EFECTO DE LA FERTILIZACION EN DOS ECOTIPOS DE MORA (RUBUS SP) Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO EN ANDISOLES

BEATRIZ ARTUNDUAGA BERMEO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

COORDINACION GENERAL DE POSTGRADOS

PALMIRA

2010

EFECTO DE LA FERTILIZACION EN DOS ECOTIPOS DE MORA (RUBUS SP) Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO EN ANDISOLES

BEATRIZ ARTUNDUAGA BERMEO

Trabajo de grado para optar al título de Magister en ciencias agrarias líneas de investigación en suelos

DIRIGIDO POR:

Ph.D JUAN CARLOS MENJIVAR FLORES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

COORDINACION GENERAL DE POSTGRADOS

PALMIRA

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE PALMIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ACTA DE JURADO DE TESIS

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
LINEA DE INVESTIGACIÓN SUELOS

En Palmira a los 01 días del mes de Diciembre de 2010, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador de Tesis, integrado por los doctores HERNEY DARIO VASQUEZ AMARILES y CARLOS ALBERTO ESCOBAR CHALARCA

Para calificar la Tesis de Grado de:

BEATRIZ ARTUNDUAGA BERMEO

Titulada:

"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN DOS ECOTIPOS DE MORA (Rubus sp.) Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO EN ANDISOLES" bajo la dirección de Juan Carlos Menjivar Flores, Ph.D.

Después de oír el informe del jurado evaluador compuesto por los docentes HERNEY DARIO VASQUEZ AMARILES y CARLOS ALBERTO ESCOBAR CHALARCA, y de haber cumplido con el proceso de evaluación, la tesis fue calificada como:

APROBADA _X_

REPROBADA ____

HERNEY DARIO VASQUEZ A.

CARLOS ALBERTO ESCOBAR CH.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis hijos, Juan Diego, Edna Julieth y Laura Valentina, a quienes agradezco de todo corazón, por su amor, cariño y comprensión, porque son sin duda mi referencia para el presente y para el futuro

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por llenar mi vida de dicha y bendiciones, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida y lograr otra meta más en mi carrera.

Agradezco a mi madre por la compañía y el apoyo que me brinda. Se que cuento con ella siempre.

Agradezco a Carlos, por el apoyo, compresión y amor que me permite sentir poder lograr lo que me proponga. Gracias por escucharme y por sus consejos.

Agradezco a mi director de Tesis Dr. Juan Carlos Menjivar su esfuerzo y dedicación, su forma de trabajar, sus consejos, paciencia y opiniones sirvieron para alcanzar metas propuestas dentro del proyecto de investigación.

Agradezco a mis jurados de tesis Dr. Carlos Alberto Escobar y Herney darío Vasquez por su disposición y ayuda brindada.

Y por último, pero no menos importante, estaré eternamente agradecida con Tania María y Leila Durán. Para mi son las mejores amigas que se pueden tener me han ayudado en momentos muy críticos de la Tesis.

La facultad y los jurados de tesis

no se harán responsables de las ideas

emitidas por el autor.

Articulo 24, resolución 04 de 1974

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCION 14

1. PROBLEMA……16

2. OBJETIVOS……17

2.1 GENERAL……17

2.2 ESPECIFICO……17

3. MARCO TEORICO……18

3.1 GENERALIDADES……18

3.1.1 Híbridos……19

3.2 PRODUCCION Y COMERCIALIZACION……20

3.3 PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS……22

3.4 EXPORTACIONES COLOMBIANAS……23

3.5 CONSUMO……23

3.6 NUTRICION Y FERTILIZACION……24

3.6.1 Características edáficas……24
3.6.2 Fertilización de la mora……24
3.6.3 Los nutrientes del suelo……28
3.6.4 Fertilizante……30

4 MATERIALES Y METODOS……31

4.1 LOCALIZACION……31

4.2 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS……32

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL……32

4.3.1 Descripción de los tratamientos……32
4.3.2 Conducción del experimento……35
4.3.3 Descripción de las unidades experimentales……37

4.4 VARIABLES DE RESPUESTA Y TECNICAS PARA SU DETERMINACION……37

4.5 ANALISIS DE LA INFORMACION……39

5 RESULTADOS Y DISCUSION……40

5.1 CARACTERISTICAS DEL SUELO……40

5.2 RELACIÓN NUTRIENTES EN EL SUELO……42

5.3 SELECCIÓN PRELIMINAR DE LOS MEJORES RESULTADOS……44

5.4 DESCRIPCION DE LOS ECOTIPOS DE MORA UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACION……44

5.5 NUTRIENTES FOLIARES EN LOS CULTIVOS DE MORA……45

5.6 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE EXTRACCION DE NUTRIENTES POR FRUTO……47

5.6.1 Relación entre nutrientes extraídos en fruto……52

5.7 ANALISIS DEL RENDIMIENTO……53

5.7.1 Niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y su relación con el Rendimiento……54

5.8 EFICIENCIA AGRONOMICA……56

5.9 EFICIENCIA FISIOLOGICA……59

6. CONCLUSIONES……60

BIBLIOGRAFIA……61

ANEXOS ……63

LISTA DE FIGURAS

pág.

FIGURA 1. Principales zonas prductoras……..22

FIGURA 2. Macrolocalización……31

FIGURA 3. Relación nutrientes en el suelo……43

FIGURA 4. Concentración de nutrientes en hoja de mora antes y después de realizar la aplicación de los niveles de tratamiento……46

FIGURA 5. Relación entre concentración de nutrientes en la hoja de mora Antes y después de realizar la aplicación de los niveles de tratamiento…….47

FIGURA 6. Extracción de nutrientes por fruto para ambos ecotipos e mora……..51

FIGURA 7. Relación entre concentración de nutrientes extrídos en fruto……..52

FIGURA 8. Rendimiento en Tn/ha^{-1}……..54

FIGURA 9. Eficiencia agronomica en los ecotipos mora……58

LISTA DE ANEXOS

pág

ANEXO A. Análisis de suelos……63

GLOSARIO

Fertilización**:** se designa al proceso a través del cual se preparará a la tierra añadiéndole diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra y la plantación de semillas.

Fertilizante: todos aquellos productos que de un modo u otro sirven para dar fertilidad a la tierra o alguna otra superficie orgánica.

Ecotipo: Subespecies especialmente adaptadas a un conjunto especifico de condiciones ambientales.

Rendimento: Producto o utilidad que rinde o da una persona o cosa

Mora: Fruto, de figura ovalada formada por globulillos carnosos, blandos, agridulces y de color morado.

Eficiencia Agronómica (EA): Indica la cantidad de biomasa cosechable (cantidad De frutos en peso) producida por cada Kilogramo de fertilizante aplicado.

Eficiencia Fisiológica (EF): indica la cantidad de biomasa cosechable producida por cada Kilogramo de Nitrógeno absorbido, derivado del fertilizante aplicado.

Requerimiento: Necesidad o solicitud.

RESUMEN

Se evaluó el rendimiento de dos ecotipos de mora (rubus sp) en suelos clasificados como andisoles, suelos derivados de cenizas volcánicas de ladera en dos fincas (El Mirador e Inés) en Córdoba departamento del Quindío, utilizando tres fertilizantes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) en diferentes niveles de aplicación, parámetros de rendimiento, eficiencia agronómica y fisiológica. Se utilizó un diseño completamente al azar con 48 tratamientos y cuatro repeticiones. Los niveles de aplicación de los diferentes fertilizantes y su relación afectan el rendimiento en producción. Con relación a la eficiencia agronómica se determino que los niveles de nutrientes aplicados mejoro esta eficiencia y que los ecotipos de mora sin espinas tuvieron mayor eficiencia agronómica con 91,7 Kg de rendimiento por kg de Nitrógeno aplicado, 91,7 kg de rendimiento por kg de Fósforo aplicado. En la eficiencia fisiológica, el ecotipo mora sin espinas presentó la mayor eficiencia fisiológica en cada uno de los fertilizantes aplicados

La correlación entre parámetros indico que el fertilizante aplicado y extraído por la planta influye significativamente en el rendimiento.

Palabras Claves: Fertilización, rendimiento, Rubus sp.

SUMMARY

The performance of two blackberry echo types its been evaluated (*Rubus sp*) in fields classified as andisoles, this fields are derivated of volcanic ashes in two farms (El Mirador e Inés) in Cordoba, Quindío department, using three fertilizers (Nitgrogen, Phosphorus, Potassium) in different application levels, performance parameters, agronomic eficency, and physiology it is been used a radom design with 48 treatments and four repetitions. The aplication levels in the different fertilizer and their relation effect the performance in the production. About the agronomic eficiency it is been determined that the applied lecels improved the efficiency and the blackberry echotypes without thorns had most efficiency with 91,7 kg of output by each kg of Nitrogen applied, 91,7 of output by each kg phosphorus applied, in the physiological efficiency, the blackberry without thorns echotype showed the most efficiency in each of the fertilizer applied.

The correlation between parameters showed that the fertilizer applied and extracted by the plant changes the output significanthy.

Keywords: Fertilization, output, *Rubus sp.*

INTRODUCCIÓN

La mora fruta de gran aceptación para el consumo en fresco y procesado por su exquisito sabor y la facilidad de la agroindustrialización. Es muy apetecida por parte de los consumidores tanto nacionales como extranjeros, rica en minerales y vitaminas con propiedades medicinales, es muy perecedera, por lo tanto requiere de especiales cuidados durante la cosecha y el transporte.

Debido al alto consumo, la producción nacional en áreas cosechadas han aumentado de 4711 ha sembradas para 1992 a 6918 ha sembradas para el año 1999, (Pulpas y Frutas Tropicales, Universidad de Antioquia), se considera que siga igual su comportamiento debido a que el consumo de mora por parte de la industria de los jugos crecerá para los próximos años el 10% anual. Actualmente este mercado consume 3.600 toneladas de mora /año, siendo factible penetrar el 20% de este mercado, es decir, 720 toneladas que equivalen a siembras aproximadas de 72 hectáreas con un rendimiento promedio por hectárea de 10 ton/año de fruta fresca.(Universidad de Antioquia)

La mora en Colombia es un producto que no presenta consumo como fruta fresca (en la mesa), normalmente es consumida por los hogares pero para la elaboración de jugos y dulces. La mora es utilizada también por la industria procesadora de fruta para la elaboración de jugos, néctares, pulpas y concentrados, además se utiliza en pastelería. Una de las oportunidades de demanda que tiene la mora, se ha consolidado debido a que hay una tradición de uso en E.U donde tienen buenas perspectivas de ventas si se conserva la calidad y se ofrecen buenos precios, por lo anterior Colombia actualmente ocupa el segundo puesto en exportación de moras.

Frutal cultivado en las regiones frías, esta especie vegetal tiene sus propias exigencias nutritivas factor importante para determinar la cantidad y calidad en la producción de moras, por ello es necesario establecer las condiciones de fertilidad bajo las cuales el cultivo expresa eficientemente su potencial productivo, logrando con esto la dosis adecuadas de aplicación al cultivo lo que generaría beneficios económicos para el agricultor al obtener mayor rentabilidad y bajar costos de mano de obra y compra de fertilizantes, a la vez evita sub o sobre dosificación, lo que generaría pérdida para el agricultor dando como resultado un

cultivo económicamente sostenible y ecológicamente viable aportando alimentos más sanos para el consumo de las personas.

