el año anterior)	49
Tabla 14. Recomendaciones FNC	50
Tabla 15. Cálculos realizados según boletín técnico de cenicafe #32.....	50

Tabla 16. Recomendaciones según Abocol.....	52
Tabla 17. Características de los fertilizantes comerciales utilizados y otros costos.....	59
Tabla 18. Costos fertilización FCN	61
Tabla 19. Costos fertilización Abocol	62
Tabla 20. Costos fertilización Asequimagro hidrosolubles sin cloruro	63
Tabla 21. Costos fertilización Asequimagro hidrosolubles con cloruro	65
Tabla 22. Costos fertilización Asequimagro mineralorganicos.....	67
Tabla 23. Costos fertilización Asequimagro intercalados	69
Tabla 24. Análisis de costos	71

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. The top ten producer countries in crop tear 2011/12 .	8
Figura 2. Raíz de la planta de café adulta.....	22
Figura 3. Barreno Tipo Holandés, para Toma De Muestras de Suelo.....	46
Figura 4. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 6	53
Figura 5. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 5	54
Figura 6. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 4	55
Figura 7. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 3	56
Figura 8. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 2	57
Figura 9. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 1	58

Introducción

En los últimos años, la industria cafetera ha tomado gran importancia abriendo nuevos mercados específicos a nivel mundial, generando gran competencia con nuevos países productores que abastecen cada uno de estos mercados según la calidad deseada por cada consumidor. Según los resultados que arroja un reciente estudio de la consulta Euromonitor, los habitantes de los países nórdicos son los mayores consumidores de café en el mundo, en una lista que da cuenta del alto consumo que se registra en Europa, lo opuesto de lo que sucede en América Latina.

En primer lugar se encuentra Holanda, con 2,4 tazas diarias por persona, seguido bastante lejos por Finlandia (1,8), Suecia (1,3), Dinamarca (1,2). La lista continúa con más países europeos (Alemania, Eslovaquia y Serbia) y recién en el lugar número 12 aparece un país de otra región, Canadá, con un consumo de 1,009 taza diaria por habitante. (Invobae, 2015)

Para poder llegar a permanecer en el mercado mundial del café, Colombia debe abordar y desarrollar nuevas tecnologías que mejoren la calidad de su café, y a su vez sostener o aumentar la cantidad de cargas de café por Hectárea, disminuyendo los costos de producción. En 2013 Colombia logro una producción de 8,1 millones de sacos año cafetero (abril 2012 a marzo 2013), ese momento Colombia se trazó la meta de producir 11,3 millones de sacos para el 2014 según al archivo elpais.com.co, lo cual fue superado con una producción superior a los 11,4 millones de sacos de 60 kilos años cafetero (abril 2013 a marzo 2014), 40% mas comparado con el año anterior según la Federación Nacional de cafeteros. En 2015 años cafetero, la producción aumentó un 8% con respecto a la del año 2014, lo cual consolida a Colombia como el cuarto exportador de café del mundo y le

mayor productor de la variedad suave arábico, según cifras de la organización mundial del café (OIC), según fuente del portafolio.co.

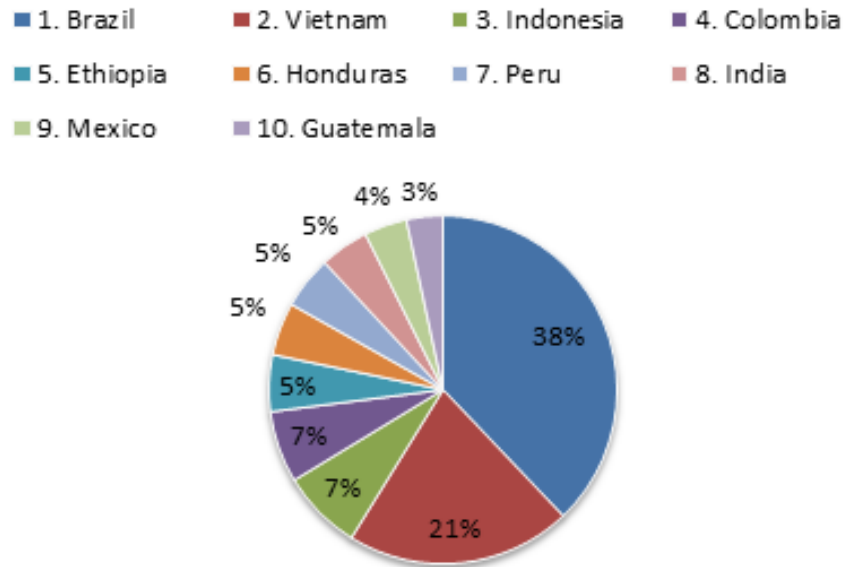


Figura 1. The top ten producer countries in crop year 2011/12.

Fuente: <http://cafe.posadagrup.com/wp-content/uploads/2013/03/Sin-t%C3%ADtulo1.png>

Los últimos adelantos de la ciencia agrícola, han llevado al hombre a incursionar en estos mercados permitiendo obtener productos únicos, de buena calidad nutricional y organolépticamente excepcionales; manteniendo, reduciendo el impacto ambiental del producto, y en la mayoría de ocasiones aumentando el valor de producción. Una de las disciplinas más populares a nivel mundial que nos permite obtener este tipo de productos deseados, es el “manejo orgánico de cultivos”; pero aun así, con el amplio desarrollo que ha tenido esta rama de la agricultura en los últimos años, la humanidad no ha sido capaz de superar los estándares de producción a comparación de los obtenidos con el uso de fertilizantes de síntesis química.

Entre los aspectos más importantes y críticos para el cultivo de café se encuentra el uso de los fertilizantes, con el fin de incrementar o mantener la productividad. Una óptima fertilización consiste en recurrir a los nutrientes que en realidad necesita el medio edáfico en cada uno de los lotes dependiendo de sus edades y ciclos productivos, con el fin de suplir los elementos esenciales que requieren las plantas para su metabolismo, garantizando un equilibrio físico-químico en los suelos. Aun así, algunos productores de café en Colombia abusan de estos insumos de síntesis química, afectando la sostenibilidad de los suelos y acelerando su degradación, aportando a la contaminación de otros recursos naturales y a largo plazo afectando su propia economía rural, ya que, “de acuerdo con un reporte de varios almacenes agrícolas sobre los principales productos que utilizan los cafeteros, los precios de los fertilizantes han tenido un alza hasta del 77%” *Fuente: La Patria, <http://www.lapatria.com/>*. Estos costos han pasado a representar aproximadamente un 20% para la producción de café; más exactamente un 10,28% (1'588.541 \$/Ha/año) para la zona centro y un 17,27% (2'329.984 \$/Ha/año) para la zona sur según un estudio realizado en Colombia por FEDESARROLLO en 2012. Este mismo estudio divide los costos de mano de obra y de insumos para cuatro categorías de fertilizantes (correctivo, abono orgánico, fertilizante convencional, y fertilizante foliar), demostrando que la aplicación de los fertilizantes convencionales (de origen químico) representan un costo de entre el 48 y 67% en base al costo de todos los fertilizantes utilizados en café. Otros costos interesantes que arrojan dicho estudio para la zona centro del país son: labores de cultivo 12,6%, fertilizantes 10,28%, control de malezas 4,63%, control de plagas 1,65%, control de enfermedades 1,69%, otras labores 1,81%, cosecha 14,83%, costos laborales empleados 49,51%; todo esto se ve reflejado en unos costos directos de 97% y unos costos indirectos

de 3% para un total de 15'450.750 \$/Ha/año para la zona centro de Colombia. (Perfetti, 2012)

El siguiente estudio pretende mejorar el proceso de fertilización de la granja San Fernando ubicada en la Mesa de los Santos (Santander - Colombia), con el desarrollo y aplicación de un plan estratégico de fertilización, teniendo en cuenta todos los aspectos relacionados con dicha labor, con el fin de mejorar las condiciones fitosanitarias y productivas de las plantas de café, y a la vez mejorando la rentabilidad de la unidad productiva.

Planteamiento y Justificación del Problema

¿Cómo hacer más eficiente la fertilización y su proceso de aplicación en los cafetales de la granja San Fernando, generado un impacto positivo en la economía en la unidad productiva, todo esto mediante un plan que tenga en cuenta las variables físicas y químicas del suelo, el lote y su nivel de sombrero, los requerimientos nutricionales según la edad de las plantas, entre otros?

En los últimos años se ha detectado que la fertilización y todo lo que la rodea, es uno de los factores más importantes en determinar la calidad y la producción del café. Se ha visto que un café puede variar en su calidad debido a el tipo de fertilización que se le realicen a los cafetos, siendo la fertilización orgánica una técnica poco avanzada e ineficiente que aún no iguala los promedio de producción que con el uso de fertilizantes de síntesis química, sin presentar una considerable diferencia en la calidad de taza, pero si en el impacto del medio ambiente.

Teniendo en cuenta lo anterior, los institutos de investigación y las empresas productoras de insumos, han desarrollado nuevos compuesto y formas de uso con el fin de hacer un manejo adecuado del medio ambiente y preservando sin sacrificar la producción de las planta con el uso adecuado de fertilizantes de síntesis química, y la compensación de enmiendas mineral-orgánicas al suelo, con el fin de preservar el equilibrio y adaptar a las plantas a ambientes diferentes.

El Café, uno de nuestros principales productos de agro-exportación, además de tener importancia agrícola, tiene también importancia económica, ambiental, social y en el sector industrial, contemplando más del 30% de la mano de obra formal de toda la actividad

agropecuaria del país. Al contemplar problemas como las fluctuaciones del dólar con tendencias impredecibles, afectando en ocasiones negativa o positivamente el valor de los fertilizantes y demás insumos en el mercado nacional e internacional, se deben buscar alternativas que generen mayor rentabilidad por medio de técnicas que mejoren la productividad como las técnicas de fertilización, lo cual tiene que ver directamente con la evaluación del suelo para determinar cómo se disponen los nutrientes en el mismo y calculando las necesidades del cultivo.

En la granja San Fernando ubicada en la Mesa de los Santos, jurisdicción de Piedecuesta, en años anteriores se ha venido haciendo un trabajo de nutrición en los lotes con fertilizantes convencionales no específicos según las recomendaciones de la Federación Nacional de Cafeteros, teniendo no muy buenos resultados fitosanitarios y de productividad debido a la presencia de algunas deficiencias de nutrientes y enfermedades relacionadas con la desnutrición y descompensación del sistema inmune de las plantas; este plan de fertilización que se venía realizando esta adaptadas a el promedio de suelos de toda la región, menospreciando las diferencias de suelos de un municipio a otro y de una finca a otra, motivo por lo cual se han presentado algunos problemas y deficiencias de algunos nutrientes en diferentes lotes de la granja. También las plantas se han visto afectadas por plagas y enfermedades que disminuyen la producción y la calidad de los granos, esto debido a factores como el clima, el exceso de luminosidad por la falta de sombrero y la inadecuada fertilización que se realiza actualmente, debilitando el sistema inmunológico de las plantas y dejándolas más propensas a sufrir por daños de este tipo.

Con este proyecto se busca mejorar la fertilización de la granja a partir del desarrollo de un plan de fertilización donde se realizará detallada y minuciosamente un

análisis de suelos en cada uno de los lotes con el fin de generar herramientas de toma de decisiones, como los insumos a aplicar dependiendo del tipo de suelo, su disponibilidad de nutrientes, el porcentaje de sombrero y la edad de las plantas en cada uno de los lotes de acuerdo a sus requerimientos nutricionales; esto con el fin de mejorar la producción y la calidad del café recolectado en la granja San Fernando, mejorando a su vez la rentabilidad de la unidad productiva y sus condiciones ambientales, contribuyendo a la preservación del suelo y las fuentes hídricas, considerando con exactitud que aplicar, en donde, cuando, y como.

1.2 Objetivos

1.1 Objetivo General

Mejorar el plan nutricional cultivo de cafeto (*Coffea Arabica L.* variedad Castillo) de la Granja San Fernando en el municipio de Piedecuesta (Santander) a partir del desarrollo de diferentes planes alternativos de fertilización y evaluando su impacto económico.

1.2 Objetivos Específicos

- ❖ Tomar muestras de suelo e cada lote intervenido para ser enviadas al laboratorio con el fin de conocer la composición físico-químicos de suelo.

- ❖ Analizar y calcular los requerimientos nutricionales de la planta de café a partir de los nutrientes disponibles en el suelo de acuerdo a las edades de los lotes experimentados.
- ❖ Determinar y cuantificar las posibles deficiencias de nutrientes en cada uno de los lotes experimentados.
- ❖ Seleccionar las alternativas más eficientes para la nutrición del cafetal según su edad, densidad de siembra, porcentaje de sombrero y disponibilidad de nutrientes.
- ❖ Desarrollar diferentes alternativas de fertilización y escoger la que más se ajuste teniendo en cuenta la época, la técnica y la forma en que se desarrollan las aplicaciones.
- ❖ Analizar el impacto económico de la implementación del mejoramiento del plan de fertilización en la Granja San Fernando.

2. Marco Referencial

En la historia de la tierra podemos asegurar que el reino animalia no hubiese podido sobrevivir sin su reino antecesor por evolución plantae, el cual es la base de las cadenas alimenticias de hoy en día, las plantas constituyen la mayor parte de alimento en el mundo moderno y antiguo, siendo el sustento de casi todos los organismos que han pasado por la historia de este planeta. Las plantas actuales que evolucionaron y se adaptaron a los diferentes tipo de suelo que hay en todo el mundo, volviéndolo en su mayoría verde como lo conocemos desde el espacio, no existirían si dichos suelos no existieran, de ahí parte la importancia del suelo como base del sustento de la raza humana en la actualidad.

El suelo es un organismo vivo, cuya definición más exacta es: cuerpo natural tridimensional sobre la superficie terrestre, que contiene materia viva y es capaz de soportar plantas al aire libre. Este cuerpo tridimensional es el producto de la acción que ejercen el clima, lo organismos y el relieve sobre el material parental durante su tiempo de formación. Como cuerpo tridimensional (perfil), el suelo tiene un límite superior que es el aire y un límite inferior que es donde termina toda actividad biológica (roca a saprolita). (Castro H, 1998).

Otra definición es: parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

Para realizar una agricultura eficiente y de precisión se requiere del estudio y conocimiento del suelo como la base tecnológica que nos permitirá manipular algunas variables en beneficio de nuestra unidad productiva.

El café es una bebida de mucha importancia a nivel mundial, sobre pasando en ocasiones en su producción y áreas cultivadas a productos de primera necesidad, siendo este un producto suntuoso, tiene una vasta importancia cultural en la sociedad actual de modo que su mercados se han especificado de tal manera que el grano ha adquirido en ocasiones valores casi irrisorios por lo elevados que pueden llegar a ser, teniendo características únicas que se definen a partir de su variedad, su manejo agronómico, su proceso pos-cosecha, la zona y las condiciones en donde se cultivó, y hasta sus métodos de extracción. En Colombia la producción y comercialización del café abarca una historia tradicional de varios siglos de producción y poca especialización en su consumo, en donde los mejores cafés con ciertas características se comercializan en verde en el extranjero, y son subastados entre empresas importadores y torrefactoras que buscan un diferencial en el mercado.

La granja san Fernando, por medio de la alianza comercial que tiene con la empresa trilladora y tostadora San Fernando Coffee & Farm S.A.S., y otros aliados en particular, buscan mejorar las condiciones de calidad y producción del grano y sus cafetos para abarcar más mercado local, darle más confianza a los clientes actuales y también en miras a la exportación del grano en verde; esto con la ayuda de un plan de fertilización para hacer un manejo más eficiente de los nutrientes en cada uno de los lotes dependiendo de sus condiciones particulares.

La granja cafetera San Fernando, se encuentra ubicada en la Mesa de los Santos en la longitud 73° 03' 31,129'' W latitud 6° 56' 17,056'' N, vereda El Guamo, sitio Mesitas,

corregimiento La Mesa, municipio de Piedecuesta, departamento de Santander (Colombia). Esta finca hace parte del Ecotopo 302A según la clasificación realizada por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Gómez L.; Caballero A.; & Baldión J. 1991) se encuentra a una altura de 5125 feet (1562,1 msnm) y presenta las siguientes variables climatológicas registradas en 2010 por la estación más cercana ubicada en la hacienda El Roble, municipio Los Santos, departamento de Santander, latitud 6° 52' N y longitud 73° 3' W a una altura de 1646 msnm: temperatura mínima y máxima promedio anual de 15,0 °C y 24,9 °C respectivamente con un promedio de 19,3°C; humedad relativa promedio de 86,6%; precipitación de 1370,2 mm/año (815 mm/año registrados en 2013) con 208 días de lluvia y brillo solar de 1728,7 horas (FNC-CENICAFE. 2011). Por su climatología, la finca San Fernando se encuentra en una zona dominada por un sistema de lluvias bimodal, donde los meses de mayor pluviosidad son de abril a junio y de octubre a diciembre, y los meses donde predomina la sequía son de diciembre a febrero y junio a agosto.

La actividad principal de la finca San Fernando es la caficultura para la comercialización del café pergamino seco a su principal cliente que es la trilladora y tostadora de café San Fernando *Coffee & Farm* S.A.S. perteneciente al mismo grupo de socios, el producto sobrante lo comercializa a las diferentes cooperativas más cercanas en la ciudad de Bucaramanga, por lo tanto la granja lleva a cabo todo el proceso del café desde la selección y germinación de las semillas de café variedad castillo hasta la obtención de café pergamino seco. Debido a la alta luminosidad, la granja lleva a cabo su caficultura en un sistema de producción agroforestal de semi-sombra, para lo cual utiliza árboles forestales con copa de baja densidad como el Guamo (*Ceratonia siliqua*), Cedro (*Cedrus*), Búcaro (*Erythrina fusca*), Aliso (*Alnus glutinosa*), Nogal (*Cordia alliodora*), Nauno

(*Pithecellobium guachapele*), Galapo (*Licania campestre*), Plátano (*Musa balbisiana*), Banano (*Musa paradisiaca*) y Aguacate (*Persea americana*) entre otros.

La topografía de la finca San Fernando es abrupta, con un tipo de relieve de pendiente con inclinaciones promedio de 39° (43%), suelos moderadamente profundos con buen drenaje; presentan erosión por salpique o labranza, siendo suelos con textura franco arenosa – casajosa, con las siguientes condiciones físicas y químicas promedio según el ponderado de los análisis de suelos realizados en 2010: pH de 4,16, Materia Orgánica de 3,2%, Fosforo: 5,66 ppm., Potasio: 0,26 me/100gr, Calcio: 0,6 me/100gr, Magnesio: 0,23 me/100gr, Aluminio: 3,93 me/100gr, Saturación de Aluminio: 79,02%.

La finca cafetera San Fernando cuenta con 8 Hectáreas productivas, las cuales están dispuestas 8 lotes proyectados para la siembra de *coffea arabica* L. variedad castillo Rojo, de lo cual actualmente ya están sembradas aproximadamente 5 Hectáreas con 36.000 plantas.

Debido a las condiciones climáticas y la ubicación geográfica, la finca San Fernando es representativa del promedio de granjas cafeteras de todo Santander, siendo los meses de octubre y diciembre la concentración de mayor cosecha en el año; teniendo una cosecha secundaria llamada “mitaca o traviesa” en los meses de abril a mayo, en estas dos épocas se acumula en la planta la mayor cantidad de frutos, habiendo también un formación de inflorescencias, flores en menor cantidad.

En la finca San Fernando se utiliza café variedad Castillo, la cual posee resistencia durable a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*, hongo especializado en afectar las células vegetales de la planta de cafeto) (Duque H.; Posada H.; & Alvarado G. 2005) (Alvarado G.; & Ochoa H. 2006), el cual es el hongo que más afecta las plantas de café a nivel mundial.

La variedad de café Castillo, también tiene una posible tolerancia de más del 50% a la enfermedad de las cerezas del café (CBD) (Gil L.; Leguizamón J. 2000), con atributos agronómicos y de taza sobresalientes (Alvarado G.; Moreno E.; et al. 2009). Esta variedad fue desarrollada por CENICAFE.

Para la formulación de un plan de fertilización completo es fundamental tener en cuenta muchas de las variables que pueden influir en el proceso fisiológico de la toma de nutrientes por parte de la planta, como lo son el origen del mismo, todas las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además de la disponibilidad de los nutrientes del suelo y las necesidades que requiere dicho cultivo. A continuación se mencionan algunas de las variables más importantes y determinantes en eficiencia de la absorción de nutrientes por la planta:

- Factores de formación del suelo: material parental, clima (precipitación, temperatura), organismos vivos, el relieve, el tiempo.
- Propiedades físicas del suelo: color, estructura (tipo de estructura, tamaño de agregados, grado de desarrollo y durabilidad de los agregados), textura del suelo, densidad (real, aparente), temperatura, porosidad, permeabilidad e infiltración, drenaje del suelo (interno y externo), profundidad radical efectiva, punto de saturación, capacidad de campo, punto de marchitez, agua aprovechable por las plantas.
- Propiedades químicas del suelo: fracción coloidal del suelo, cationes y aniones, fase intercambiable y solución, capacidad de intercambio catiónico y aniónico, saturación de bases, pH, macro elementos y micro elementos.

- Propiedades biorgánico: micro fauna, meso fauna, macro fauna, materia orgánica
- Disponibilidad de nutrientes del suelo y aporte real del tipo de fertilizante, y otras variables agronómicas y climáticas
- Variables meteorológicas: temperatura, luz, precipitación
- Variables agronómicas: tipo de labranza
- Niveles edáficos adecuados para el cultivo de café

Para analizar y caracterizar estas variables, el análisis integral del suelo y su interpretación se debe realizar de la siguiente manera:

El muestreo de suelos: La toma de una muestra de suelos en el campo, así como la exactitud y la confiabilidad de las determinaciones en el laboratorio, son elementos fundamentales en la obtención de un buen diagnóstico de suelo. El mayor error en el análisis de suelos, se debe a la mala toma de muestra para analizar. Una muestra no adecuada ocasionara una recomendación errada, lo que representa para el productor perdido de dinero y para el técnico equivocaciones. (Castro, H. 1998).

Una muestra representativa es sinónimo de un suelo modal cuyas características físicas, químicas y biológicas debe guardar una homogeneidad espacial repetitiva en el área de muestreo.

De acuerdo con este concepto, cualquier técnica de muestreo de suelos debe cumplir con los siguientes pasos:

Definir primeramente la uniformidad fisiográfica del área problema, es decir: identificar la unidad de paisaje donde se encuentra el lote de interés. Definido el tipo de

paisaje predominante, se asegura, de esta manera, la uniformidad en relieve y topografía para proceder a la muestra el lote de interés. De acuerdo con el tamaño y uniformidad del lote se define la técnica de muestreo, consiste básicamente en hacer un recorrido en transeptos, tomando submuestras equidistantes en zigzag hasta cubrir toda el área problema.

Según el tamaño y la uniformidad del lote, se pueden obtener entre dos y tres submuestras por hectárea. La totalidad del submuestras recolectadas se extiende sobre una lona o plástico no contaminado, se desterronan y se mezclan hasta obtener una gran muestra debidamente homogeneizada.

Una vez homogeneizadas la totalidad de submuestras, se procede a seleccionar la muestra definitiva que se enviara para análisis el laboratorio. El método más utilizado es el cuarteo, desechando porciones de suelo hasta obtener el tamaño ideal de una muestra equivalente a 1 kilogramo de suelo. (Castro H. 1998)

La profundidad a la cual se debe tomar una muestra de suelo depende o está relacionada con el sistema radicular de los cultivos, con la presencia de limitantes físicos del suelo y con el espesor y contraste de las capas A y B del suelo.

Aunque no es muy común el muestreo de suelos en calicata, es el más recomendable para conocer en primera instancia los límites de profundidad que puede tener el suelo y que no podrían ser reconocidas con los métodos convencionales de muestreo de la capa arable (0-20cm).