Los resultados de investigaciones en fertilidad de suelos destinados a este cultivo son escasos lo que conlleva a un desconocimiento de requerimientos nutricionales y su impacto en la producción, aunado a esto la gran demanda nacional e internacional del producto por considerarse fruta tropical, llevan a la necesidad de determinar los requerimientos nutricionales asociados al cultivo y específicamente a la productividad creando así conocimientos que ayuden rendimiento del cultivo.

1. PROBLEMA

El marco teórico del manejo de frutas (G*laucus sp*) en Colombia incluye una producción agrícola con tradición de monocultivo, una población rural cada vez más escasa y un mercado interno en crecimiento, insatisfecho, exigente y tentado por los mercados de apertura. Estos, entre otros factores, deben convocar a la comunidad científica, a la estructura gubernamental a consolidar esfuerzos independientes o interdependientes orientados hacia el desarrollo y la adopción de nuevos sistemas investigativos y productivos que generen ventajas competitivas.

Las principales zonas productoras de mora son Cundinamarca, Tolima, Cauca, Valle, Huila, Antioquia aportan 42.680 Ton/año las cuales Cundinamarca es el mayor productor con una participación de 38% de la producción nacional. **(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.)**

En el año de 1985 el consumo per cápita de mora se estimó 1.61 kilogramos lo que equivaldría a 45.000 toneladas aproximadamente. Proyectando el mismo consumo per cápita a la fecha, estaríamos en el orden de las 60.000 toneladas aproximadamente. Se debe tener en cuenta que la mora sigue siendo un producto escaso durante la mayor parte del año, lo que significa que existe un amplio margen de demanda insatisfecha (Universidad de Antioquia, 1996).

Además si tenemos en cuenta el re ordenamiento de la nación y la integración comercial con otros países la política del sector agrícola se transforma y surge la necesidad de la iniciativa orientada hacia la calidad y la competitividad de los mercados, por ello el sector académico se ha propuesto liderar proyectos de investigación aplicada a optimizar las labores de fertilización donde indique los requerimientos nutricionales de mora que incrementen la rentabilidad en los cultivos comerciales y disminuya costos, siendo así cultivos de producción de fruta tropical desde Colombia hacia mercados internacionales.

Se hace mas critica la situación si vemos que en Colombia la teoría sobre fertilización de cultivos de mora es deficiente, la información es muy general y las labores de fertilización aplicadas al cultivo son empíricas por lo que se considera oportuno y pertinente brindar información sustentada en investigación sobre los requerimientos nutricionales de la mora.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la respuesta de dos ecotipos de mora (Rubus sp) a la fertilización con elementos mayores y su relación con el rendimiento en andisoles.

2.2 OBEJETIVOS ESPECIFICOS:

Evaluar diferentes niveles de Nitrógeno, Fosforo, Potasio y su relación con el rendimiento en dos ecotipos de mora.

Evaluar eficiencia agronómica y fisiológica de cada una de los ecotipos en función de los niveles aplicados.

Determinar los posibles requerimientos de Nitrógeno, Fosforo, Potasio de dos ecotipos en función de los resultados obtenidos.

3. MARCO TEORICO

Actualmente en Colombia la mora es considerada un cultivo promisorio como alternativa para la diversificación de los productores cafeteros. El cultivo de la mora constituye en muchas regiones una de las principales fuentes de ingresos, empleo rural, oferta de alimento e industria. Sin embargo, a pesar de su riqueza y gran potencial, esta especie se ha estudiado muy poco y no ha adquirido el grado de importancia esperado, debido a la dependencia de un número reducido de variedades y al interés por ayudar a desarrollar este sector.

3.1 GENERALIDADES

La mora *Rubus glaucus Benth,* pertenece a un género con aproximadamente 350 especies en todo el mundo y su orden taxonómica corresponde a:

División: Espermatofita

Tipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Dialipétala

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Rubus glaucus*

Nombre común: Mora de castilla, mora

La mora de castilla, es originada de las zonas altas tropicales de América, ubicadas en la zona andina de Colombia, Ecuador y otros países

centroamericanos como panamá, Guatemala, honduras, el salvador (Popenoe et al, 1989), es la más importante a nivel comercial en América, siendo posiblemente una selección derivada de plantas silvestres (Erazo 1998).

Actualmente en Colombia se encuentra cultivada en la zona del eje cafetero, Cundinamarca, Santander, Valle, Huila, Antioquia, Tolima (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1998). El cultivo se establece entre los 1700 y 3200 m.s.n.m con temperaturas entre 11 y 18 ºC. En zonas donde la humedad relativa es superior al 87% el cultivo presenta problemas fitosanitarios y en zonas muy altas (páramos) los frutos tienden a ser pequeños. (Varón y Villamarín, y Cadena et al, 1999)

Aparte de la mora de castilla, en Colombia se cultiva:

Rubus bogotensis HBK.

Rubus giganteus Benth.

Rubus megalococus.

Rubus rubigenus.

Rubus notingensis.

Rubus porphyromallus.

Rubus floribundus.

3.1.1 Híbridos.

Existen muchos híbridos (resultado de cruces dirigidos) con espinas y sin espinas, sobre algunos se dice que tienen uso muy limitado porque sus rendimientos no son competitivos.

3.2 PRODUCCIÓN Y COMERCIO

En los últimos años, el consumo de mora, tanto fresca como congelada y procesada, ha presentado un comportamiento creciente tanto en el mercado nacional como en el internacional. En el mercado internacional la mora se comercializa como fruta de mesa y como materia prima de uso industrial; en Colombia la producción se destina al consumo doméstico (para elaboración de jugos) y al procesamiento industrial, debido al menor contenido de sólidos solubles y el sabor maderable que presenta la mora de Castilla. A continuación se presenta un análisis sobre el comportamiento de la producción y el mercado de la mora. De la misma manera, se identifican los aspectos relacionados con el proceso de comercialización, el consumo y la calidad del producto y las principales amenazas y oportunidades de la producción de mora.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la producción de mora en Colombia creció de 20.000 toneladas/año en 1992 a 90.000 toneladas/año en 2008; en este mismo periodo de tiempo aumentó el área sembrada en mora de 3.000 hectáreas a 10.500 hectáreas. Por el contrario, el rendimiento se ha mantenido alrededor de 8 ton/Ha durante este intervalo de 16 años, aunque en los departamentos con mayor producción en los últimos cinco años (Casanare, Santander y Cundinamarca) se han alcanzado rendimientos de hasta 15 ton/ha.

En el año 2008, el cultivo de la mora tuvo una participación de 0,7% en área cultivada y 0,4% en producción nacional de cultivos permanentes, su tasa de crecimiento anual ha sido de 8,8 % en producción y 7,8% en área (Agronet, 2008).

Para el año 2020 se espera un aumento de 10.00 hectáreas nuevas y 104.65 toneladas de mora cosechada (Tafur et al., 2006).

Lo anterior como resultado del creciente interés de la agroindustria y de los consumidores por esta fruta y del impulso que algunos sectores de agricultores o programas de gobierno y del sector privado le han dado a este cultivo.

Cuadro 1. Distribución de la producción de mora en Colombia

Departamento	ENE.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cundinamarca												
Santander												
Huila												
Antioquia												
Valle												
Tolima												
Risaralda												
Caldas												

	Oferta abundante
	Oferta estable

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1998.

La producción presenta un comportamiento estacional con picos durante los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre en la mayoría de los departamentos productores, excepto en los departamentos de Caldas y Valle, donde la disponibilidad de riego y la tecnificación de la mayor parte de los cultivos permiten mantener una oferta permanente, con pequeños incrementos durante los meses de abril a mayo y de agosto a septiembre.

3.3 PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS

FIGURA 1. Principales zonas productoras

Actualmente en Colombia se encuentra cultivada en la zona del eje cafetero, Cundinamarca, Valle del Cauca, Antioquia, Tolima, Cauca, Santander, Boyacá (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1998).

3.4 EXPORTACIONES COLOMBIANAS

Las cifras de exportaciones colombianas se refieren exclusivamente a mora y presentan, en el caso de la mora fresca, un comportamiento decreciente pasando de 210 toneladas en 1992 a 6,4 toneladas durante 1998; de otro lado, se ha registrado una reducción en el número de mercados de destino: mientras en 1991 el 42% de las exportaciones se envió a Estados Unidos, el 33% a Alemania y el 11% al Reino Unido, durante 1998 el 51% del volumen exportado se dirigió al mercado estadounidense y el 48% hacia Gran Bretaña. El país ha hecho algunos intentos de abrir mercados mediante el envío de muestras de producto procesado, pero en los últimos años los volúmenes no han superado una tonelada y, por el contrario, han disminuido. Esta situación obedece a que la mora de Castilla, por su mayor acidez, requiere que se adicionen más azúcares o edulcorantes para obtener los grados Brix exigidos en el mercado internacional, lo cual incrementa los costos de producción frente a otras variedades más dulces que no necesitan este proceso.

A nivel nacional, la producción interna de mora ha resultado suficiente para abastecer la demanda del mercado colombiano, por lo que las importaciones del producto han sido esporádicas y se han realizado para complementar la oferta cuando, por ejemplo, por el fenómeno de El Niño, durante 1998 la producción no alcanzó a satisfacer la demanda de las empresas procesadoras de jugos. En el caso de la mora fresca se importaron 500 kg. De producto ecuatoriano, mientras, que la importación de conservas a base mora (puré y concentrado) llegó a 1.200 toneladas procedentes de México y Bélgica.

3.5 CONSUMO

A nivel mundial existe una demanda creciente de mora tanto para el consumo en la mesa como para el procesamiento, en especial por la fruta congelada. Los mercados internacionales están orientando sus exigencias hacia la mora congelada mediante la tecnología IQF (Congelamiento rápido individual), debido a que este proceso amplía la vida útil de la fruta manteniendo una buena presentación, en cuanto a tamaño, textura y consistencia se refiere, y facilitando la utilización por parte de los consumidores. Asimismo, el congelamiento IQF ha abierto nuevas posibilidades de mercados como es el caso de Arabia Saudita y

Japón que, por su ubicación geográfica, vienen importando solamente mora congelada. Adicionalmente, la fruta congelada puede ser transportada por vía marítima incurriendo en menores costos si se compara con los costos generados por el transporte vía aérea.

3.6 NUTRICION Y FERTILIZACION DEL CULTIVO DE LA MORA

En mora es poca la investigación que se ha adelantado. En los aspectos de fertilización y control de malezas, a pesar de no existir una investigación sistemática, por la experiencia de los agricultores y de los técnicos, se ha llegado a conformar un paquete completo de recomendaciones.