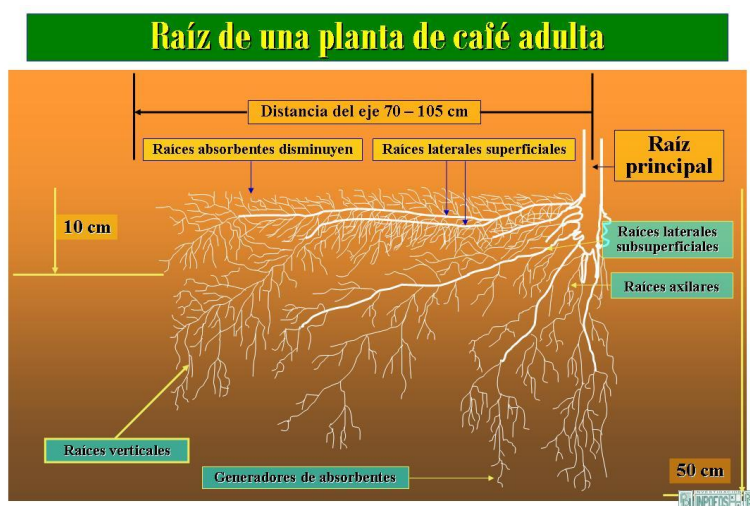


Figura 2. Raíz de la planta de café adulta

Fuente: Cenicafe.

Antes de aplicar las instrucciones comentadas para tomar una muestra representativa de suelo, usted debe hacer una calita o cajuela de 1m x 1m, con el fin de observar: los horizontes que componen el perfil del suelo; el espesor y color de los horizontes; los límites físicos que en profundidad pueden presentar el suelo como: pedregocidad, capas duras e impermeables, nivel freático (agua en el perfil), mal drenaje, texturas muy arcillosas, compactación, etc. la actividad biológica (presencia de microorganismos y raíces vivas). (Castro H. 1998).

Luego de tomar las muestras de suelo teniendo en cuenta todo lo anterior, deben rotularse correctamente para evitar confusiones y ser enviadas a laboratorio, donde se pueden realizar exámenes de varios tipo: análisis de fertilidad, análisis de caracterización, análisis completo, análisis de salinidad, microbiológico, entre otros.

Para la aplicación en la agricultura y el desarrollo de un plan de fertilización, se recomienda hacer un análisis de fertilidad, en el cual se analizan la textura del suelo, el pH,

materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), otros macronutrientes y micronutrientes. (Castro H. 1998).

Después de realizar los análisis de laboratorio de acuerdo a parámetros internacionales de medición y cálculo, se realiza la interpretación de dichos análisis, es la etapa más importante y difícil del análisis de suelo. Como el objetivo de la interpretación es hacer un diagnóstico integral de la aptitud física y química del suelo para un uso específico, es necesario, además de los resultados analíticos registrados por el laboratorio, conocer el ambiente climático en el cual se desarrolla la especie, su fisiología u manejo agronómico más característicos. Si estos aspectos se logran interrelacionar con la experiencia del productor, es posible definir acertadamente y con antelación a la siembra recomendaciones sobre:

- a. Selección del sistema más apropiado de labranza.
- b. Selección de variedad a sembrar.
- c. Época de siembra.
- d. Sistema de siembra.
- e. Necesidad de enclavamiento.
- f. Fuentes, dosis, épocas y formas de aplicación de los fertilizantes.

Existen dos modalidades para la interpretación del análisis químico del suelo:

- ❖ **Interpretación del análisis de suelos con base en tablas guías:** este es un método cualitativo basado en tablas guías elaboradas por el ICA y el IGAC, donde aparecen consideraciones generales para interpretar los resultados del análisis químico de suelos, con base en los niveles críticos (alto, medio, bajo) de la suficiencia en el suelo de cada uno de los elementos que contemplan la nutrición vegetal. Este método, aunque es el más comúnmente utilizado, no es el más preciso ni recomendable; sin embargo, hay que tener en cuenta que los datos considerados en estas tablas son producto de investigación.
- ❖ **Interpretación de análisis de suelos con base en el cálculo de la disponibilidad nutricional en el suelo y los requerimientos del cultivo:** este método es más específico para cada caso particular, donde caracteriza el suelo dependiendo del relieve, profundidad efectiva, el color, el nivel freático, el porcentaje de arenas, limos y arcillas, se determina la clase de textura, el drenaje interno y la densidad aparente, con el uso de algunas ecuaciones y con base a los requerimientos nutricionales del cultivo a implementar, en nuestro caso el café, se realiza el cálculo de la disponibilidad de cada nutriente, como el nitrógeno con base a la materia orgánica, la disponibilidad natural del fósforo, del potasio, del calcio, del magnesio, del azufre y algunos elementos menores. Con base a esto se puede desarrollar un plan de fertilización donde se dé respuesta al problema. (Castro H. 1998)

Para dicho plan es importante tener en cuenta aspectos como la técnica de aplicación y localización de los fertilizantes, recomendando lo más adecuada para cada caso en particular (aplicación al voleo, en banda, en el fondo del surco, en corona o en hoyos).

También es importante definir la época de fertilización teniendo en cuenta las variables climáticas, especialmente teniendo en cuenta el estado fisiológico de las plantas y la época de precipitación de lluvias.

Las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados deben fraccionarse debido a la alta movilidad que el nitrógeno tiene en el suelo. Para evitar pérdidas por lavado y daños a la semilla o plantas, la fertilización con fuentes nitrogenadas debe descartarse con aplicaciones en su totalidad a la siembra. Generalmente es recomendable para mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada, hacer varias aplicaciones de nitrógeno a partir de la siembra hasta el inicio de la floración.

Las aplicaciones de fertilizantes potásicos deben fraccionarse tratando de aplicar el 50% de la dosis en el momento de la siembra (traspaso del almacigo a campo) y 50% de la dosis restante, con la primera aplicación del nitrógeno días después de la siembra del cultivo (a los tres meses aproximadamente). De esta manera se mejora la eficiencia del potasio para el cultivo, por ser este otro elemento de alta movilidad en el suelo.

Las fertilizaciones en pre siembra con fosforo al voleo y en chorrillo son temerarias a pérdidas por lixiviación debido a la retentiva del fosforo en el suelo.

Comúnmente el fosforo se aplica en el momento de la siembra junto con 50% de la dosis del potasio y algunos fertilizantes granulados portadores de elementos menores, en el caso de que el suelo manifieste deficiencias severas de boro, cobre, cinc, manganeso o hierro. (Castro H. 1998)

Para la realización de dicho plan de fertilización es importante tener en cuenta los requerimientos nutricionales de elementos promedio que exige el cultivo de café, como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1. Niveles edáficos de los elementos adecuados para el cultivo del café en Colombia, tomado y adaptado de Cenicafe.

REQUERIMIENTOS CAFÉ		
Variable	Rango ideal	unidad
pH	5,0 - 5,5	
MO	8,0 - 14,0	%
Fósforo	6,0 - 14,0	Ppm
Potasio	0,30 - 0,40	cmol _c .kg ⁻¹ suelo
Calcio	1,8 - 2,4	cmol _c .kg ⁻¹ suelo
Magnesio	0,6 - 0,8	cmol _c .kg ⁻¹ suelo
Aluminio	0,0 - 0,1	cmol _c .kg ⁻¹ suelo
Sat Al	0,0 - 15,0	%
Azufre	5,0 - 10,0	mg.kg suelo
Boro	0,2 - 0,4	mg.kg suelo
Cobre	1,0 - 3,0	mg.kg suelo
Manganeso	5,0 - 10,0	mg.kg suelo
Hierro	25 - 50	mg.kg suelo
Zinc	1,5 - 3,0	mg.kg suelo
Molibdeno	0,1 - 0,3	mg.kg suelo
Sodio	< 1,0 cmol _c .kg ⁻¹ y Saturación <10%	

También es importante tener en cuenta las fases de crecimiento y productivas de las plantas y los requerimientos en cada una de ellas, como lo veremos a continuación:

- ❖ **Germinación:** En esta etapa se recomienda no utilizar fertilizantes, debido a que los cotiledones tienen todos los nutrientes necesarios para la formación y supervivencia del embrión hasta formar la plántula de cafeto o también llamada chapola (planta con un par de hojas falsas o cotiledonares), lo cual sucede en un promedio de 75 a

80 días (máximo 3 meses) desde el inicio de la germinación; por lo mismo este proceso se lleva a cabo en arena con el fin de proporcionar una estructura con mayor porosidad con el fin de incentivar el desarrollo de las raíces de la planta.

❖ **Almacigo:** En el café la etapa de almacigo transcurre desde el trasplante de la chapola en la bolsa hasta el momento de la siembra de los colinos en el campo. (FNC-CENICAFE, 2013).

Una vez la chapola o plántula de café alcance el tamaño óptimo en el germinador, esta debe trasplantarse a una bolsa plástica que contenga un sustrato de suelo o la mezcla de suelo con abono orgánico, lugar en el que permanecerá entre 4 y 6 meses, según el tamaño de la bolsa empleada, la fertilidad del sustrato y las condiciones climáticas predominantes (humedad, temperatura y luz, principalmente). (FNC-CENICAFE, 2013).

En este proceso se recomienda una adecuada nutrición por vía edáfica para reducir el ataque de *Cercospora coffeicola*, agente causal de la macha de hierro, que se manifiesta como lesiones de color café oscuro en las hojas, con o sin halo amarillo alrededor. El uso de micorrizas en germinadores y almacigos de café es una práctica que favorece la absorción de fósforo y otros nutrientes, al tiempo que la colonización de las raíces por parte de estos hongos benéficos presenta una barrera ante el ataque de patógenos del suelo, como nematodos y hongos (CENICAFE, 2013). La materia orgánica completamente descompuesta (pulpa de café, gallinaza, pollinaza, cenichaza, lombricompost o lombrinaza) es una fuente alternativa de nutrientes para plántulas de almacigo, mezclada en proporción 3:1, tres porciones de suelo y una porción de materia orgánica. En su defecto, fertilizantes de síntesis como el fosfato diamónico (DAP), pueden utilizarse haciendo dos aplicaciones de 2,0 g por bolsa, a los 2 y 4 meses, sin sobrepasar esta cantidad, para evitar

fitotoxicidad en las raíces. Plantas sembradas en suelos con contenidos de fósforo mayores de 14 mg.kg^{-1} (partes por millón ppm) no responden a la fertilización con DAP. La fertilización foliar no ha dado una respuesta que justifique su aplicación. Para almácigos propensos a ataques severos de mancha de hierro se recomienda complementar el manejo con la aplicación de 4 g.L^{-1} (gramos por litro de agua) de ditiocarbamatos (Dithane o Mancozeb) o $1,0 \text{ cc.L}^{-1}$ de un triazol (Bayleton CE 250, Punch 40 CE o Alto 100SL) (FNC-CENICAFE, 2013).

Durante la fase de almacigo, al igual que en el establecimiento y la etapa de producción, la planta de café requiere de elementos que se consideran esenciales para su crecimiento y desarrollo, razón por la cual son llamados nutrientes.

Con referencia a lo expuesto, se deben resaltar que la práctica de la fertilización se ocupa básicamente de proporcionar los elementos minerales, es decir, aquellos que se encuentran en el suelo.

Tabla 2. **Nutrientes esenciales para el almacigo según su demanda. Tomado de FNC-CENICAFE, 2013.**PARTE INFERIOR DE LA TABLA

NUTRIENTES ESENCIALES PARA EL ALMÁCIGO SEGÚN SU DEMANDA		
PROVENIENTES DEL AGUA Y DE LA ATMÓSFERA	PROVENIENTES DEL SUELO	
Carbono - C	Macronutrientes	Micronutrientes
	Nitrógeno - N	Hierro - Fe
	Fósforo - P	Manganeso - Mn
Hidrógeno - H	Potasio - K	Cobre - Cu
	Calcio - Ca	Zinc - Zn
	Magnesio - Mg	Boro - B
Oxígeno - O	Azufre - S	Cloro - Cl
		Molibdeno - Mo
		Níquel - Ni
Representan alrededor del 95% del peso de la planta	Representan el 5% del peso de la planta restante	

En muy pocas ocasiones, las reservas de nutrientes contenidas en el suelo suplen en su totalidad la demanda de fosforo requerida por las plantas, de allí la necesidad de proporcionarlos vía abonamiento. Al respecto, se resalta que los mejores resultados se han obtenido mediante el empleo de abonos orgánicos y fertilizantes ricos en fosforo, como el DAP.

A continuación se presentan los principales nutrientes para la adecuada nutrición del café en la etapa de almacigo:

Abonos orgánicos: los fertilizantes de origen orgánico además de satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas, mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo para el crecimiento de raíces. Por lo general, la fuente de mayor disponibilidad en las fincas cafeteras es la pulpa de café, gallinaza, estiércol vacuno, pollinaza o cenichaza, puede llevarse a cabo una mezcla en relación de 3:1. (FNC-CENICAFE, 2013).

Se ha demostrado que el contenido de la materia orgánica del suelo no es un factor para ajustar las proporciones sugeridas de las anteriores mezclas, pues ésta en sus composiciones químicas difiere a los abonos orgánicos, los cuales normalmente ofrecen una mayor disponibilidad de los nutrientes a corto plazo (FNC-CENICAFE, 2013).

Fosforo: cuando se emplean bolsas grandes (17x23cm), se sugiere aplicar 2,0 g de fosforo (P_2O_5) por planta, a los 2 meses y a los 4 meses después del trasplante, mientras que para bolsas más pequeñas es suficiente con la primera aplicación, pues normalmente el trasplante se lleva a cabo antes de los cuatro meses. El fertilizante más empleado es el Fosfato Diamónico (DAP), el cual contiene 46% de fosforo (P_2O_5) y 18% de nitrógeno;

otras fuentes de este elemento son el Fosfato Monoamónico (MAP), con una riqueza de nutrientes (11% de N y 53% de P₂O₅), el 10-30-10 y el 10-40-10, entre otros. (FNC-CENICAFE, 2013).

Nitrógeno, potasio y magnesio: dosis superiores a 1,0 g/planta de nitrógeno resultan tóxicas para la planta y dosis menores tienen poco efecto, razón por la cual se sugiere no emplearlo durante esta fase, la aplicación superficial de potasio (K₂O) en dosis iguales o menores de 2,0 g/planta no afectan el crecimiento, mientras que al incorporar cantidades superiores resultan perjudiciales. Efectos similares causa el magnesio cuando se emplean fuentes muy solubles – por ejemplo sulfato -, resultado que se relaciona con la salinidad generalizada por la fertilización. (FNC-CENICAFE, 2013).

- ❖ **Trasplante a campo:** La duración de las plantas en almacigo antes de su trasplante a campo, es directamente proporcional a la capacidad y tamaño de la bolsa que se utilice, depende del manejo que el agricultor pretenda hacerle a su cafetal. Con la bolsa de 1 kg se espera que desde el trasplante de las plántulas a las bolsas, hasta que se vayan a establecer definitivamente en campo, transcurran máximo 4 meses para evitar el doblamiento de la raíz también llamado “cola de marrano”, lo cual puede ocasionar a futuro en las plantas establecidas en campo una enfermedad llamada raquitismo. (FNC-CENICAFE, 2013). En el momento de realizar el trasplante a campo se recomienda hacer la aplicación de las enmiendas y/o materia orgánica, con el fin de hacer correcciones de pH en el suelo y mejorar su estructura y micro fauna dependiendo de los resultados de los análisis de suelo.

El encalamiento es una práctica por medio de la cual se busca corregir los problemas de acidez del suelo y aportar nutrientes como calcio y magnesio. (FNC-CENICAFE, 2013).

Al emplear abonos orgánicos en dosis sugeridas se corrigen los problemas de acidez, por lo tanto, no será necesario encalar el suelo. Cuando no se emplean estos abonos, y mediante el análisis de suelo se tenga la certeza que existen problemas de acidez (valores de pH menores a 5,0 y aluminio intercambiable mayor a $1,0 \text{ cmolc.kg}^{-1}$), se sugiere incorporar 1,0 kg de cal agrícola o dolomítica por cada metro cubico (m^3) de suelo, para elevar el pH en 0,2 unidades. Por ejemplo, si un suelo tiene un pH de 4,5, será necesario mezclar 2,5 kg de cal por 1 m^3 de suelo. (FNC-CENICAFE, 2013).

❖ **Levante o fase vegetativa:** En la fase vegetativa (aproximadamente hasta 650 días después de la siembra, los dos primeros años), la planta de café presenta un crecimiento lento y por lo tanto extrae del suelo cantidades relativamente bajas de nutrientes, según las condiciones del sitio: N=8,6 a 12,5 g/planta; P= 0,6 a 2,7 g/planta; K= 7,6 a 25,3 g/planta; Ca= 3,9 a 10,6 g/planta; Mg= 1,2 a 21 g/planta. (FNC-CENICAFE, 2013).

Las labores que se realicen durante el establecimiento de los cafetales se verán reflejadas en el desarrollo del cultivo y, por lo tanto, en la producción de los siguientes ciclos de renovación, los cuales tendrán una duración de 20 años o más. La adecuación física y química del suelo debe comenzarse al momento de la siembra o antes, según la información disponible acerca de las propiedades del suelo. En ocasiones será necesaria la aplicación de enmiendas orgánicas e inorgánicas para corregir los problemas de acidez y acondicionar el suelo. (FNC-CENICAFE, 2013).

Durante esta fase del cultivo, el nitrógeno – N es el elemento de mayor requerimiento, por lo que se sugiere incluirlo en todas las aplicaciones. Cuando este se elimina por completo de los programas de abonamiento, la reducción en la producción de la primera cosecha puede alcanzar el 40%. El fertilizante químico de uso más común es la urea, sin descartar la posibilidad de emplear otros, como el nitrato de amonio o fuentes que además de N contengan otros nutrientes. (FNC-CENICAFE, 2013).

En los primeros meses después de la siembra la disponibilidad de fósforo para la planta es relativamente baja, debido a que las raíces todavía no tienen suficiente desarrollo para tomar un nutriente con muy baja movilidad como el Fósforo, lo anterior obliga al suministro de cantidades relativamente altas de fertilizantes, tales como fosfato diamónico DAP, fosfato monoamónico MAP y 10-30-10. (FNC-CENICAFE, 2013).

El requerimiento de potasio aumenta luego de las primeras floraciones con el cuajamiento de los frutos. Cuando se emplea suficiente abono orgánico rico en potasio, para la obtención de almácigos, por ejemplo pulpa de café, mezclas con el suelo en una relación 1 a 1 o 1 a 3, pueden cubrir las necesidades de este elemento durante un año o más. En contraste, un sustrato pobre en abono orgánico, sumado al uso de bolsas pequeñas en el almacigo, puede obligar a iniciarlas fertilizaciones potásicas tempranamente, posiblemente en el primer semestre después de la siembra. El fertilizante de síntesis de mayor uso es cloruro de potasio (KCl), pero también se pueden emplear otros como el sulfato de potasio o los abonos compuestos. (FNC-CENICAFE, 2013).

Las necesidades de magnesio durante los dos primeros años no son altas. En suelos ácidos para café, es decir, aquellos que presentan un pH menor a 5,0 y aluminio mayor a 1,0 con el empleo de correctivos ricos en magnesio – por ejemplos caliza dolomítica- se

cubre la demanda de magnesio, el sulfato de magnesio o kieserita, el nitrato de magnesio y al carbonato de magnesio. (FNC-CENICAFE, 2013).

Pocas veces se detectan deficiencias de elementos menores en la zona cafetera de Colombia durante la etapa de crecimiento vegetativo, especialmente en suelos relativamente ricos en materia orgánica (mayor a 8%). Debido a ello, por lo general, se recomienda aplicarlos de manera correctiva, empleando dosis muy bajas, siempre y cuando se tenga la certeza de que se trata de una deficiencia como tal, pues en muchas ocasiones la presencia de patógenos, malformaciones de raíces, toxicidad por herbicidas, entre otros disturbios fisiológicos, pueden ocasionar una sintomatología similar. (FNC-CENICAFE, 2013).

Las cantidades de los abonos en esta etapa se incrementan proporcionalmente a la edad del cultivo y las recomendaciones se expresan en gramos del fertilizante por planta o por sitio, mas no en kilogramos por hectárea, pues en esta fase se considera poca la competencia entre plantas; por lo tanto, el manejo va dirigido a los individuos y no a poblaciones. (FNC-CENICAFE, 2013).

❖ **Producción o fase reproductiva:** Durante esta etapa, el nitrógeno se considera el nutriente más limitante de la producción, pues cuando se excluye de los planes de fertilización, el rendimiento se puede reducir hasta en 80%. La materia orgánica del suelo al mineralizarse (descomponerse) proporciona cantidades considerables de este elemento; sin embargo, por lo general, no alcanza a cubrir por completo la demanda del cultivo, razón por la cual es necesario proporcionarlo frecuentemente durante el año.

Dada la poca ocurrencia de deficiencias de elementos menores en la mayoría de las regiones cafeteras del país, actualmente no se sugiere incluirlos en los planes de fertilización. Cuando la sintomatología de su carencia se presenta solo de manera eventual, basta con aplicaciones puntuales, en tanto que para sitios donde las manifestaciones son permanentes, pueden incluirse de manera regular. Algunas formulaciones comerciales contienen entre 0,1% y 0,2 % de boro y cinc, a través de los cuales se llegan a proporcionar cerca de 2 kg.Ha-año⁻¹ de cada uno de estos elementos. De acuerdo a las experiencias obtenidas en otros países productores del grano estas cantidades serían suficientes.

Tabla 3. Deficiencias del cafeto, Adaptado de Cenicafe.

NUTRIENTE	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
Deficiencia de Nitrógeno 	- Clorosis o amarillamiento uniforme de las hojas más viejas - Senescencia prematura y posterior defoliación en las ramas productivas - Poca emisión de nuevos brotes - En casos severos, clorosis de las hojas más nuevas en la zona de producción seguida por la muerte descendente de las ramas y palteo.
Deficiencia de Fósforo 	- Amarillamiento desuniforme en las hojas más viejas, acompañado de manchas rojizas. - Defoliación en casos severos.
Deficiencia de Potasio 	- Necrosis e la punta y los bordes de las hojas mas viejas. - Desfoliacion en casos severos.
Calcio 	- Clorosis en los bordes de las hojas más nuevas.

Continuación **Tabla 3.** Deficiencias del cafeto, Adaptado de Cenicafe.

Deficiencia de Magnesio 	- Clorosis intervenal de las hojas más viejas. - Defoliación en las ramas productivas.
Deficiencia de Azufre 	- Clorosis uniforme de las hojas más nuevas.
Deficiencia de Boro 	- Manchas de color café en los brotes (hojas nuevas) - Muerte de las yemas terminales y aparición de nuevos brotes - Hojas más viejas de color verde aceituna que se extienden desde el ápice hacia la base, en forma de "V" invertida. - Tejido corchoso en las yemas de las hojas mas viejas.
Deficiencia de Zinc 	- Hojas nuevas más pequeñas, lanceoladas y cloríticas. - Entrenudos cortos.

Continuación **Tabla 3.** Deficiencias del cafeto, Adaptado de Cenicafe.

Deficiencia de Manganeso 	- Hojas nuevas más grandes de los normal, de color verde claro uniforme y las nervaduras de color verde más oscuro. -
Deficiencia de Hierro 	- Hojas de color amarillo hasta verde pálido, con nervaduras verdes.

❖ **Renovación o zoca:** para los cafetales renovados por zoca se sugiere iniciar la fertilización luego de 3 meses de haber realizado el corte y después de la selección de chupones. En algunos sitios del país se puede llevar a cabo esta labor después de 6 meses, sin que se afecte la producción de la primera cosecha. (FNC-CENICAFE, 2013).

En el primer año, es decir, la etapa correspondiente al crecimiento vegetativo, las plantas presentan un crecimiento mayor que las nuevas siembras; debido a ello, sus requerimientos nutricionales son más altos. De acuerdo con Valencia (1999), los criterios para la fertilización durante este periodo son semejantes a los de los cafetales renovados por

siembra en el segundo año de establecimiento, meses 14 y 18, como lo muestra la tabla 4. A partir del segundo año, los criterios para la fertilización son similares a los de los cafetales en la etapa de producción. (FNC-CENICAFE, 2013).

Tabla 4. Nutrientes esenciales para la fase vegetativa. Tomado de FNC-CENICAFE, 2013.