3.6.1 Características edáficas.

Los suelos deben tener buen drenaje y buena humedad, se aconsejan los suelos de textura franca: franco- arenosos y franco -arcillosos, el suelo debe tener un 5% o más de materia orgánica, en zonas de alta pluviosidad se prefieren suelos con un 5 - 25 % de pendiente, en zonas de menor pluviosidad, se cultiva en suelos planos o de pendiente ligera. (0 - 5%), la profundidad efectiva debe ser 1 m o más. La acidez ideal es 5.7, este pH puede variar entre 5.5 y 6.5

3.6.2 Fertilización de la mora.

Aplicación de fertilizantes y abonos Las aplicaciones se realizan cada cuatro meses, con el fin de que la planta reciba nutrientes regularmente, en los primeros meses se debe dotar al suelo de nitrógeno y fósforo para una buena formación de hojas, ramas y raíces. A partir del octavo mes desde el trasplante se aplica potasio conjuntamente con una segunda aplicación de los otros elementos, la implementación de elementos menores como hierro y cobre se realiza mediante aspersiones foliares. Para el abonamiento orgánico se utilizan de 3 a 5 lbs. por planta asperjados en la corona aplicados durante el follaje y luego una vez por año. Los fertilizantes y abonos se realiza siguiendo tres prácticas: En corona, por

golpe y al voleo. La aplicación en corona o cobertura, se realiza primero una deshierba, luego se forma una corona de 5 a 10 cm de profundidad y a 20 cm del tallo, se aplica el fertilizante o abono y luego se cobre con la tierra que salió de la corona. La Aplicación por golpe del fertilizante consiste en la formación de pequeños hoyos de 20 cm de profundidad con una barra alrededor de la planta, en estos se aplica el fertilizante. La aplicación al voleo de fertilizantes o abonos consiste en el aspergeo de estos en el suelo antes de la preparación del terreno, de estas tres prácticas, se utiliza mayormente la aplicación a la corona.

Según J. David en su libro El cultivo de la mora. La planta de mora requiere una correcta nutrición, la cual debe estar basada en el análisis de suelos de la finca.

En plantas adultas, las aplicaciones de fertilizantes se debe hacer cuando el suelo tenga buena humedad, antes y después de la cosecha principal y de mitaca, esto da como resultado cuatro aplicaciones de fertilizantes al año.

La fertilización para plantas en crecimiento se debe empezar dos meses después de la siembra y continuar cada tres meses, hasta que la planta alcance su madurez o sea al año.

En estudios realizados por Corpoica, se ha observado respuesta positiva a la aplicación de 120 Kg /ha de Nitrógeno (dos y medio bultos de urea); 40 Kg de Fósforo (un bulto de superfosfato triple); y 120 Kg de potasio (dos bultos de cloruro de Potasio). Fraccionando la recomendación en cuatro aplicaciones.

A manera de guía se dan las siguientes recomendaciones generales:

Aplicación de cal. Si el pH del suelo es menor de 5, se recomienda aplicar a 200 gr. de cal dolomita o calfos, por sitio, antes de la siembra.

Si el pH está entre 5 y 5,5 se recomienda aplicar 100gr de cal dolomita o calfos, por sitio, antes de la siembra.

Aplicación de materia orgánica. Se recomienda aplicar 1 Kg de gallinaza o similar por sitio, antes de la siembra y repetir esta aplicación cada año. La gallinaza se debe aplicar deshidratada.

Aplicación de Nitrógeno. Aplicar 120 Kg/ha de Nitrógeno por año. Se puede emplear diferentes fuentes.

Aplicación de Fósforo. En general, en nuestro medio, y según los análisis de suelos, las tierras de clima apropiado para la mora, son muy bajos en Fósforo.

Las aplicaciones de Fósforo se recomiendan tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Si el nivel de fósforo está en 5 ppm, se recomienda aplicar 90 Kg/ha año.

Si el nivel de fósforo está entre 5 y 10 ppm, se recomienda aplicar 45 a 50 Kg/ha año.

Si el nivel de fósforo es mayor de10 ppm, se recomienda aplicar de 20 a 45 Kg/ha año.

Aplicación de potasio. Para aplicaciones de potasio se debe tener en cuenta la relación Calcio + Magnesio/ Potasio.

Si la relación está anterior es menor 50, se recomienda aplicar de 90 kg/ha,
si la relación está entre 50 y 70, se recomienda aplicar de 100 a 110 kg/ha.

Si la relación es mayor 70, se recomienda aplicar de 120 a 130 kg/ha.

Aplicación de Boro. El Boro es un elemento importante porque influye en el número de yemas, botones por yema, numero de frutas y calidad de las mismas. Se debe aplicar en cantidad de dos gramos por planta año, aplicando al suelo cuando la planta esté botoneando.

Es importante la adición semestral de elementos menores al suelo, a la dosis de 30 a 40 gr por planta.

Cuadro 2. Plan general de fertilización para el cultivo de la mora, en las zonas productoras de los departamentos del eje cafetero. Recomendación para 2.000 planas por hectárea.

Época de aplicación	**Cal Dolomita**	**Gallinaza o compost**	**Urea (Nitrógeno)**	**Superfosfato triple (Fósforo)**	**Cloruro de Potasio(Potasio)**
Antes de la siembra	150 gramos	1 Kilogramo por sitio			
Dos meses después de la siembra			11 gramos por planta	22 gramos por planta	8.5 gramos por planta
Cinco meses después de la siembra			22 gramos por planta	50 gramos por planta	17 gramos por planta
Ocho meses después de la siembra			33 gramos por planta	22 gramos por planta	17 gramos por planta
11-12 meses después de la siembra			33 gramos por planta	22 gramos por planta	34 gramos por planta
Cada tres meses después del año			33 gramos por planta	22 gramos por planta	25.5 gramos por planta
Cada año		1 kilogramo			

Nota. Cada seis meses se debe aplicar de 30 a 40 gramos por planta de elementos menores (Agrimins aplicado al suelo).

Según el Ministerio de agricultora del Ecuador, el uso de los fertilizantes está supeditado a los análisis de suelo y foliares. En general, la cantidad de materia orgánica en el suelo debe ser alta, al igual que la de elementos como el fósforo y el potasio. La relación Calcio: Magnesio: Potasio (2:1:1) debe mantenerse, ya que estos elementos, junto con el Boro, son fundamentales para el control de enfermedades. la aplicación de los fertilizantes puede hacerse utilizando varios métodos, dentro de los cuales se distinguen el de banda lateral, media luna, corona, chuzo (6 a 12 huecos a 20-30 centímetros y 5-10 centímetros de profundo), fertirrigación o vía foliar. La frecuencia de la fertilización depende del manejo del cultivo; sin embargo los intervalos no deben ser muy prolongados, ya que esta planta se caracteriza por presentar al mismo tiempo todas las etapas de desarrollo (crecimiento, floración y producción). De una manera muy general, se puede fertilizar como se menciona a continuación: 15-15-15 ó 10-30-10 en dosis de 120 a 150 gramos por planta cada 3 ó 4 meses.

Agrimins: 25 a 40 gramos por planta cada 6 meses.

Boro: 10 a 20 gramos por planta una vez al año.

Abono orgánico bien descompuesto: 1 a 2 kilogramos por planta/año.

El nitrógeno es importante durante el tiempo de desarrollo de la planta, ya que está directamente relacionado con la formación de hojas y ramas; el fósforo tiene parte activa en el proceso de enraizamiento y en la formación y llenado del fruto, su deficiencia produce fruta de mala calidad. Igual pasará si el potasio falta. Elementos menores como el cobre y el hierro también deben tenerse en cuenta, ya que la planta es muy sensible a la deficiencia de estos elementos. (http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/mora.htm)

3.6.3 Los nutrientes del suelo.

Nitrógeno (N). El Nitrógeno ayuda a dar el color verde de las hojas, aumenta el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Los suelos deficientes en Nitrógeno, producen plantas que crecen poco, sus hojas toman una coloración verde y amarillo pálido, las hojas son pequeñas y escasas.

Fósforo (P). El fósforo estimula el crecimiento de las raíces y la división celular (crecimiento de la planta), hace parte del sistema de transporte de energía en la planta, influye en la floración, fructificación, desarrollo de semillas y maduración de cosechas.

Las deficiencias de fósforo producen raíces escasas que dan a la planta un aspecto general atrofiado, las hojas se ponen púrpuras a rojas y se caen fácilmente, los frutos son escasos con retrasos en la maduración.

Potasio (K). El Potasio ayuda a acelerar los procesos en las plantas, regula el agua en las plantas, favorece la utilización de la luz en tiempo frío y nubado, aumenta la resistencia a la sequía y aumenta la resistencia a las enfermedades.

La carencia de este elemento produce en las plantas amarillamiento de los bordes de las hojas, crecimiento lento y atrofiado, y tallos débiles.

Calcio (Ca). Hace parte de las paredes celulares y esqueleto de las plantas.

La deficiencia del Calcio limita el crecimiento de las plantas, pero primero deforma y torna verde oscuro las hojas más tiernas, afecta el crecimiento de las raíces, produce tallos débiles y desprendimiento prematuro de los rebrotes.

Magnesio (Mg). Hace parte principal de la clorofila (color verde), es indispensable en la fotosíntesis, es activador de muchos procesos en la planta, ayuda en la formación y movimiento de los azucares en la planta.

La deficiencia de Magnesio produce en las hojas viejas de las plantas amarillamiento entre las nervaduras y caída de las hojas. Las hojas nuevas se quedan pequeñas y se vuelve más susceptible a las enfermedades producidas por hongos.

3.6.4 Fertilizante

Se conoce como fertilizante a una sustancia que se agrega al suelo para suministrar aquellos elementos que se requieren para la nutrición de las plantas.

Cada tipo de nutriente ejerce una función en la planta y su deficiencia es detectable, a veces a simple vista.

- Tipos de fertilización.

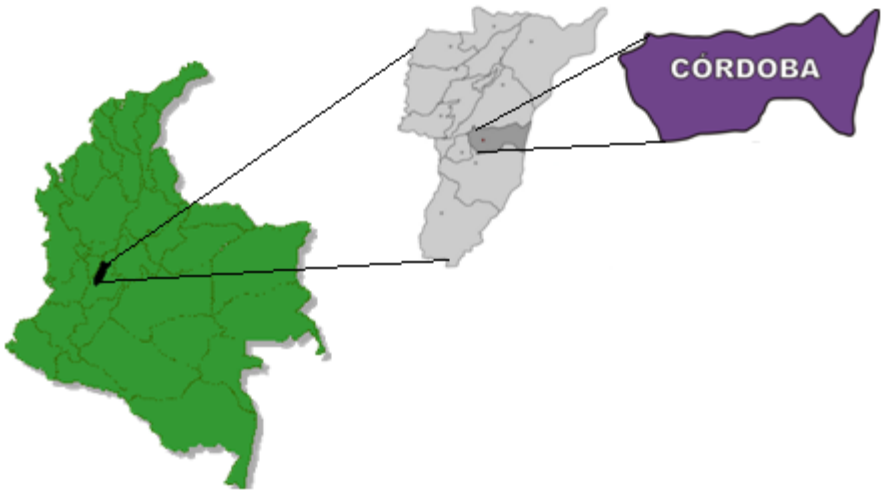
Pueden ser de origen orgánico y químico. Los fertilizantes orgánicos son los generados de residuos animales o vegetales, proporcionan nitrógeno a medida que las bacterias lo descomponen y su efectividad dependedle tipo de terreno. Los fertilizantes químicos que también estimulan el crecimiento y vigor de la plantas. Se agrupan según la sustancia que proporcionan: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Hierro, Magnesio.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACION:

Esta investigación se realizó en las fincas El mirador, de propiedad del Señor Rubén Darío y finca Inés de propiedad del Señor Ricardo Escobar localizada en la vereda Media Cara, Municipio de Córdoba, departamento del Quindío, República de Colombia. Presentan unas altitudes comprendidas entre los 1800 y 1864 m.s.n.m., con coordenadas latitud norte de 04º 24` 11.7`` y longitud occidental de 75º 39`43.7``.