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO	MESES DESPUÉS DE LA SIEMBRA				
	2	6	10	14	18
Materia Orgánica -MO %	Nitrógeno - N (g/planta)				
MO ≤ 8	7	9	12	14	16
MO > 8	5	7	9	12	14
Fósforo - P (mg,kg¹)	Fósforo - P ₂ O ₅ (g/planta)				
P ≤ 30	4		5		6
Potasio - K (cmol₂, kg¹)	Potasio - K ₂ O (g/planta)				
K $\leq 0,2$	0	0	5	0	10
0,2 $< K \leq 0,4$	0	0	0	0	10
Magnesio - Mg (cmol₂, kg¹)	Magnesio - MgO (g/planta)				
Mg $\leq 0,3$	0	0	2	0	3
0,3 $< Mg \leq 0,9$	0	0	0	0	3

Ajuste de la fertilización dependiendo de la densidad de siembra y el sombrío

La producción de los cafetales depende de la densidad de plantas y el nivel de sombra, de allí la importancia de tener en cuenta estos factores con el fin de ajustar los planes de la nutrición. Para cafetales con altas densidades de siembra (mayor de 7.500 plantas o ejes por hectárea) y un nivel de sombra muy bajo (menor de 35%), se sugiere suministrar las máximas dosis de los nutrientes, las cuales se toman como criterio base. En plantaciones con densidades entre 5.000 y 7.500 plantas/Ha se podrán aplicar el 85% o el 95% del criterio base, según el nivel de sombra (factor de ajuste 0,85 o 0,95 respectivamente); de igual manera, cuando el número de plantas por hectárea es menor a

5.000, los ajustes incluyen desde dejar de aplicar el elemento en el cafetal altamente sombreados, hasta el 85% del criterio base para cultivos con sombrero muy bajo (menor de 35%). Cuando el nivel de sombra es muy alto (mayor de 55%), la producción tiende a ser muy baja y no se presenta respuesta a la fertilización. (FNC-CENICAFE, 2013).

En la siguiente tabla se muestran los factores para hacer los ajustes dependiendo de estas dos variables para cada caso:

Tabla 5. Factores para ajustar los requerimientos nutricionales de acuerdo al nivel de sombra y la densidad. Fuente: Cenicafe, 2008 y FNC-CENICAFE, 2013.

NIVEL DE SOMBRA	DENSIDAD (plantas o ejes/ha)		
	Mayor de 7.500	Entre 5.000 y 7.500	Menor de 5.000
Inferior a 35% (Muy bajo)	1,00	0,95	0,85
Entre 35% y 45% (Bajo)		0,85	0,75
Entre 45% y 55% (Medio)			0,50
Mayor a 55% (Alto)			0

En el plan de nutrición que se desarrolló se realizaron recomendaciones de enmienda para las correcciones de pH en el suelo teniendo en cuenta los datos históricos de la finca y los nuevos datos recopilados, comparándolo con el pH ideal para el cultivo de cafeto; por lo tanto es importante tener a consideración la siguiente tabla donde se menciona la composición química de varios productos encalantes o de enmienda teniendo en cuenta la relación calcio magnesio:

Tabla 6. Composición química de materiales encalantes, Tomado Cenicafe

COMPOSICION DE ALGUNAS ENMIENDAS (%)							
FUENTE	CaCO ₃	MgCO ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅		S
					total	soluble	
Cal agrícola	70	-	39	-	-	-	-
Cal viva	70	-	40	-	-	-	-
Cal apagada 52% Ca(OH)₂	80	-	40	-	-	-	-
Dolomita	55	35	30	15	-	-	-
Oxido de Mg	-	-	-	18	-	-	-
Dolfos	55	26	30	88	5	-	-
Roca fosfórica	57	-	36	13	27	3	-
Calfos	70	-	42	-	12	10	-
Escorias Thomas	70	-	42	1	12	10	-
Yeso agrícola	-	-	21	-	-	-	14

Así mismo en el plan de nutrición que se desarrolló se realizaron varias recomendaciones de fertilización en base a algunos abonos comerciales que se encuentran en la zona ; por lo tanto es importante tener a consideración la siguiente tabla donde se menciona la composición química de varios productos:

Tabla 7. Composición química de fertilizantes, Tomado Cenicafe.

COMPOSICIÓN DE ALGUNOS FERTILIZANTES (%)							
FUENTE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	B
Urea	46	-	-	-	-	-	-
Sulfato de amonio SAM	21	-	-	-	-	24	-
Fosfato diamónico DAP	18	46	-	-	-	-	-
Fosfato monoamónico MAP	11	53	-	-	-	-	-
Triple 15 (15-15-15)	15	15	15	-	-	-	-
Triple 18 (18-18-18)	18	18	18	-	-	-	-
10-30-10	10	30	10	-	-	-	-
17-6-18-2	17	6	18	-	2	2	0,2

Continuación **Tabla 7.** Composición química de fertilizantes, Tomado Cenicafe.

COMPOSICIÓN DE ALGUNOS FERTILIZANTES (%)							
25-4-24	25	4	24	-	-	-	-
21-3-17-6-7 (kafe)	21	3	17	-	6	7	-
Nitrasam	28	4	-	-	-	6	-
Nitrabor	15	-	-	26	-	-	0,3
Nitromag	21	-	-	11	7	-	-
Nitrato de amonio Nitron 26	26	-	-	-	-	-	-
Nitrato de potasio	13	-	44	-	-	-	-
Cloruro de potasio KCl	-	-	60	-	-	-	-
Sulfato de magnesio	-	-	-	-	18	10	-
Kieserita	-	-	-	-	25	20	-
Sulpomag	-	-	22	-	18	22	-
Oxido de magnesio	-	-	-	-	88	-	-
Azufre elemental (Flor de S)	-	-	-	-	-	99	-

Tomado CENICAFE

También es importante considerar que algunos de estos abonos se pueden mezclar en el momento de la aplicación para facilitar y economizar la labor; pero otro debido a su composición química no se deberían mezclar, para la cual es importante considerar la siguiente tabla:

Tabla 8. Compatibilidad de fertilizantes, tomado de Cenicafe.

1. Cloruro de potasio	2. Sulfato de potasio	3. Sulfato de amonio	4. Nitrato de amonio cálcico	5. Nitrato de potasio y sodio	6. Nitrato de calcio	7. Cianamida de calcio	8. Urea	9. Superfosfato, fosfato triple	10. Fosfato de amonio	11. Calfos	12. Hiperfosfatos	13. Carbonato de calcio
1. Cloruro de potasio												
2. Sulfato de potasio												
3. Sulfato de amonio												
4. Nitrato de amonio cálcico												
5. Nitrato de potasio y sodio												
6. Nitrato de calcio												
7. Cianamida de calcio												
8. Urea												
9. Superfosfato, fosfato triple												
10. Fosfato de amonio												
11. Calfos												
12. Hiperfosfatos												
13. Carbonato de calcio												

	Fertilizantes factibles de mezclarse
	Fertilizantes factibles de mezclarse en corto tiempo antes de usarse
	Fertilizantes que no se deben mezclarse por razones químicas

Además, desde hace varias décadas se vienen desarrollando algunos experimentos sobre la nutrición del café según el estado de crecimiento, etapa o fases. Lo cual marca la

diferencia al momento de que, cuando, cuanto, donde y como aplicar la cantidad de nutrientes o enmiendas a cada lote del cafetal.

Otro aspecto fundamental que debemos tener en cuenta es el impacto económico que se refleja en la aplicación, pues no solo se calcula el costo del insumo sino también el transporte y mano de obra. Esta última, podría variar si la aplicación la fraccionamos en más aplicaciones con el fin de distribuir los nutrientes con respecto a los requerimientos de la planta.

Hoy en día la granja San Fernando se enfrenta a un mercado mundial muy competitivo, incluso la incursión al mercado nacional de grandes firmas con marcas de café conocidas crean aún más barreras al mercado. Esto los obliga a analizar detalladamente los factores que afectan la rentabilidad de la empresa, dado que los costos de los fertilizantes para un productor en tan solo unos años pasaron de ser el 10% a ser el 20%.

5. Desarrollo y Propuesta de Mejora

Introducción a los resultados

Este proyecto fue desarrollado bajo los tiempos y parámetros estipulados en el cronograma de actividades; solo teniendo un contratiempo en el diseño del plan y cronograma de fertilización debido a las empresas que asesoraron dicho estudio.

Tabla 9. Cronograma de actividades

		CONTROL Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES												
FECHA INICIO DEL PROYECTO:		Marzo 1 del 2015												
COORDINADOR DEL PROYECTO:		Luis Mariano Claro Torrado												
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:		Mejoramiento del proceso y plan de fertilización del cultivo de café y su impacto económico en la Granja San Fe												
Fase o Plan	Nº	MES / SEMANA	PERIODO		%	MARZO				ABRIL				
	ACTIVIDADES		Ini.	Fin.	Cumpl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fases	1	Evaluar la fertilidad del suelo			100,0				OK					
	1.1	Adquisicion de herramientas para muestras de suelo			200,0	OK	OK							
	1.2	Toma de muestras en cada lote (6 lotes)			200,0	OK	OK							
	1.3	Empaquetamiento de muestras y envio a laboratorio			300,0	OK	OK	OK						
	2	Analisis de resultados de variables fisico-quimico del suelo			100,0					OK				
	2.1	Interpretacion de analisis de suelos			100,0					OK				
	2.2	Comparacion con antiguos tomas de muestras			100,0					OK				
	3	Diagnostico de deficiencias			100,0								OK	
	3.1	Selección de arboles para muestreo aleatorio			200,0					OK	OK			
	4	Diseño del plan y cronograma de fertilizacion			100,0									OK
	4.1	Explicacion de cantidades y tipos de abono por lote y por matas por epocas, tiempos y movimientos			200,0						OK	OK		

La granja cafetera San Fernando, se encuentra ubicada en la Mesa de los Santos en la longitud 73° 03' 31,129'' W latitud 6° 56' 17,056'' N, vereda El Guamo, sitio Mesitas, corregimiento La Mesa, municipio de Piedecuesta, departamento de Santander (Colombia).

Para definir el plan de mejoramiento de fertilización de la Granja San Fernando, es necesario conocer el estado de fertilidad del suelo en cada uno de los lotes, cabe mencionar, que la condición del suelo es muy heterogénea incluso a cortas distancias. Para esto, debemos realizar análisis químicos y físicos para tener una idea de los nutrientes necesitados o la aplicación de enmiendas si así lo requiriera la planta.

La granja San Fernando cuenta con un plan de establecimiento de los lotes de café de acuerdo a la producción escalonada que pretende manejar a un plazo de 8 años, periodo en el cual la planta debe ser renovada; actualmente la granja posee 5 lotes ya sembrados con una diferencia de una año de establecimiento entre uno y otro en el orden en que están numerados, siendo el lote 1 el de mayor edad, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Inventario y características de los lotes de café de la granja San Fernando

NÚMERO DEL LOTE	VARIEDAD	% DE SOMBRÍO	NÚMERO DE PLANTAS PROMEDIO	FECHA DE ESTABLECIMIENTO / EDAD ACTUAL
1	Castillo	15%	6.000	2010 / 5
2	Castillo	15%	6.000	2011 / 4
3	Castillo	15%	6.000	2012 / 3
4	Castillo	15%	6.000	2013 / 2
5	Castillo	15%	6.000	2014 / 1
6				2015 / 0
7				2016 / 0
8				2017 / 0

Los pasos para el desarrollo de dicho plan de fertilización en la granja San Fernando fueron los siguientes:

- ❖ **Toma de muestra:** para cada uno de los 6 lotes que actualmente se intervienen, se realizó la toma de 10 sub-muestras al azar a una profundidad de 20cm del suelo con barreno holandés (*ver figura 3*) en el área radicular de la planta y con el suelo húmedo, se mezclaron y homogenizaron las sub-muestras de cada uno de los lotes, para posteriormente ser enviadas para un análisis fisicoquímico en laboratorio.

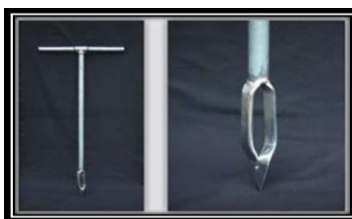


Figura 3. Barreno Tipo Holandés, para Toma De Muestras de Suelo

Fuente: <http://www.cenicafe.org/es/publications/bot032.pdf>

De las muestras enviadas al laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11. Resultados de análisis suelos 2015

RESULTADOS ANÁLISIS DE SUELOS 2015							
lote	pH	MO (Materia Orgánica) %	Ca meq/100 g o cmolc/kg	P (fosforo) ppm o mg/kg	Mg meq/100 g o cmolc/kg	K meq/10 0g o cmolc/k g	Al meq/100g o cmolc/kg
1	4,2	1,74	1,07	93	0,34	0,52	2,4
2	4,3	1,49	2,86	168	0,84	0,24	1,6
3	4,2	3,3	0,4	126	0,2	0,19	3
4	3,9	4	0,4	128	0,3	0,23	3,4
5	4,4	3,6	1,6	254	0,6	0,81	1,8
6	3,8	3,7	0,1	2	0,1	0,22	3,9

- ❖ **Diagnóstico de deficiencias:** realizó un muestreo aleatorio, donde se registraran árboles al azar en focos de cada lote que presenten deficiencias, clasificando cada una de ellas según la tabla 4, con el fin de facilitar la toma de

decisiones para incluir o no correctores de micro elementos en el plan desarrollado para cada uno de los lotes.

Tabla 12. Deficiencias encontradas en lotes granja San Fernando 2015

DEFICIENCIAS ENCONTRADAS EN LOTES GRANJA SAN FERNANDO 2015		
lote	deficiencia	Imagen
1 (5 años)	Paloteo (desfoliación) (posible deficiencia de nitrógeno, fosforo, potasio o magnesio)	
2 (3 años)	No se reportó nada	
3 (2 años) 4 (1 año)	Clorosis en bordes de hojas jóvenes (posible deficiencia de calcio) Clorosis o amarillamiento uniforme de las hojas más viejas (posible deficiencia de nitrógeno) Hojas nuevas de color amarillo hasta verde pálido, con nervaduras verdes (posible deficiencia de hierro)	  
4 (1 año)	No reporto nada	
5 (0 años)	No aplica	

❖ **Análisis de los resultados de variables físico-químicas del suelo:** para esta etapa se hizo una exhaustiva revisión bibliográfica con el fin de analizar las necesidades de fertilidad de las plantas según varios autores, se utilizaron los últimos avances técnicos de recomendaciones en el área de suelos de las instituciones pioneras en el tema como lo son la Federación Nacional de Cafeteros y su centro de investigaciones (Cenicafe), y también recomendaciones de casas comerciales de fabricación de abonos para café, donde se realizaron los cálculos necesarios para determinar la cantidad exacta de fertilizante a aplicar en cada uno de los lotes y el momento adecuado, dependiendo de su edad, su estado fenológico, la densidad de siembra, su porcentaje de sombrero, las características físicas del suelo y los nutrientes que están dispuestos actualmente en el suelo; esto con el fin de escoger un plan de fertilización adecuado para los lotes de la granja San Fernando, teniendo en cuenta el estado de los lotes (diagnóstico de deficiencias) y los fertilizantes que se han aplicado anteriormente:

Tabla 13. Fertilización granja San Fernando 2014 (el año anterior)

FERTILIZACIÓN GRANJA SAN FERNANDO 2014 (EL AÑO ANTERIOR)		
lote	Fertilizante	Dosis
1 (5 años)	25-4-24	120g/planta año (segmentado en tres porciones de 40g/cuatrimstre)
2 (3 años)	25-4-24	120g/planta año (segmentado en tres porciones de 40g/cutrimstre)
3 (2 años)	DAP	100 g/planta/año (segmentado en dos o tres aplicaciones)
4 (1 año)	DAP	70 g/planta/año (segmentado en dos o tres aplicaciones)
5 (o años)	DAP-UREA	2 meses después de siembra: 15g UREA-DAP (3:1) 10 meses después de siembra: 20g UREA DAP (4:1)

Partiendo de la fertilización realizada anteriormente a los lotes, las deficiencias diagnosticadas en algunos de ellos y los datos que arrojaron los análisis físico-químicos del suelo, se presentan a continuación algunas propuestas de fertilización, algunas calculadas por el grupo de investigación con la metodología de tablas guía y otras investigadas con el fin de ampliar las posibilidades para el desarrollo de un adecuado plan de fertilización para la Granja San Fernando:

3.1 Recomendación general del departamento de extensión FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia) y comité de cafeteros Santander

Tabla 14. Recomendaciones FNC

Fecha de aplicación (después de siembra)	producto	Dosis
1 mes	urea	25g
4 meses	Nitromag y DAP	15g y 15g (30g en relación 1:1)
7 meses	Nitromag y DAP	24g y 11g (35g en relación 2:1)
14 meses	nitromag	50g
18 meses	hydran	50g
24 meses	hydran	200g
Cada año (particionado en 2 o 3 aplicaciones)	hydran	200g

3.2 cálculos realizados según tablas guía (boletín técnico de cenicafe #32):

Tabla 15. Cálculos realizados según boletín técnico de cenicafe #32

ANÁLISIS DE FERTILIZACIÓN POR LOTE DE ACUERDO A EL BOLETÍN TÉCNICO 32							
# lote		1	2	3	4	5	6
1	pH	4,2	4,3	4,2	3,9	4,4	3,8
	Ca meq/100g o cmolc/kg	1,07	2,86	0,4	0,4	1,6	0,1
	dosis recomendada	1200kg/Ha/2 años; 200g planta/2 años	1000kg/Ha/2años; 166g planta/2 años	1200kg/Ha/2años; 200g planta/2 años	1400kg/Ha/2años; 233g planta/2 años	480kg/Ha/2años; 80g planta/2 años	720kg/Ha/2años; 120g Hoyo/2 años
2	P ppm o mg/kg	93	168	126	128	254	2
	Mg meq/100g o cmolc/kg	0,34	0,84	0,2	0,3	0,6	0,1
	tipo de enmienda	cal dolomitica	cal dolomitica	cal dolomitica	cal dolomitica	cal dolomitica	Rocas fosforicas, aciduladas o escorias thomas con 10% o mas de fosforo asimilable (P2O5) o calfos

Continuación Tabla 15. Cálculos realizados según boletín técnico de cenicafe #32

3	MO %	1,74	1,49	3,3	4	3,6	3,7
	fertilizante	nitrogeno (N)	nitrogeno (N)	nitrogeno (N)	nitrogeno (N)	nitrogeno (N)	nitrogeno (N)
	dosis recomendada	300kg/Ha/año	300kg/Ha/año	300kg/Ha/año	300kg/Ha/año	14 mese despues de siembra: 14g. 18 meses despues de siembra: 16g	1 mese despues de siembra: 7g. 6 meses despues de siembra: 9g 10 meses despues de siembra: 12g
4	P ppm o mg/kg	93	168	126	128	254	2
	fertilizante	fosforo (P2O5)	fosforo (P2O5)	fosforo (P2O5)	fosforo (P2O5)	fosforo (P2O5)	fosforo (P2O5)
	dosis recomendada	0g	0g	0g	0g	0g	1 mese despues de siembra: 4g. 10 meses despues de siembra: 5g
5	K meq/100g o cmolc/kg	0,52	0,24	0,19	0,23	0,81	0,22
	fertilizante	potasio (K2O)	potasio (K2O)	potasio (K2O)	potasio (K2O)	potasio (K2O)	potasio (K2O)
	dosis recomendada	180kg/Ha/año	260kg/Ha/año	300kg/Ha/año	260kg/Ha/año	0kg/Ha/año	18 mese despues de siembra: 10g
5	Mg meq/100g o cmolc/kg	0,34	0,84	0,2	0,3	0,6	0,1
	fertilizante	Magnesio (MgO)	Magnesio (MgO)	Magnesio (MgO)	Magnesio (MgO)	Magnesio (MgO)	Magnesio (MgO)
	dosis recomendada	40kg/Ha/año	15kg/Ha/año	60kg/Ha/año	60kg/Ha/año	18 meses despues de siembra: 2-3g	18 meses despues de siembra: 2-3g

3.3 Según Abocol (Abonos Colombianos S.A.)

Tabla 16. Recomendaciones según Abocol

RECOMENDACIONES SEGÚN ABOCOL			
Lote	Edad (años)	Producto comercial	Dosis
1	6	Cal dolomítica(enmienda) Embajador (fertilizante) Nitrabor (fertilizante)	200g/plant/cada 6 meses 200g/planta/año 40g/planta/año
2	4	Cal dolomítica(enmienda) Embajador (fertilizante) Nitrabor (fertilizante)	200g/plant/cada 6 meses 200g/planta/año 40g/planta/año
3	3	Cal dolomítica(enmienda) Abotek (fertilizante) Nitromag (fertilizante)	200g/plant/cada 6 meses 180g/planta/año 40g/planta/año
4	2	Cal dolomítica(enmienda) Remital (fertilizante) Triple 15 (fertilizante) Nitromag (fertilizante)	200g/plant/cada 6 meses 80g/planta/año 50g/planta/año 20g/planta/año
5	1	Cal dolomítica(enmienda) Remital (fertilizante) Triple 15 (fertilizante) Nitromag (fertilizante)	200g/plant/cada 6 meses 80g/planta/año 50g/planta/año 20g/planta/año
6)	0	Cal dolomítica(enmienda) Rafos (fertilizante) Complex (fertilizante)	150g/plant/cada 6 meses 120g/planta/año 40g/planta/año

Nota: los fertilizantes se recomiendan repartir en 2 o 3 porciones en el año, excepto la fertilización de la nueva siembra, la cual debe fraccionarse en 4 partes en el año.

3.4 Planes de fertilización asequimagro (empresa especializada en fabricación de fertilizantes) con 4 opciones de fertilización para cada lote (opción 1: hidrosolubles sin cloruros. Opción 2: hidrosolubles con cloruros. Opción 3: organicominales. Opción 4: hidrosolubles intercalados)

Lote 6 (nueva siembra)



Servicio de
Análisis de Suelos

Fertilizantes -
Químicos -
Orgánico Mineral -
Líquidos -
Hidrosolubles -

PROPIETARIO	GONZALO MANCILLA
CULTIVO	CAFÉ SIEMBRA LOTE 6

OPCION 1 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES SIN CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Preparación	0,2 Kg de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / hueco	
A los 6 meses 100 gr y 1 Kg		
Cada 4 meses hasta el primer año	15 gr de Nutrivegetal Vegetativo grado 22-12-12-0,3(B)	Foliar Inicio 100 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses
2 año cada 4 meses	20 gr de Nutrivegetal Vegetativo	Foliar Magnesio 150 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses

OPCION 2 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES CON CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Preparación	0,2 Kg de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / hueco	
A los 6 meses 100 gr y 1 Kg		
Cada 4 meses hasta el primer año	15 gr de Nutrivegetal Floración grado 22-16-12-0,1(B)	Foliar Inicio 100 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses
2 año cada 4 meses	20 gr de Nutrivegetal Floración	Foliar Magnesio 150 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses

OPCION 3 FERTILIZANTES ORGANICOMINERALES		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Preparación	0,2 Kg de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / hueco	
A los 6 meses 50 gr y 0,5 Kg		
Cada 4 meses hasta el primer año	80 gr de Nutriorgánico Inicio grado 5-7-3-1,5(MgO)	Foliar Inicio 100 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses
2 año cada 4 meses	100 gr de Nutriorgánico Inicio	Foliar Magnesio 150 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses

OPCION 4 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES INTERCALADOS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Preparación	0,2 Kg de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / hueco	
A los 6 meses 100 gr y 1 Kg		
Cada 4 meses hasta el primer año	15 gr de Nutrivegetal Floración grado 22-16-12-0,1(B)	Foliar Inicio 100 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses
2 año cada 4 meses	20 gr de Nutrivegetal Vegetativo grado 22-12-12-0,3(B)	Foliar Magnesio 150 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses

Fca. Finca La Fortuna, Km 27 Vía al Mar Portachuelo - Rionegro
Telefax: 6450745 - Cels: 315 634 8697 - 315 635 5484

Figura 4. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 6

Lote 5 (1 año)



Asequimagro
Asesoría Química Agrícola

Servicio de
Análisis de Suelos

Fertilizantes •
Químicos •
Orgánico Mineral •
Líquidos •
Hidrosolubles •

PROYECTO: Fertilización y Manejo de Suelo

CULTIVO: CAFÉ EN CRECIMIENTO LOTE 5 1 AÑO

PROYECTO: Fertilización y Manejo de Suelo

Nit. 411-1999

OPCION 1 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES SIN CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Cada 6 meses	100 gr de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / planta	
Cada 4 meses hasta empezar floración	15 gr de Nutrivegetal Vegetativo grado 22-12-12-0,3(B) + 10 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,cada 3 meses
Después de Floración , 7 y 3 meses antes de cosecha	20 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Magnesio 150 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones

OPCION 2 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES CON CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Cada 6 meses	100 gr de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / planta	
Cada 4 meses hasta empezar floración	10 gr de Nutrivegetal Engruese grado 15-5-30 + 15 gr de Nutrivegetal Floración grado 22-16-12-0,1	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
Después de Floración , 7 y 3 meses antes de cosecha	20 gr de Nutrivegetal Engruese , más 7 gr de Sulfato de Magnesio	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 3 FERTILIZANTES ORGANICOMINERALES		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Cada 6 meses	100 gr de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / planta	
Cada 4 meses hasta empezar floración	60 gr de Nutriorgánico producción grado 3-3-9-1,5(MgO)-0,1(B) + 15 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
Después de Floración , 7 y 3 meses antes de cosecha	70 gr de Nutriorgánico producción más 7 gr de Sulfato de Magnesio	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 4 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES INTERCALADOS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Cada 6 meses	100 gr de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / planta	
Cada 4 meses hasta empezar floración	10 gr de Nutrivegetal Engruese grado 15-5-30 + 15 gr de Nutrivegetal Floración grado 22-16-12-0,1	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
Después de Floración , 7 y 3 meses antes de cosecha	20 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Magnesio 150 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones

Fca. Finca La Fortuna, Km 27 Vía al Mar Portachuelo - Rionegro
Telefax: 6450745 - Cels: 315 634 8697 - 315 635 5484

Figura 5. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 5

Lote 4 (2 años)



Servicio de
Análisis de Suelos

Fertilizantes -
Químicos -
Orgánico Mineral -
Líquidos -
Hidrosolubles -

PROPIETARIO	GONZALO MANCILLA
CULTIVO	CAFÉ EN PRODUCCION LOTE 4 2 AÑOS

OPCION 1 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES SIN CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,15 Kg de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	30 gr de Nutrivegetal producción grado 10-5-28-3(MgO)-0,1(B) + 15 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	30 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 2 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES CON CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,15 Kg de cal dolomita + 1 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal Engruese grado 15-5-30 + 10 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	30 gr de Nutrivegetal Engruese , más 7 gr de Nutrivegetal Menores	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 3 FERTILIZANTES ORGANICOMINERALES		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,1 Kg de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / planta .	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	150 gr de Nutriorgánico producción grado 3-3-9-1,5(MgO)-0,1(B), más 10 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	120 gr de Nutriorgánico producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 4 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES INTERCALADOS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,15 Kg de cal dolomita + 1 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal Especial grado 20-5-30 con Menores	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	30 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

Fca. Finca La Fortuna, Km 27 Vía al Mar Portachuelo - Rionegro
Telefax: 6450745 - Cels: 315 634 8697 - 315 635 5484

Figura 6. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 4

Lote 3 (3 años)



Servicio de
Análisis de Suelos

Fertilizantes.
Químicos.
Orgánico Mineral.
Líquidos.
Hidrosolubles.

PROPIETARIO	GONZALO MANCILLA
CULTIVO	CAFÉ EN PRODUCCION LOTE 3 3 AÑOS

OPCION 1 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES SIN CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,15 Kg de cal dolomita + 0,7 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	30 gr de Nutrivegetal producción grado 10-5-28-3(MgO)-0,1(B) + 15 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	40 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 2 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES CON CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,15 Kg de cal dolomita + 1 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal Engruese grado 15-5-30 + 10 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	40 gr de Nutrivegetal Engruese , más 12 gr de Sulfato de Magnesio	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 3 FERTILIZANTES ORGANICOMINERALES		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,1 Kg de cal dolomita + 0,5 Kg de materia orgánica compostada / planta .	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	150 gr de Nutriorgánico producción grado 3-3-9-1,5(MgO)-0,1(B), más 10 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	150 gr de Nutriorgánico producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 4 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES INTERCALADOS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,15 Kg de cal dolomita + 1 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal Especial grado 20-5-30 con Menores	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	40 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

Fca. Finca La Fortuna, Km 27 Vía al Mar Portachuelo - Rionegro
Telefax: 6450745 - Cels: 315 634 8697 - 315 635 5484

Figura 7. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 3

Lote 2 (4 años)



Servicio de
Análisis de Suelos

Fertilizantes -
Químicos -
Orgánico Mineral -
Líquidos -
Hidrosolubles -

PROPIETARIO	GONZALO MANCILLA
CULTIVO	CAFÉ EN PRODUCCION LOTE 2 4 AÑOS

OPCION 1 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES SIN CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal producción grado 10-5-28-3(MgO)-0,1(B) + 15 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	40 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 2 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES CON CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal Engruese grado 15-5-30 + 10 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	40 gr de Nutrivegetal Engruese , más 12 gr de Sulfato de Magnesio	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 3 FERTILIZANTES ORGANICOMINERALES		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	150 gr de Nutriorgánico producción grado 3-3-9-1,5(MgO)-0,1(B), más 20 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	150 gr de Nutriorgánico producción más 12 gr de Sulfato de Magnesio	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 4 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES INTERCALADOS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal Especial grado 20-5-30 con Menores	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	40 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

Fca. Finca La Fortuna, Km 27 Vía al Mar Portachuelo - Rionegro
Telefax: 6450745 - Cels: 315 634 8697 - 315 635 5484

Figura 8. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 2

Lote 1 (6 años)



Servicio de
Análisis de Suelos

Fertilizantes.
Químicos.
Orgánico Mineral.
Líquidos.
Hidrosolubles.

PROPIETARIO	GONZALO MANCILLA
CULTIVO	CAFÉ EN PRODUCCION LOTE 1, 6 AÑOS

OPCION 1 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES SIN CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	25 gr de Nutrivegetal producción grado 10-5-28-3(MgO)-0,1(B) + 15 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	30 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 2 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES CON CLORUROS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	25 gr de Nutrivegetal Engruese grado 15-5-30 + 10 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	30 gr de Nutrivegetal Engruese , más 12 gr de Sulfato de Magnesio	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 3 FERTILIZANTES ORGANICOMINERALES		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	100 gr de Nutriorgánico producción grado 3-3-9-1,5(MgO)-0,1(B), más 20 gr de Urea	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	120 gr de Nutriorgánico producción más 12 gr de Sulfato de Magnesio	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

OPCION 4 FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES INTERCALADOS		
EPOCA	FERTILIZANTE RADICULAR	FOLIAR
Después de cosecha	0,25 Kg de cal dolomita + 1,5 Kg de materia orgánica compostada / planta.	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 7 meses de cosecha y ,aproximadamente 1 mes después de la orgánica	40 gr de Nutrivegetal Especial grado 20-5-30 con Menores	Foliar Magnesio 200 ml + 20 ml de coadyuvante /bomba ,2 aplicaciones
A 3 meses de cosecha	30 gr de Nutrivegetal producción	Foliar Producción 150 gr + 20 ml de coadyuvante /bomba ,1 aplicación

Fca. Finca La Fortuna, Km 27 Vía al Mar Portachuelo - Rionegro
Telefax: 6450745 - Cels: 315 634 8697 - 315 635 5484

Figura 9. 4 Opciones de fertilización Asequimagro lote 1

- ❖ **Análisis del impacto económico del plan de fertilización:** se realizará un análisis de costos de fertilizantes, costo de jornales y tiempos y movimientos para cada caso, con el fin de estimar los costos para cada plan de fertilización ofertado mejorar la capacidad de toma de decisión.

Tabla 17. Características de los fertilizantes comerciales utilizados y otros costos

CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES COMERCIALES UTILIZADOS Y OTROS COSTOS		
ASEQUIMAGRO	composicion	PRECIO kilo/litro
Materia orgánica		\$250
nutrivegetal Vegetativo	22-12-12-0-3(B)	\$3.000
nutrivegetal Floración	22-16-12-0-1(B)	\$2.000
nutrivegetal producción	10-5-28-3(MgO)-0,1(B)	\$3.320
foliar magnesio		\$4.737
foliar produccion	12-0-45	\$9.250
foliar inicio	23-23-16-0,6(B)	\$10.250
coadyuvante perfeccionador		\$20.000
nutrivegetal engruese	15-5-30	\$1.750
nutrivegetal inicio	11-27-12-2(MgO)-0,1(B)	\$3.400
nutrivegetal menores		\$7.000
nutriorganico inicio	5-7-3-1(MgO)	\$760
nutriorganico produccion	3-3-9-1,5(MgO)	\$740
nutrivegetal especial	20-5-30	\$1.875
sulfato de magnesio	S20%, MgO25%	\$1.600

Continuación **Tabla 17.** Características de los fertilizantes comerciales utilizados y otros costos

ABOCOL		
Cal dolomita	CaO32%, MgO17,5%, P1%	\$300
Embajador	20-4-18-3	\$1.480
Nitrabor	N15%, CaO26%, B0,3%	\$1.460
Abotek	15-4-23-4	\$1.480
Nitromag	N21%, CaO11%, MgO7,5%	\$1.480
Remital	17-6-18-2	\$1.460
Triple 15	15-15-15	\$1.520
Rafos	12-24-12-2	\$1.600
complex	12-11-18+So3,MgO	\$1.500
FNC		
nitromag	N21%, CaO11%, MgO7.5%	\$1.460
DAP	N18%, P46%	\$1.600
hydran	N19%, P4%, K19%, MgO3%, S1,8%, B0,1%, Zn0,1%	\$1.520
urea	N46%	\$1.480
Otros costos		
Jornal		\$ 27.000
4 jornales x lote		\$ 108.000

Costos por Aplicación de Fertilización**Tabla 18.** Costos fertilización FCN

FNC			
LOTE 1			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
hydran	200	1200	\$ 1.824.000
LOTE 2			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
hydran	200	1200	\$ 1.824.000
LOTE 3			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
hydran	200	1200	\$ 1.824.000
LOTE 4			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
hydran	250	1500	\$ 2.280.000
nitromag	50	300	\$ 438.000
			\$ 2.718.000
LOTE 5			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
DAP	26	156	\$ 249.600
urea	25	150	\$ 222.000
nitromag	39	234	\$ 341.640
			\$ 813.240
Total lotes			\$ 9.651.240

Tabla 19. Costos fertilización Abocol

ABOCOL			
LOTE 1			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	400	2400	\$ 720.000
Embajador	200	1200	\$ 1.776.000
Nitrabor	40	240	\$ 350.400
			\$ 2.846.400
LOTE 2			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	400	2400	\$ 720.000
Embajador	200	1200	\$ 1.776.000
Nitrabor	40	240	\$ 350.400
			\$ 2.846.400
LOTE 3			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	400	2400	\$ 720.000
Abotek	180	1080	\$ 1.598.400
Nitromag	40	240	\$ 355.200
			\$ 2.673.600
LOTE 4			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	400	2400	\$ 720.000
Remital	80	480	\$ 700.800
Triple 15	50	300	\$ 456.000
Nitromag	20	120	\$ 177.600
			\$ 2.054.400
LOTE 5			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	400	2400	\$ 720.000
Remital	80	480	\$ 700.800
Triple 15	50	300	\$ 456.000
Nitromag	20	120	\$ 177.600
			\$ 2.054.400
LOTE 6			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	300	1800	\$ 540.000
Rafos	120	720	\$ 1.152.000
complex	40	240	\$ 360.000
			\$ 2.052.000
Total lotes			\$ 15.175.200

Tabla 20. Costos fertilización Asequimagro hidrosolubles sin cloruro

ASEQUIMAGRO opción 1 SIN CLORUROS			
LOTE 1			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal producción	55	330	\$ 1.095.600
urea	15	90	\$ 133.200
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.935.977
LOTE 2			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal producción	80	480	\$ 1.593.600
urea	15	90	\$ 133.200
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 4.433.977
LOTE 3			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	150	900	\$ 270.000
materia orgánica	700	4200	\$ 1.050.000
nutrivegetal producción	70	420	\$ 1.394.400
urea	15	90	\$ 133.200
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 2.854.777

Continuación Tabla 20. Costos fertilización Asequimagro hidrosolubles sin cloruro