Figura 2. Macrolocalización



4.2 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

Comprende suelos localizados en relieve fuertemente ondulado, caracterizados por ser derivados de cenizas volcánicas y clasificados como Dystrandepts (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1995), las muestras de suelo fueron tomadas en los primeros 20 cm de profundidad. Se analizaron características físicas y químicas como son pH, elementos mayores y menores, materia orgánica (ver anexo A); se realizaron muestras para determinar densidad aparente.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizo un diseño en Bloques Completos al Azar con 48 tratamientos, los tratamientos provienen de las combinaciones de los niveles de tres elementos Nitrógeno (0, 30 y 60) fosforo (0, 30, 60 y 120) y Potasio (0, 15, 30, 45). Con cuatro repeticiones cada uno; para definir los bloques se determinó el estado general de cada planta, se contó con cuatro estados clasificados de uno a cuatro, uno corresponde al estado de menos desarrollo de la planta y cuatro al de mejor desarrollo de la planta; los estados dos y tres corresponden a los estados intermedios. Se evaluó dos ecotipos de mora conocidos como mora de castilla y mora sin espinas.

4.3.1 Descripción de tratamientos.

Como se observa en la tabla 1 los tratamientos provienen de las combinaciones de los niveles de tres elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Tres niveles de Nitrógeno 0, 30, 60; niveles de Fósforo: 0, 30, 60 y 120; niveles de Potasio: 0, 15, 30 y 45.

TRATAMIENTO	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
1	0	0	0
2	0	0	15 (20 gr/Planta)
3	0	0	30 (40 gr/Planta)
4	0	0	45 (60 gr/Planta)
5	0	30 (112 gr/Planta)	0
6	0	30 (112 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
7	0	30 (112 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
8	0	30 (112 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
9	0	60 (225 gr/Planta)	0
10	0	60 (225 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
11	0	60 (225 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
12	0	60 (225 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
13	0	120 (450 gr/Planta)	0
14	0	120 (450 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
15	0	120 (450 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
16	0	120 (450 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
17	30 (49 gr/Planta)	0	0
18	30 (49 gr/Planta)	0	15 (20 gr/Planta)
19	30 (49 gr/Planta)	0	30 (40 gr/Planta)
20	30 (49 gr/Planta)	0	45 (60 gr/Planta)
21	30 (49 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	0
22	30 (49 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
23	30 (49 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
24	30 (49 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
25	30 (49 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	0
26	30 (49 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)

27	30 (49 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
28	30 (49 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
29	30 (49 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	0
30	30 (49 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
31	30 (49 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
32	30 (49 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
33	60 (98 gr/Planta)	0	0
34	60 (98 gr/Planta)	0	15 (20 gr/Planta)
35	60 (98 gr/Planta)	0	30 (40 gr/Planta)
36	60 (98 gr/Planta)	0	45 (60 gr/Planta)
37	60 (98 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	0
38	60 (98 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
39	60 (98 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
40	60 (98 gr/Planta)	30 (112 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
41	60 (98 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	0
42	60 (98 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
43	60 (98 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
44	60 (98 gr/Planta)	60 (225 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)
45	60 (98 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	0
46	60 (98 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	15 (20 gr/Planta)
47	60 (98 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	30 (40 gr/Planta)
48	60 (98 gr/Planta)	120 (450 gr/Planta)	45 (60 gr/Planta)

Tabla 1. Descripción Tratamientos y dosis gr/planta.

4.3.2 Conducción del experimento.

- **Determinación de las dosis en gr/planta/tratamiento**

Las dosis totales fueron determinadas con base a los requerimientos del cultivo y considerando los contenidos de los elementos en los productos utilizados en urea 46%, fósforo 20% y Potasio 60%.

TRAT.	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
1	0	0	0
2	0	0	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
3	0	0	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
4	0	0	45 (60 gr/Planta) /3=20
5	0	30 (112 gr/Planta)/3=37.3	0
6	0	30 (112 gr/Planta)/3=37.3	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
7	0	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
8	0	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	45 (60 gr/Planta) /3=20
9	0	60 (225 gr/Planta) /3=75	0
10	0	60 (225 gr/Planta) /3=75	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
11	0	60 (225 gr/Planta) /3=75	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
12	0	60 (225 gr/Planta) /3=75	45 (60 gr/Planta) /3=20
13	0	120 (450 gr/Planta) /3=40	0
14	0	120 (450 gr/Planta) /3=40	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
15	0	120 (450 gr/Planta) /3=40	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
16	0	120 (450 gr/Planta) /3=40	45 (60 gr/Planta) /3=20
17	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	0	0
18	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	0	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
19	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	0	30 (40 gr/Planta) /3=13.3

20	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	0	45 (60 gr/Planta) /3=20
21	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	0
22	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
23	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
24	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	45 (60 gr/Planta) /3=20
25	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	60 (225 gr/Planta) /3=75	0
26	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	60 (225 gr/Planta) /3=75	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
27	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	60 (225 gr/Planta) /3=75	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
28	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	60 (225 gr/Planta) /3=75	45 (60 gr/Planta) /3=20
29	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	120 (450 gr/Planta) /3=150	0
30	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	120 (450 gr/Planta) /3=150	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
31	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	120 (450 gr/Planta) /3=150	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
32	30 (49 gr/Planta) /3=16.3	120 (450 gr/Planta) /3=150	45 (60 gr/Planta) /3=20
33	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	0	0
34	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	0	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
35	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	0	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
36	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	0	45 (60 gr/Planta) /3=20
37	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	0
38	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
39	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
40	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	30 (112 gr/Planta) /3=37.3	45 (60 gr/Planta) /3=20
41	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	60 (225 gr/Planta) /3=75	0
42	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	60 (225 gr/Planta) /3=75	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
43	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	60 (225 gr/Planta) /3=75	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
44	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	60 (225 gr/Planta) /3=75	45 (60 gr/Planta) /3=20
45	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	120 (450 gr/Planta) /3=150	0
46	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	120 (450 gr/Planta) /3=150	15 (20 gr/Planta) /3=6,6
47	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	120 (450 gr/Planta) /3=150	30 (40 gr/Planta) /3=13.3
48	60 (98 gr/Planta) /3=32.6	120 (450 gr/Planta) /3=150	45 (60 gr/Planta) /3=20

Tabla 2. Determinación de la dosis.

Estos elementos fueron fraccionados por niveles de aplicación según el nutriente y a su vez por dosis de aplicación (tres dosis por planta) los valores totales se fraccionaron en tres aplicaciones así como lo indica la letra de color rojo en la tabla 2.

4.3.3 Descripción de las unidades experimentales

Consiste en una planta de mora con edad aproximada año y medio en un área de 7,5 metros cuadrados en condiciones naturales.

4.4 VARIABLES DE RESPUESTA Y TECNICAS PARA SU DETERMINACION

Eficiencia Agronómica de uso de Nitrógeno (EAN): Indica la cantidad de biomasa cosechable (cant. De frutos en peso) producida por cada Kg de Nitrógeno aplicado (Novoa y Loomis, 1981).

Producción por planta

$$E.A.N = \frac{(\text{Rdto.Fertiliz TF} - \text{Rdto Tes.TT})}{\text{N Fertilizante aplicado}}$$

Donde: E.A= Eficiencia Agronómica

E.A.N=Eficiencia Agronómica de uso de Nitrógeno (en este caso).

TF= Tratamiento Fertilizado

TT= Tratamiento Testigo

N= Fertilizante Aplicado

Eficiencia Fisiológica de uso del Nitrógeno(EFN): A pesar de existir más de una definición para este parámetro, la utilización en esta descripción es la descrita por Novoa Loomis (1981) que indica la cantidad de biomasa cosechable producida por cada Kg de Nitrógeno absorbido, derivado del fertilizante aplicado.

$$\text{Efcia. Fisiol.} = \frac{\text{Rdto. biomasa en cada ecotipo fertiliz TF - Rdto biomasa tes TT}}{\text{N. absorb de ecotipo fertiliz TF - N. absorbido del tes TT}}$$

Donde: E.A= Eficiencia Fisiológica

E.A.N=Eficiencia Fisiológica de uso de Nitrógeno (en este caso).

TF= Tratamiento Fertilizado

TT= Tratamiento Testigo

Se toma la producción de cada ecotipo, teniendo en cuenta el fertilizante y nivel aplicado. Es preciso llevarlo a kilogramo por planta.

Luego se hace una comparación entre los rendimientos de cada ecotipo y el testigo.

Absorción de N, P, K

$$\frac{\text{N. absorbido cada variedad - N. absorbido tes.}}{\text{N. Aplicado}} \times 100$$

Para saber el contenido de N, P o K consumido por la planta, se toma una muestra de fruto y follaje por ecotipo, luego se hace un examen de laboratorio donde determine la cantidad de estos elementos que se encuentren en ellos. Se comparan luego con el material testigo del que se le hace el mismo procedimiento.

4.5 ANALISIS DE LA INFORMACION

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza para determinar si existen diferencias en el rendimiento por el efecto de la fertilización con elementos mayores, en los tratamientos que se detecto diferencias se aplico una prueba de comparaciones de medias (Duncan) y se realizaron análisis de componentes principales, de agrupamiento (cluster) y de correlación entre las variables, mediante el programa estadístico de SAS.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS.

Según IGAC los suelos presentan perfiles del tipo AC o ABC; rápida alteración de materiales volcánicos porosos, provoca una acumulación de complejos. Los minerales formados están limitados a alófana, imogolita y ferrihidrita, principalmente.

El material original lo constituyen, fundamentalmente, cenizas volcánicas, presentan un horizonte Ándico o Vítrico; se encuentran en áreas onduladas o montañosas de las regiones húmedas.

Se presenta en la tabla 3 un resumen general de las principales características de

los dos suelos seleccionados para esta investigación.

UBICACION	SUELO	CLIMA	CARACTERISTICAS FISICAS	CARACTERISTICAS QUIMICAS
Córdoba-Quindío Finca El Mirador	Andisoles	Fresco - 1.700 a 2.300 - 15 a 18°C pluviosidad 1.000-2.000 mm/año	Textura. arcilloso arenoso. La estructura está formada por agregados muy finos. Estructura muy porosa con una densidad aparente del suelo muy baja, de 0.8 $kgdm^{-3,}$ y una permeabilidad muy elevada. MO: baja, teniendo en cuenta su clima.	pH: Moderadamente ácido. Ca y Mg Intercambiable: Bajo. CIC: Bajo P Asimilable: Bajo K intercambiable: Medio
Córdoba-Quindío Finca Inés	Andisoles	Fresco - 1.700 a 2.300. 18°C. pluviosidad 1.000-2.000 mm/año	Textura. arcilloso arenoso La estructura está formada por agregados muy finos. Estructura muy porosa con una densidad aparente del suelo muy baja, de 0.8 $kgdm^{-3}$, y una permeabilidad muy elevada. MO: Media, teniendo en cuenta su clima.	pH: Fuertemente ácido. Ca: Alto Mg Intercambiable: Medio. CIC: Medio P Asimilable y K intercambiable: Bajo.

Cuadro 3. Características generales de los suelos

A continuación se presenta un análisis que pretende mostrar las características contrastante de los suelos seleccionados para la investigación.

A partir de la información brindada por el análisis de suelos, se pudo establecer que el ecotipo de mora sin espinas, se presenta en suelos moderadamente ácidos con contenidos bajos en: materia orgánica, fosforo asimilable, Calcio y magnesio; el contenido de potasio esta en rango medio-alto, la capacidad de intercambio catiónico es baja, de estos datos se puede deducir que este es un suelo que presenta cierta limitante en relación a la cantidad de cationes que en determinado momento podría retener y luego dejar disponible para el cultivo. También es claro que se podría presentar una deficiencia en relación al fósforo. La saturación de Calcio y Magnesio es bajo y la de Potasio es media.