LOTE 4			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	150	900	\$ 270.000
materia orgánica	500	3000	\$ 750.000
nutrivegetal producción	60	360	\$ 1.195.200
urea	15	90	\$ 133.200
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 2.355.577
LOTE 5			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	200	1200	\$ 360.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutrivegetal producción	70	420	\$ 1.394.400
nutrivegetal vegetativo	45	270	\$ 810.000
foliar magnesio	1100	1,1	\$ 5.211
coadyuvante	120	0,1	\$ 2.400
			\$ 4.072.011
LOTE 6			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	300	1800	\$ 540.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal vegetativo	85	510	\$ 1.530.000
foliar inicio	400	0,4	\$ 4.100
foliar magnesio	600	0,6	\$ 2.842
coadyuvante	120	0,1	\$ 2.400
			\$ 4.329.342
Total lotes			\$ 22.629.661

Tabla 21. Costos fertilización Asequimagro hidrosolubles con cloruro

ASEQUIMAGRO opción 2 CON CLORUROS			
LOTE 1			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal engruese	55	330	\$ 1.095.600
sulfato de magnesio	12	72	\$ 106.560
urea	10	60	\$ 88.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.998.137
LOTE 2			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal engruese	80	480	\$ 1.593.600
sulfato de magnesio	12	72	\$ 106.560
urea	10	60	\$ 88.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 4.496.137
LOTE 3			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	150	900	\$ 270.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutrivegetal engruese	80	480	\$ 1.593.600
sulfato de magnesio	12	72	\$ 106.560
urea	10	60	\$ 88.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.566.137

Continuación **Tabla 21.** Costos fertilización Asequimagro hidrosolubles con clocuro

LOTE 4			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	150	900	\$ 270.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutrivegetal engruese	70	420	\$ 1.394.400
nutrivegetal menores	7	42	\$ 294.000
urea	10	60	\$ 88.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.554.377
LOTE 5			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	200	1200	\$ 360.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutrivegetal engruese	70	420	\$ 1.394.400
sulfato de magnesio	14	84	\$ 124.320
nutrivegetal floración	45	270	\$ 540.000
foliar magnesio	400	0,4	\$ 1.895
foliar producción	150	0,2	\$ 1.388
coadyuvante	60	0,1	\$ 1.200
			\$ 3.923.202
LOTE 6			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	300	1800	\$ 540.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal floración	85	510	\$ 1.020.000
foliar inicio	400	0,4	\$ 4.100
foliar magnesio	600	0,6	\$ 2.842
coadyuvante	120	0,1	\$ 2.400
			\$ 3.819.342
Total lotes			\$ 24.005.333

Tabla 22. Costos fertilización Asequimagro mineralorganicos

ASEQUIMAGRO opción 3 ORGANICOMINERALES			
LOTE 1			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutriorganico producción	220	1320	\$ 976.800
urea	20	120	\$ 177.600
sulfato de magnesio	12	72	\$ 106.560
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.968.138
LOTE 2			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutriorganico producción	300	1800	\$ 1.332.000
urea	20	120	\$ 177.600
sulfato de magnesio	12	72	\$ 106.560
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 4.323.338
LOTE 3			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	1000	6000	\$ 1.800.000
materia orgánica	500	3000	\$ 750.000
nutriorganico producción	300	1800	\$ 1.332.000
urea	10	60	\$ 88.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.977.978

Continuación Tabla 22. Costos fertilización Asequimagro mineralorganicos

LOTE 4			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	100	600	\$ 180.000
materia orgánica	500	3000	\$ 750.000
nutriorganico producción	270	1620	\$ 1.198.800
urea	10	60	\$ 88.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 2.224.778
LOTE 5			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	200	1200	\$ 360.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutriorganico producción	350	2100	\$ 1.554.000
urea	45	270	\$ 399.600
sulfato de magnesio	14	84	\$ 124.320
foliar magnesio	400	0,4	\$ 1.895
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	60	0,1	\$ 1.200
			\$ 4.692.404
LOTE 6			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutriorganico inicio	440	2640	\$ 2.006.400
foliar inicio	400	0,4	\$ 4.100
foliar magnesio	600	0,6	\$ 2.842
coadyuvante	120	0,1	\$ 2.400
			\$ 3.965.742
Total lotes			\$ 23.800.380

Tabla 23. Costos fertilización Asequimagro intercalados

ASEQUIMAGRO opción 4 INTERCALADOS			
LOTE 1			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal especial	40	240	\$ 450.000
nutrivegetal producción	30	180	\$ 597.600
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.754.778
LOTE 2			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	250	1500	\$ 450.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal especial	40	240	\$ 450.000
nutrivegetal producción	40	240	\$ 796.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.953.978
LOTE 3			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	150	900	\$ 270.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutrivegetal especial	40	240	\$ 450.000
nutrivegetal producción	40	240	\$ 796.800
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 3.023.978

Continuación **Tabla 23.** Costos fertilización Asequimagro intercalados

LOTE 4			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	150	900	\$ 270.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutrivegetal especial	40	240	\$ 450.000
nutrivegetal producción	30	180	\$ 597.600
foliar magnesio	800	0,8	\$ 3.790
foliar producción	150	0,2	\$ 1.389
coadyuvante	100	0,1	\$ 2.000
			\$ 2.824.778
LOTE 5			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	200	1200	\$ 360.000
materia orgánica	1000	6000	\$ 1.500.000
nutrivegetal engruese	30	180	\$ 315.000
nutrivegetal floración	45	270	\$ 540.000
nutrivegetal producción	40	240	\$ 796.800
foliar magnesio	700	0,7	\$ 3.316
coadyuvante	80	0,1	\$ 1.600
			\$ 3.516.716
LOTE 6			
PRODUCTO	DOSIS gr/kg	kg en (6000) plantas	TOTAL
Cal dolomita	300	1800	\$ 540.000
materia orgánica	1500	9000	\$ 2.250.000
nutrivegetal floración	45	270	\$ 540.000
nutrivegetal vegetativo	40	240	\$ 720.000
foliar inicio	400	0,4	\$ 4.100
foliar magnesio	600	0,6	\$ 2.842
coadyuvante	120	0,1	\$ 2.400
			\$ 4.059.342
Total lotes			\$ 21.781.572

Tabla 24. Análisis de costos

COSTOS DE LOS DIFERENTES PLANES DE FERTILIZACION								
EMPRESA	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4	LOTE 5	LOTE 6	APLICACION	TOTAL
FNC	\$ 1.824.000	\$ 1.824.000	\$1.824.000	\$2.718.000	\$813.240		\$648.000	\$ 9.651.240
ABOCOL	\$ 2.846.400	\$ 2.846.400	\$2.673.600	\$2.054.400	\$2.054.400	\$2.052.000	\$648.000	\$15.175.200
ASEQUIMAGRO opción 1 SIN CLORUROS	\$ 3.935.977	\$ 4.433.977	\$2.854.777	\$2.355.577	\$4.072.011	\$4.329.342	\$ 648.000	\$22.629.661
ASEQUIMAGRO opción 2 CON CLORUROS	\$ 3.998.137	\$ 4.496.137	\$3.566.137	\$3.554.377	\$3.923.202	\$3.819.342	\$ 648.000	\$24.005.333
ASEQUIMAGRO opción 3 ORGANICO - MINERALES	\$ 3.968.138	\$ 4.323.338	\$3.977.978	\$2.224.778	\$4.602.404	\$3.965.742	\$ 648.000	\$23.800.380
ASEQUIMAGRO opción 4 INTERCALADOS	\$ 3.754.778	\$ 3.953.978	\$3.023.978	\$2.824.778	\$3.516.716	\$4.059.342	\$ 648.000	\$ 21.781.572
APICACIONES (4 JORNALLES X LOTE)								

6. Impacto de la Mejora

Diseño del plan y cronogramas de fertilización: en esta etapa se simplificó la información de acuerdo a los cálculos realizados y la información analizada, con el fin de ofrecerle a la granja una herramienta confiable y de fácil aplicación, donde se explique la cantidad de abono por lote, por planta, el tipo de abono y las épocas en que debe aplicarse teniendo en cuenta los tiempos y movimientos.

Se seleccionó utilizar el plan de fertilización diseñado por asequimagro opción 1 sin cloruros debido a los siguientes factores:

- Las necesidades edáficas analizadas según las tablas de comparación del avance técnico # 32 de cenicafe, coinciden con los elementos que pretende suplir este plan de acuerdo a las edades y las dosificaciones de los lotes.
- El plan está muy bien diseñado debido a que no solo coincide en parte con los periodos de lluvia ideales para la fertilización, sino que también está diseñado para suplir necesidades específicas en algunos momentos fenológicos de la planta (floración, llenado de fruto), estimulando dichos procesos.
- Esta fraccionado en dos aplicaciones lo cual hace que sea más económico.
- No se cruza con periodos críticos de labores, como la cosecha al final de año.
- No tiene cloruros, así que no saliniza el suelo.

- Es 100% hidrosoluble, lo cual evita pérdidas por evaporación y hace que sea más asimilable para la planta en un porcentaje mayor, no deja trazas en el suelo.
- Puede aplicarse en épocas de verano, siendo soluble con pocas cantidades de agua o lloviznas pequeñas.
- Estos fertilizantes vienen más equilibrados desde el punto de vista químico y para la planta, teniendo los elementos dispuestos de varias formas para mayor asimilación de las plantas.
- Por su mayor porcentaje de asimilación, las dosis de uso son menores, lo cual evita costos.
- Mayor respuesta a floración y fructificación debido a la aplicación de foliares e hidrosolubles, y a su vez se espera menor presencia de deficiencias por elementos menores.

7. Conclusiones

- El plan de nutrición que se selecciono es muy similar en algunos aspectos entre un lote y otro, teniendo en cuenta que en general las condiciones del suelo varían ligeramente y que casi todos los lotes se encuentran en la misma etapa o ciclo fenológico reproductivo (producción).
- El nuevo plan nutricional que fue seleccionado para la granja San Fernando, responde a las necesidades del cultivo teniendo en cuenta las variables: edad de las plantas y ciclo vegetativo de los lotes, cantidad de elementos disponibles en el suelo y los requerimientos nutricionales promedio del café, densidad de sombra, tipo de suelo, clima, entre otros; pero principalmente tiene en cuenta las necesidades de micronutrientes por parte de la planta, lo cuales se consideran importantes para algunas funciones básicas como la floración y la fructificación; por lo tanto se espera una respuesta positiva a nivel productivo y de calidad a diferencia de los demás planes evaluados.
- La diferencia entre un plan de fertilización y un plan de nutrición es que se tienen en cuenta todas las variables que inciden en el proceso de que la planta tome el nutriente, variables como el ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿cuánto?, ¿cómo?, ¿qué?, entre otros.
- El plan de nutrición seleccionado tiene una inversión alta a comparación de los planes de fertilización convencionales como el que se aplicaba anteriormente en la

unidad productiva intervenida, pero realmente se espera que este sea más eficaz desde el punto de vista de la toma de nutrientes por parte de la planta y haya una mejora desde el punto de vista de la calidad fitosanitaria del cultivo, reflejando dicho costo en la cantidad y calidad producida del grano en un periodo de un año (siguiente cosecha), se requiere de otro estudio aparte que evalúe dicho impacto.

Referencias Bibliográficas

- Castro H, 1998. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas, manual Técnico. Instituto Universitario Juan de Castellanos, Tunja. Editorial Produmedios, Santafé de Bogotá.
- COOPRONARANJO R.L, II Cumbre cooperativa de las américas. Fecha de consulta: 18 de Marzo 2015. Disponible en: <http://www.aciamericas.coop/IMG/pdf/jchavez.pdf>.
- CENICAFE, 2008. Boletín técnico N° 32, Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia.
- FNC-CENICAFE, 2013. Manual del cafetero colombiano, investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo 2. Editorial LEGIS. Chinchiná. Colombia.
- INFOBAE en línea, Actualizada: 16 de Enero 2014. Fecha de consulta: 18 de marzo 2015. Disponible en: <http://www.infobae.com/2014/01/16/1537465-que-paises-son-los-mayores-consumidores-cafe-el-mundo>
- Perfetti Juan Jose et al, 2012. Costos de producción de doce productos agropecuarios. Fecha de consulta; 21 de julio 2015. Disponible en: http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2013/02/IF-Costos-agropecuarios_FINAL.pdf