En cuanto a elementos menores se observa que los contenidos de Zinc, Manganeso y Boro son bajos; son medios para hierro y cobre.

En cuanto al ecotipo de mora con espinas, el análisis de suelos muestra que son fuertemente ácidos, contenido de materia orgánica dentro del rango medio, bajos contenidos de potasio intercambiable y Fósforo asimilable, altos contenidos de Calcio intercambiable, medios en magnesio. La capacidad de intercambio cationico se ubica dentro del rango medio. La saturación de Magnesio y Potasio son bajas y la de calcio es media.

Según la Federación Nacional de cafeteros (1985), estos suelos cuentan con propiedades de textura y pH normales para el buen desarrollo del cultivo.

5.2 RELACION NUTRIENTES EN EL SUELO

La relación de nutrientes en el suelo, donde se encuentra el ecotipo mora sin espinas; el suelo presenta una la relación Calcio/Magnesio es normal ya que se encuentra en 3,11 y el rango ideal se ubica entre (1-5). ICA 1992; la relación Potasio/Magnesio esta se encuentra en el límite del rango ideal siendo 0,35 (0.2-0.3).

Según Alonso Domínguez, el contenido medio de nitrógeno en los suelos, es muy variable dependiendo del contenido de materia orgánica. En general los suelos pueden contener entre el 0,02 y el 0,04% de Nitrógeno. El porcentaje de Nitrógeno es de 2,18% lo que está por encima del promedio general de los suelos.

En el caso, ecotipo mora sin espinas, la relación Nitrógeno/Potasio es de 0,73. Existiendo una fuerte interacción del potasio con el Nitrógeno (Nitrógeno/Potasio), ya que tiene una función reguladora del metabolismo del nitrógeno. La relación Nitrógeno/Fósforo es de 1,89.

En el ecotipo mora con espinas, la relación Calcio/Magnesio esta dentro del rango ideal para el buen desarrollo de la planta; la relación Potasio/Magnesio se encuentra por debajo de lo requerido. La relación Nitrógeno/Potasio tiene un valor de 2,67 y el porcentaje de Nitrógeno, supera los contenidos generales de los suelos con un valor de 4,78%.

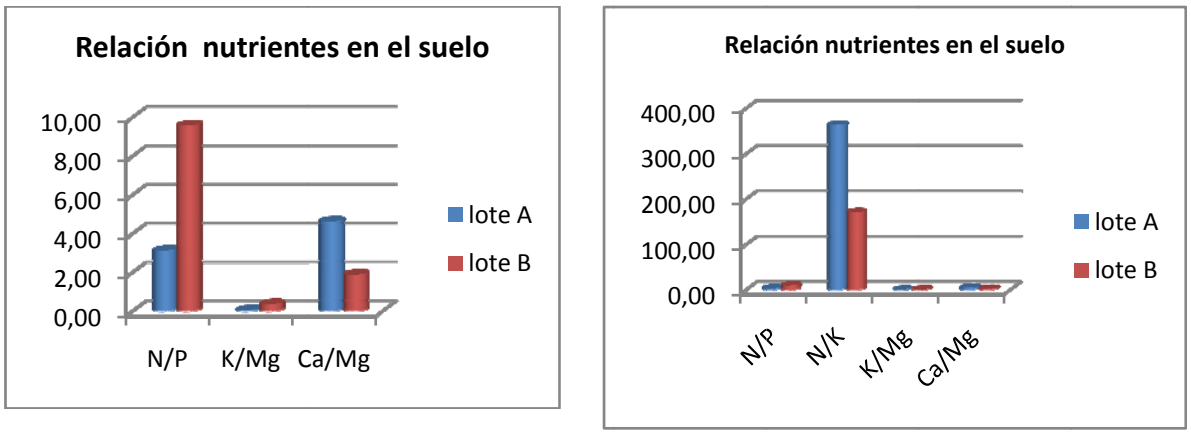


Fig. 3. Relación nutrientes en el suelo. Nota: En la figura izquierda se relaciona especialmente Nitrógeno/Potasio en la figura derecha sacado de la figura continua se relaciona Nitrógeno/Fósforo, Potasio/Magnesio y Calcio/Magnesio.

Los porcentajes de saturación de bases dentro de la capacidad de intercambio cationico (CIC) en la mora sin espinas para Calcio y Magnesio son bajos y en Potasio se han estimado el porcentaje de saturación de bases en medio.

Los valores hallados como porcentaje de saturación para la mora con espinas, muestran que son bajos para Magnesio y Potasio y medio para Calcio.

5.3 SELECCIÓN PRELIMINAR DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

En esta investigación inicialmente se plantearon 48 tratamientos los cuales se describieron en el capítulo de materiales y métodos, a estos tratamientos se realizo seguimiento en cuanto a rendimiento durante el primer año de cosecha, a los datos obtenidos se les realizo análisis de varianza y prueba de comparación de medias, para seleccionar los mejores tratamientos con base al rendimiento obtenido. De estos análisis se obtuvo que los mejores rendimientos por ecotipo de mora son los siguientes ecotipo mora sin espinas T21, T29, T23, T42 y para el ecotipo mora con espinas T14, T18, T32, T34.

A estos tratamientos se les hizo seguimientos durante un segundo año de cosecha y sobre estos datos y sus análisis se presentan los resultados que a continuación se describen.

5.4 DESCRPCION DE LOS ECOTIPOS DE MORA UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACION

Ecotipo mora sin espinas: Planta de hábitos rastreros, su crecimiento se basa en la producción de ramas vegetativas, presentando mucha ramificación o tallos, se diferencia de los otros ecotipos especialmente porque no tiene espinas en sus tallos. Sus hojas son de color verde claro en su mayoría, sus frutos son bien formados de color morado brillante en el pico de fructificación, cuando pasa su cosecha los frutos se pueden observar más pequeños y de color rojo vinotinto. Los entrenudos son más largos que los de la mora con espinas y el desarrollo de los ejes es más agresivo.

Ecotipo mora con espinas: Al igual que el ecotipo mora sin espinas, en la base de la planta está la corona que origina gran numero de tallos, este ecotipo, presenta espinas estilos anzuelo en el envés de la hoja, peciolos y tallos. Los frutos son deforma redondeada o elipsoidal, de color rojo o morado oscuro, con buen peso y su duración poscosecha es mayor que el ecotipo mora sin espinas.

5.5 NUTRIENTES FOLIARES EN LOS CULTIVOS DE MORA

Se presenta a continuación los resultados del análisis foliar antes de la aplicación los tratamientos, posteriormente se comparan con los resultados promedios obtenidos de los análisis foliares de los cuatro tratamientos por ecotipo de mora. Según lo reportado por Analysis Hadbook (1996) sobre concentración de macronutrientes en la hoja de mora, se puede establecer que para la mora sin espinas, la concentración de Nitrógeno esta dentro del rango normal; el contenido de Fósforo está por debajo de lo estimado, Potasio, Calcio y Magnesio se encuentran en condiciones normales.

Como se puede observar en la Fig. 4, los resultados del análisis foliar después de realizar la aplicación de los niveles de los tratamientos de mora sin espinas muestran que existen concentraciones en tejido optimas para Nitrógeno, Potasio Calcio y Magnesio (2.32, 1.22, 1,44 y 0,35%). El único elemento que se encuentra por debajo del nivel requerido es el fósforo (0.12%) mostrando el mismo comportamiento que antes de iniciar los tratamientos.

En la misma figura 4 se observan los resultados obtenidos del análisis foliar antes y después de la aplicación de los tratamientos; antes de la aplicación de los tratamientos se presenta valores normales para los contenidos de Nitrógeno, Potasio, Calcio y Magnesio; los contenidos de Fósforo están por debajo de los requerimientos del cultivo.

Los resultados del análisis foliar después de la aplicación de los tratamientos evidencian similar comportamiento para los elementos analizados, y es el Fósforo el elemento que sigue presentando concentraciones inferiores a las requeridas por el cultivo, tanto para este suelo como para el anterior.

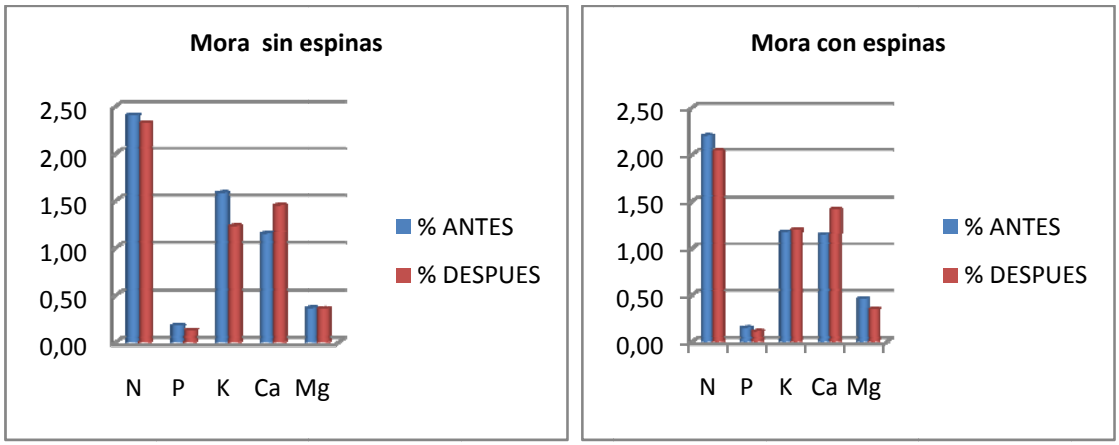


Fig. 4 Concentración de nutrientes en hoja de mora antes y después de realizar la aplicación de los niveles de tratamiento.

En la figura 4 se puede observar que la mora sin espinas presenta mayor absorción de Calcio a nivel foliar, este comportamiento nos induce a pensar que este elemento podría estar siendo almacenado en las espinas de la mora de la variedad que las presenta.

Los resultados del análisis foliar muestran un comportamiento similar en relación a los contenidos de Fósforo reportados antes y después de la aplicación de los niveles en los tratamientos, lo que indican que este tipo de suelos (andisoles) muestran niveles bajos en el contenido de Fósforo el cual se traducen en bajos contenido a nivel foliar.

Haciendo una comparación entre los dos ecotipos respecto a la concentración de nutrientes a nivel foliar es evidente que mora sin espinas absorbe mucho mas Nitrógeno (2,32 %) mas Fósforo (0,124%), mas Potasio (1,229%), mas Calcio (1,448%) y mas Magnesio (0,356%).

En la figura 5, muestra las relaciones de concentración de nutrientes entre ellos, existiendo relación de sinergismo y antagonismo. La relación Potasio/Magnesio, antes de la aplicación de los niveles de tratamiento para la mora sin espinas no es la ideal para el buen funcionamiento de la planta ya que se encuentra por debajo de los rangos; después de la aplicación de los tratamientos al cultivo la relación Potasio/Magnesio se aproxima a lo ideal para planta, lo que indica que no hay

carencia de ninguno de los dos elementos los cuales actúan proporcionalmente para el buen desarrollo de la planta, lo mismo ocurre para la mora con espinas.

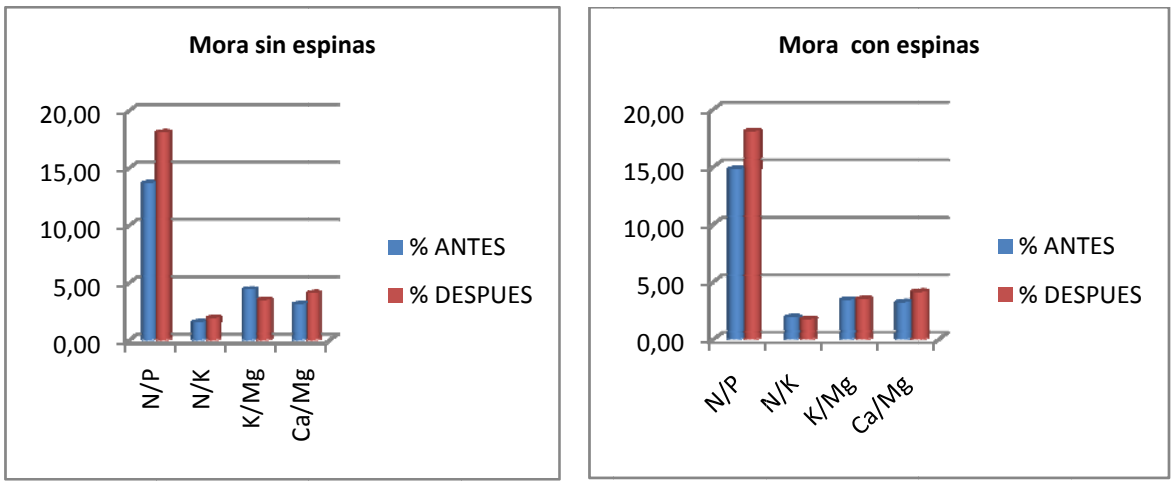


Fig. 5. Relación entre concentración de nutrientes en la hoja de mora antes y después de realizar la aplicación de los niveles de tratamiento.

Realizando una comparación el ecotipo mora sin espinas obtuvo mayor relación entre nutrientes Nitrógeno/Fósforo y Nitrógeno/Potasio; en la relación Potasio/Magnesio los dos ecotipos tuvieron el mismo rango pero para la relación Calcio/Magnesio el ecotipo mora con espinas obtuvo el mayor rango de relación entre estos nutrientes.

5.6 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE EXTRACCION DE NUTRIENTES POR FRUTO

En relación con la cantidad de macronutrientes que extrae la mora, no se han encontrado investigaciones en Colombia, pero varios autores coinciden al decir que el Nitrógeno es que necesita en mayor cantidad.

De acuerdo a los resultados de los tratamientos en cuanto a rendimiento, se determinó el contenido de nutrientes extraídos por cosecha.

Los resultados del análisis de frutos muestran que existen diferencias de extracción de nutrientes por efecto del rendimiento en el ecotipo mora sin espinas y ecotipo mora con espinas; según la prueba de comparación de medias de Duncan el tratamiento T21 fue el de mayor rendimiento para mora sin espinas y el tratamiento T34 en el ecotipo mora con espinas.

Concentración de nutrientes en mora sin espinas. En la figura 6, generada a partir de los análisis de frutos se observa que las plantas ecotipo mora sin espinas, la máxima extracción de Nitrógeno fue en el tratamiento T21 (11,96 gr/kg de Nitrógeno), seguido del tratamiento T29 (11,07 gr/kg de Nitrógeno) luego el T23 (10,50 gr/kg de Nitrógeno) y por último el T42 (9,89 gr/kg de Nitrógeno). Estos datos no son similares a los reportados por Bertsch, (2003).

Al comparar los valores encontrados en fruto con los niveles de Nitrógeno aplicados, la máxima extracción corresponde a los menores valores aplicados ($30Kg/ha^{-1}$) y la menor extracción correspondió a la máxima dosis aplicada ($60 kg/ha^{-1}$) lo que sugiere que mucho del nitrógeno aplicado fue utilizado por la planta para formar estructuras vegetativas y no traslocado a los frutos.

En relación al Fósforo para este mismo ecotipo, se puede observar en la misma figura que las máximas extracciones de este elemento se dan en el tratamiento T29 (1,52 gr/kg), seguido del T21(1,50 gr/kg), luego el T23 (1,38 gr/kg) y por último el T42.

Las máximas extracciones de este elemento por kilogramo de frutos es mínima comparada con las recomendaciones de fertilización realizada por el plan general de fertilización para el cultivo de la mora, en las zonas productoras de los departamentos del eje cafetero. Recomendación para 2.000 plantas por hectárea.

En cuanto a Potasio se puede observar la figura 6 que el tratamiento que mas extrajo Potasio fue el T29 (12,25 gr/kg), seguido del T21(11,72 gr/kg),luego T23(11,64 gr/kg) y por último el T42 (9,58 gr/kg)

Para Calcio el tratamiento con mayor absorción lo obtuvo el T23 con valor de 2,35 gr/kg, luego el T29 (2,25 gr/kg), seguido el T42 (2,21 gr/kg) y por último el T21 (2,05 gr/kg).

Al comparar los valores encontrados en fruto con los niveles de Calcio, la máxima extracción corresponde a los tratamientos con menor rendimiento, donde se puede decir que los elementos Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Magnesio están ligados directamente a la producción de frutos en la planta.

La fig. 6 muestra además que la mayor extracción de Magnesio la realizo los Tratamientos T21 y T29 con el mismo valor de 1,83 gr/kg, lo sigue el T23 (1,58 gr/kg) y por ultimo T42 (1,43 gr/kg)

Al comparar los valores encontrados en fruto con los niveles de Calcio y Magnesio, la máxima extracción corresponde a los tratamientos con menor rendimiento, donde se puede decir que los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio están ligados directamente a la producción de frutos en la planta.

Concentración de nutrientes en mora con espinas. Los resultados del análisis de frutos muestran que existen diferencias de extracción de nutrientes por efecto del rendimiento en el ecotipo mora sin espinas y ecotipo mora con espinas; de el cual se puede observar que el T32 presenta la mayor concentración de Nitrógeno (11,90 gr/kg), seguido T34 (10,62 gr/kg), luego el T14 (10,18 gr/kg)y por último el T18 (9,11 gr/kg).

Este ecotipo presenta un comportamiento totalmente diferente en cuanto a la concentración de Nitrógeno a nivel de frutos ya que la mayor concentración coincide con la mayor dosis aplicada contrario al ecotipo mora sin espinas.

En relación al Fósforo los mayores concentraciones en fruto se obtienen al tratamiento 34 (1,56 gr/kg) segundo del T32 (1,53 gr/kg) seguido del T18 (1,34 gr/kg) y por último el T14 (1,22 gr/kg). Los valores determinados coinciden con las máximas dosis del elemento aplicado.

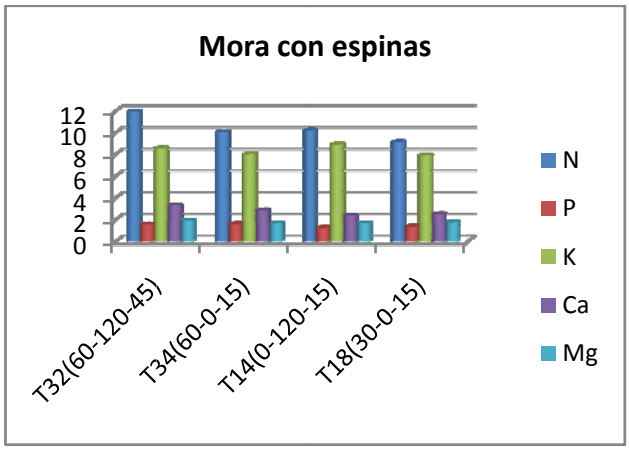
En Potasio el tratamiento que mas extrajo fue el T14 (8,59 gr/kg) seguido del T32 (8,53 gr/kg) el T34 (7,98 gr/kg) y el T18 (7,89 gr/kg).

Los mayores valores encontrados en frutos coinciden con las menores dosis de Potasio aplicadas y con las menores de Nitrógeno. Los valores de Potasio en fruto muestran que la máxima extracción corresponde al tratamiento con menor rendimiento.

En cuanto a Calcio el tratamiento con mayor extracción es el T32 (3,28 gr/kg) seguido del T34 (2,83 gr/kg), luego el T18 (2,48 gr/kg) y por último el T14 (2,35 gr/kg).

Para Magnesio la mayor concentración se obtuvo en T32 (1,87 gr/kg) seguido del T18 (1,73 gr/kg), luego el T14 (1,63 gr/kg) y por último el T34 (1,62 gr/kg).

La extracción de Calcio y Magnesio no corresponden al tratamiento con mayor rendimiento. Los valores nos indican que el tratamiento con menor extracción de Magnesio obtuvo es el tratamiento con mayor rendimiento donde se puede decir que este elemento no esta ligado directamente a la formación de frutos en la planta.



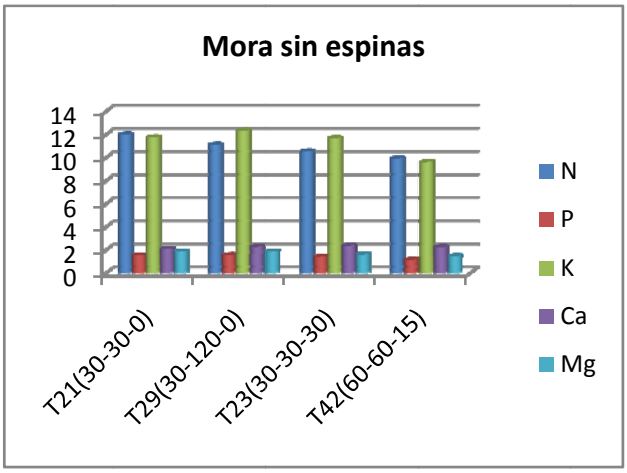


Fig. 6 Extracción de nutrientes por fruto para ambos ecotipos de mora

Haciendo un análisis comparativo entre los dos ecotipos y su capacidad de traslocación de nutrientes a fruto se observa y en forma independiente del nivel del tratamiento aplicado que la mora sin espinas distribuye mas a frutos Nitrógeno, Potasio y que la mora con espinas distribuye mas a frutos Fósforo, Calcio y Magnesio.

Comparando la absorción de nutrientes a nivel foliar y su distribución en frutos estos coinciden en el caso de mora sin espinas en Nitrógeno y Potasio y en el caso de mora con espinas coinciden se exceptúan de estas diferencias los contenidos de Calcio ya que aunque mora sin espinas presenta las mayores concentraciones a nivel foliar estas concentraciones no se ven reflejadas en fruto donde los mayores contenidos en mora con espinas.

Relacionando los resultados de los análisis en concentración de nutrientes en la parte foliar de la planta y el fruto, es importante anotar que hay mas concentración de Nitrógeno, Calcio y Magnesio en la hoja y el contenido de Nitrógeno y Potasio está más concentrado en los frutos en el caso del ecotipo mora sin espinas con respecto al tratamiento con mayor rendimiento en Kilogramos/hectárea.

La concentración de nutrientes para el ecotipo mora con espinas, en la hojas hay mayor concentración de Nitrógeno y Fósforo, en los frutos hay mayor concentración de Potasio, Calcio.

En ambos ecotipos se observa la concentración de Nitrógeno en las hojas y los mayores contenido de Nitrógeno y Potasio en los frutos. Lo que comprueba la teoría sobre efectos de nutrientes en las plantas, el Nitrógeno hace su aporte en el desarrollo de la planta y el Potasio dentro de sus funciones ayuda al llenado de los frutos.

5.6.1 Relación entre nutrientes extraídos en frutos

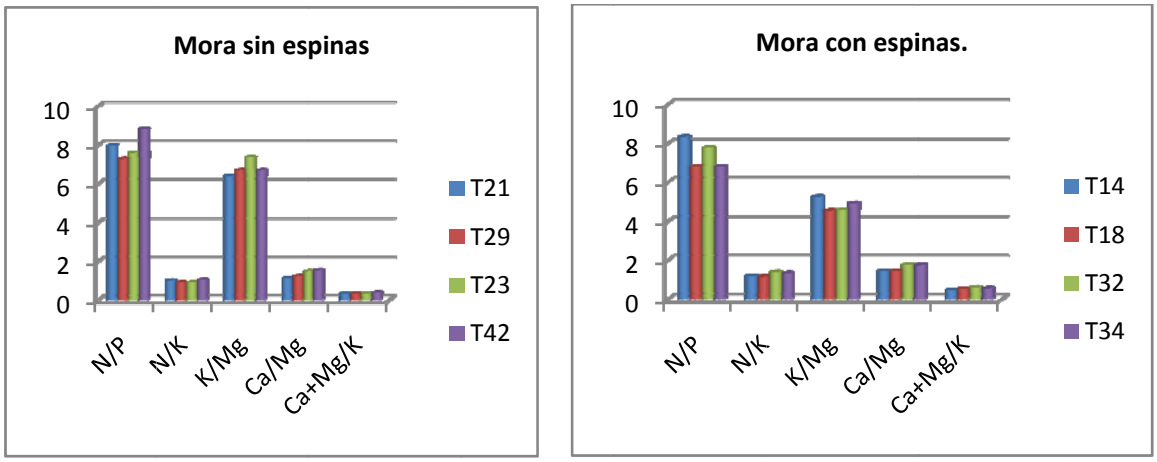


Fig 7. Relación entre concentración de nutrientes extraídos en frutos.

En la figura 7. Muestra las relaciones de concentración de nutrientes entre ellos; para la mora sin espinas, la relación con mas altos valores es Nitrógeno/Fósforo en todos sus tratamientos, seguida de Potasio/Magnesio, coincidiendo con los resultados obtenidos en la relación entre concentración de nutrientes en hojas.

Para el ecotipo mora con espinas se puede ver el mismo comportamiento y este a su vez si los comparamos con la relación entre concentración de nutrientes a nivel foliar.

5.7 ANALISIS DEL RENDIMIENTO

El análisis de varianza para los componentes del rendimiento, muestra que existen diferencias altamente significativas en el número de frutos, peso de frutos y rendimiento por efecto de los tratamiento mas no en el diámetro, como se observa en la tabla tres y cuatro, generada a partir de la prueba de comparación de medias de Duncan el tratamiento con mayor numero de frutos fue 21 para el ecotipo mora sin espinas (tabla 3) y tratamiento 34 para ecotipo mora con espinas (Tabla 4).

VARIABLES	TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Numero de FRUTOS	52,27*	388,4*
Peso de FRUTOS	414,07*	52,5
DIAMETRO	13,8	53,97*
Rendimiento	552,4*	70,25

Tabla 3. Nivel de significancia por efecto de tratamiento y repetición. Ecotipo mora sin espinas.*Es significativo.

VARIABLES	TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Numero de Frutos	13,09*	17,71
Peso de Frutos	80,37*	20,808*
Diámetro	46,25	68,65
Rendimiento	107,72*	28,32*

Tabla 4. Nivel de significancia por efecto de tratamiento y repetición. Ecotipo mora con espinas.*Es significativo.

En resumen el mayor rendimiento para mora sin espinas (15.3 Tn/ha-1) se obtiene con la aplicación del T21 seguido del T29 (14.4 Tn/ha^{-1}) luego el 23 (12.8 Tn/ha^{-1}) y por último el T42 (12.4 Tn/ha^{-1}).

En cuanto a mora con espinas, los resultados el mayor rendimiento lo obtuvo el T34 (1.93 Tn/ha^{-1}), seguido del T32 (1.87 Tn/ha^{-1}), luego el T18 (1.68 Tn/ha^{-1}) y por último el T14 (1.47 Tn/ha^{-1}).

El peso del fruto y rendimiento bajo el efecto de aplicación de Nitrógeno tiene diferencia significativa, sin afectar el numero de frutos y el diámetro del mismo. (Tabla 3).Se observa un mayor rendimiento con niveles de Nitrógeno iguales a 30 lo que equivale a 49 gramos por planta en ambos lotes. Cantidad que no coincide con el Plan general de fertilización para el cultivo de mora, en zonas productoras de los departamentos del eje cafetero; recomendada para 2000 plantas por hectárea.

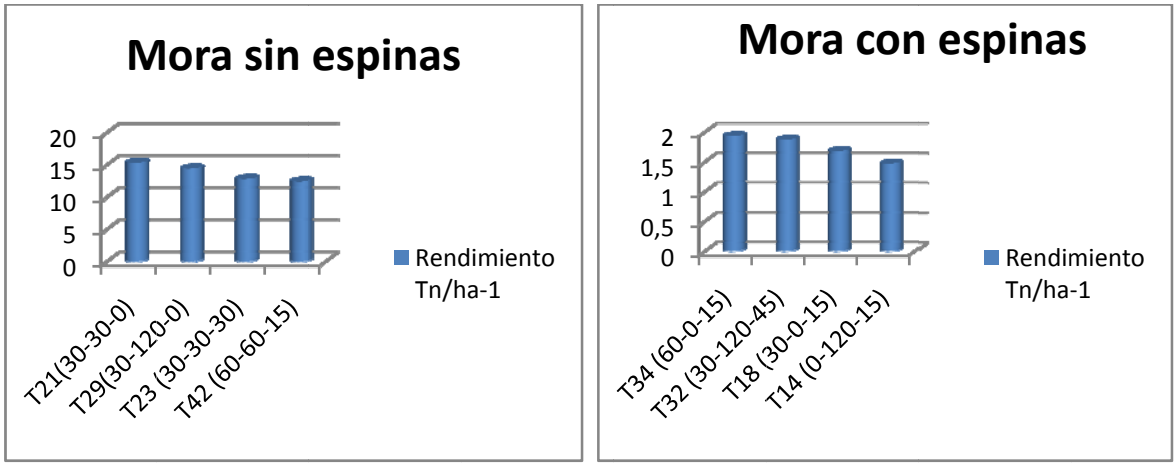


Figura 8. Rendimiento en Tn/ha^{-1}

En la figura 8 se observa que en el ecotipo mora sin espinas, el tratamiento de mayor rendimiento fue el T21, seguido del T29, luego el T23 y por ultimo el T42. Para el ecotipo mora con espinas, el T34 obtuvo el mayor rendimiento seguido del T32, luego el T18 y por ultimo el T14.

5.7.1 Niveles de Nitrógeno, fósforo, Potasio y su relación con el rendimiento.

Para cada cultivo de mora se establecieron los mismos niveles de aplicación, dosis y tiempo de aplicación. Por lo anterior, para cada uno de ellos se presenta

parámetros estimados en producción según dosis de aplicación que conllevaron a un mejor rendimiento o rendimientos sobresalientes en el cultivo.

- **Cultivo de mora sin espinas. Finca el Mirador**

Para referir la relación de los nutrientes y su efecto en el rendimiento de las plantas en ambos ecotipos de mora, se muestra en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Relación Nitrógeno, Fosforo, Potasio con el rendimiento.

VARIABLE	NITROGENO (N)	FOSFORO (P)	POTASIO (K)	N x P	N x K	P x K	N x P x K	REPETICION
Número de frutos	4541,17	9905	96291,65*	86413,42*	98179,9*	72438,19*	20459,08	280331*
Peso de fruto	1447190,9*	283687,1*	1199526,6*	3232217,7*	4096740,1*	1962990,14*	862382,7*	16219,5
Diámetro	4534,25	8518,5	21924,7*	11014,05*	4225,8	2839,03	5830,57	33657,49*
Rendimiento	2572753,4*	504144,1*	2132409,6*	5746283,7*	7283959,4*	348989,27*	1533323,4*	28950

En la tabla anterior, se observa lo siguiente:

En número de frutos hay diferencia significativa en potasio; la interacción Nitrógeno Fósforo, Nitrógeno Potasio y Fósforo Potasio.

La aplicación de los niveles de Nitrógeno no afecta el número de frutos, al igual que el Fósforo pero si afecta el peso del fruto al igual que el Fósforo y el Potasio.

Los niveles aplicados de potasio y la interacción Nitrógeno Fósforo, presenta diferencia significativa para cada una de las variables.

La aplicación de los niveles de Potasio, su interacción con el Nitrógeno - Fósforo afecta las variables de número y peso de frutos, lo que se ve reflejado directamente en el rendimiento de la planta.

- **Cultivo de mora con espinas. Finca Inés**

Tabla 6. Relación Nitrógeno, Fosforo, Potasio con el rendimiento.

VARIABLE	NITROGENO (N)	FOSFORO (P)	POTASIO (K)	N x P	N x K	P x K	N x P x K	REPETICION
Número de frutos	1782	1377,3	3663,5*	926,7	2273,7	1244,6	1562,6	3197,9*
Peso de fruto	32027,7*	40557,0*	62223,7*	16538,8*	25081,9*	42011,9*	19615,4*	132,8
Diámetro	34840,8*	12605	3077,6	12797,6	3939,07	11014,1	5917,08	2212,04
Rendimiento	57027,3*	72065,03*	110512,2*	29411,2	44576,1*	74597,3*	34864,01*	236,11

Analizando la tabla anterior, se puede observar:

En peso de frutos como en rendimiento hay diferencia significativa para cada uno de los elementos aplicados; lo que indica que la aplicación de los niveles Nitrógeno, Fosforo y Potasio afectan la calidad de frutos en cuanto a peso por planta y por consiguiente el rendimiento.

5.8 EFICIENCIA AGRONOMICA EN PLANTAS DE MORA GLAUCUS SP.

Considerando que la eficiencia agronómica pretende determinar la relación que existe entre el rendimiento y la cantidad del fertilizante aplicado, para el cálculo de estos datos se ocupo la formula

$$E.A.N = \frac{(\text{Rdto.Fertiliz TF} - \text{Rdto Tes.TT})}{\text{N Fertilizante aplicado}}$$

Donde: E.A= Eficiencia Agronómica

E.A.N=Eficiencia Agronómica de uso de Nitrógeno (en este caso).

TF= Tratamiento Fertilizado

TT= Tratamiento Testigo

N= Fertilizante Aplicado

Se presenta a continuación los valores de eficiencia agronómica para uso de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio por ecotipo de mora y se hace una comparación entre los ecotipos.

Para mora sin espinas las eficiencias agronómicas son las siguientes:

Para Nitrógeno y Fósforo, el T21 es el más eficiente en la toma de este nutriente, coincidiendo, que este es el tratamiento con más rendimiento dentro de esta investigación.

Una alta eficiencia agronómica se obtiene si el incremento del rendimiento por unidad de nitrógeno aplicado es alto. Castillo (2005).

Según Pichardo et al, con la aplicación fragmentada se realiza el uso eficiente de la fertilización nitrogenada siendo determinante para la producción de los cultivos y reducen las pérdidas de elementos por lixiviación, denitrificación y volatilización (Malagoli y Saccomani, 1993). Además el costo ambiental, las pérdidas del fertilizante por manejo inadecuado del mismo reducen eficiencia en el uso del fertilizante y la productividad de la cultivo (Back, 1984).

La mayor recuperación de Nitrógeno en el ecotipo mora con espinas la obtuvo el tratamiento T32 con valor de 54,8 kg de rendimiento por kilogramo del fertilizante, seguido del T18 y luego el T34; la eficiencia agronómica no coincide con el tratamiento con mas rendimiento, pero si con la eficiencia de Potasio con valor de 111,33 Kg de rendimiento por kilogramo de Potasio aplicado.

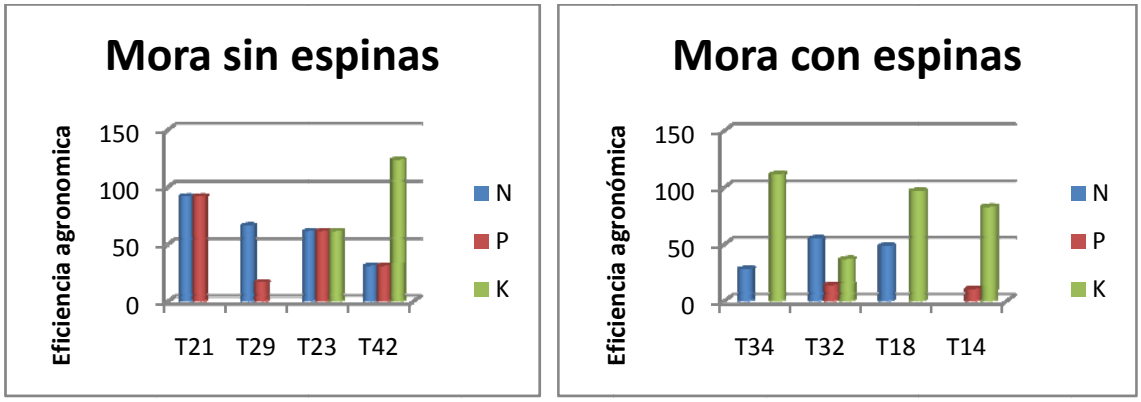


Fig 9.Eficiencia agronómica en los ecotipos de mora

Con relación a la eficiencia agronómica se determino que los niveles de nutrientes aplicados mejoro esta eficiencia y que los ecotipos de mora sin espinas tuvieron mayor eficiencia agronómica con 91,7 Kg de rendimiento por kg de Nitrógeno aplicado, 91,7 kg de rendimiento por kg de Fósforo aplicado.

En los dos ecotipos establecidos mora sin espinas y mora con espinas, tuvo mejor comportamiento la mora sin espinas en cuanto a la eficiencia agronómica.

5.9 EFICIENCIA FISIOLOGICA

En la eficiencia fisiológica se analiza la proporción de Nitrógeno, Fósforo y Potasio absorbido que es traslocado al fruto y produce incremento en rendimiento.

En este caso, el ecotipo mora sin espinas presentó la mayor eficiencia fisiológica en cada uno de los fertilizantes aplicados con una media de 103 Kg de rendimiento por cada kg de Nitrógeno, 858 Kg de rendimiento por cada kg de Fósforo aplicado, 91,54 Kg de rendimiento por cada kg de Potasio aplicado, 464 Kg de rendimiento por cada kg de Calcio aplicado, 647,5 Kg de rendimiento por cada kg de Magnesio aplicado. Siendo el T21 de este ecotipo el que mayor eficiencia obtuvo.

El ecotipo mora con espinas el T14 tuvo la mayor eficiencia fisiológica el cual no coincide con el tratamiento de mayor rendimiento.

6. CONCLUSIONES

Los diferentes niveles de nutrientes aplicados en mora evidencian que el ecotipo de mora sin espinas presenta un máximo rendimiento con niveles de aplicación de 30,30,0 en Nitrógeno, Fósforo y Potasio consecutivamente, sin embargo para el ecotipo mora con espinas la respuesta a los mejores rendimientos coinciden con los niveles 60,0,15 de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

De los resultados de la eficiencia agronómica y fisiológica se deduce que el ecotipo de mora sin espinas es más eficiente en la toma de nutrientes y traslocación de estos a los frutos y el ecotipo mora con espinas, es más eficiente en la toma del potasio.

En cuanto a los mejores rendimientos obtenidos en esta investigación para alcanzar este nivel el ecotipo de mora sin espinas requiere aplicaciones de 30-5-39 en Nitrógeno, Fósforo y Potasio y mora con espinas requiere 30-3-15 de los nutrientes.

BIBLIOGRAFIA

BERTSCH, F. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 2003.307 p.

MOREIRA, Marco A. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (Capsicum annuum CV. UCR 589) en Alajuela, Costa Rica -2005.

CASTILLO, A. Extracción de nutrientes en plantaciones de Jaul (*Alnus acuminata* (H.B.K) O. Kuntze) en la cuenta del río Virilla, Costa Rica. Agronomía costarricense. 2005. 109-120 p.

PICHARDO *ET AL*. Aplicación dividida de Nitrogeno en haba, 2005.

MALAGOLI, M. G. and M. Saccomani. Assessment of a selection pressure for improved nitrate and sulfate recovery by maize. J. Plant Nutr. 1993. 713-722 p.

Tafur, R., Toro, J., Perfetti, J., Ruiz, D., Morales, J. Plan Frutícola Nacional (PFN). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, Asohofrucol, SAG. 2006.43 p.

Jorge A, Escobar. Elemetos estructurles de un experimento agrícola. CIAT,Cali, Colombia. 1981. 5-19 p.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Programa de diversificación de zonas cafeteras. El cultivo de la mora de castilla. 1986. 35p.

Novoa, R., y Loomis, R.L. Plant Soil 1981.177-204 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA , COLOMBIA [Citado en el 2008] tomado de internet< www.**agronet**.gov.co/.../documentosUNINuke>.

Producción de Mora de Castilla Ingeniería agrícola. Colombia tomado de internet <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/mora.htm>.

ANEXO

ANEXO A. Resultados Análisis de suelos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE PALMIRA

PBX: 271 70 00 A.A. 237
[Ext.35151,35345]

LABORATORIO QUIMICO DE SUELOS Y AGUAS
ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

DESCRIPCIÓN

SOLICITANTE
Nombre: **Proyecto Prof. Juan Carlos Menjivar**
Dirección y Teléfono:
Ciudad:

LOCALIDAD
Entidad: **Universidad Nacional de Colombia - Palmira**
Corregimiento: **Córdoba**
Municipio: **Armenia**
Departamento: **Quindio**
Finca:
Profundidad (cm)

FECHA
Recibido: **22-02-2007**
Entregado: **24-04-2007**

No. de Laboratorio	S-1022	S-1023	S-1024	
Muestra o lote No.	01	02	03	
Altura (msnm):	2000	2000	2000	
pH (Relación 1:1)	5.6	5.7	5.8	
Materia Orgánica (o/o)	7.5	5.9	3.8	
Calcio Intercambiable (meq/100g)	2.4	1.7	1.5	
Magnesio Intercambiable (meq/100 g)	0.9	0.8	0.8	
Potasio Intercambiable (meq/100 g)	0.24	0.18	0.28	
Sodio Intercambiable (meq/100 g)	1.13	0.60	0.56	
Capacidad de Intercambio (meq/100 g)	12.0	12.1	9.9	
Aluminio Intercambiable (meq/100 g)	-	-	-	
Fósforo Asimilable (ppm)	12	6	7	
Textura al Tacto	-	-	-	
H^+ Intercambiable (meq/100g)	-	-	-	
CO3 Carbonatos Libres	-	-	-	

OBSERVACIONES

RAÚL MADRIÑAN MOLINA
Director de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA
PBX: 271 70 00 A.A. 237
[Ext. 35151,35345]

ANALISIS DE ELEMENTOS MENORES

No. de Laboratorio	S-1022	S-1023	S-1024
Muestra o lote No.	01	02	03
Cobre (ppm)	4.2	3.8	2.9
Zinc (ppm)	2.9	4.1	1.0
Manganeso (ppm)	10.3	5.7	4.1
Hierro (ppm)	53.8	57.9	41.3
Boro (ppm)	0.26	0.25	0.13

RANGOS PARA LA EVALUACION

ELEMENTO	BAJO	MEDIO	ALTO
COBRE (ppm)	**0.0 - 1.0**	**1.0 - 3.0**	**Mayor de 3.0**
ZINC (ppm)	**0.0 - 1.8**	**1.8 - 3.5**	**Mayor de 3.5**
MANGANESO (ppm)	**0.0 - 5.0**	**5.0 - 10.0**	**Mayor de 10.0**
HIERRO (ppm)	**0.0 - 25.0**	**25.0 - 50.0**	**Mayor de 50.0**
BORO (ppm)	**0.0 - 0.25**	**0.25 - 0.50**	**Mayor de 0.50**

METODOLOGIA: Para Boro con el Método de Olsen Modificado. El resto de elementos con el Método de Acetato de Amonio 1 Normal Neutro y EDTA 0.01M.

RAÚL MADRIÑAN MOLINA
Director de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE PALMIRA

LABORATORIO QUIMICA DE SUELOS Y AGUAS

ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

DESCRIPCIÓN

SOLICITANTE

Nombre: **Prof. Juan Carlos Menjivar** Est. Beatriz Artunduaga

Dirección y Teléfono:

Ciudad:

LOCALIDAD

Entidad: **Proyecto de Investigación**

Corregimiento: -

Municipio: -

Departamento: -

Finca: -

Profundidad (cm) -

FECHA

Recibido: **08-09-2008**

Entregado: **26-01-2009**

Muestra Número	S-1950	S-1951	S-1952	S-1953
Lote Número	1	2	3	Finca 2
Altura (msnm):	-	-	-	-
pH (Relación 1:1)	5.3	5.6	5.4	5.5
Materia Orgánica (o/o)	10.6	10.0	8.4	12.0
Calcio Intercambiable (meq/100g)	10.3	18.8	8.3	23.4
Magnesio Intercambiable (meq/100 g)	1.3	2.7	1.8	6.4
Potasio Intercambiable (meq/100 g)	0.30	1.43	0.06	0.89
Sodio Intercambiable (meq/100 g)	1.57	1.13	1.09	1.35
Capacidad de Intercambio (meq/100 g)	21.88	20.76	17.77	22.96
Aluminio Intercambiable (meq/100 g)	0.15	-	-	-
Fósforo Asimilable (ppm)	ND	2	5	4
Textura al Tacto	-	-	-	-
CO3 Carbonatos Libres	-	-	-	-

METODOLOGIA:

Para Fósforo con el método Bray II, Materia Orgánica con el método Walkley and Black (Técnica Espectroscopia UV-Vis). Para Bases con el método Acetato de Amonio 1 Normal (Técnica Absorción Atómica). Para pH con el método Agua Volumen a Volumen (Técnica Peachímetro). Para Capacidad de Intercambio Catiónico con el método Cloruro de Sodio, Aluminio con el método Cloruro de Potasio (Técnica Titulación) .

OBSERVACIONES

Los datos son el promedio de tres (3) repeticiones.

.

EDGAR ENRIQUE MADERO MORALES
Coordinador de Laboratorio

Carrera 32 Barrio Chapinero Vía Candelaria, Edificio Leopoldo Rother Bloque C 2° Piso
PBX 2717000 Ext. 35151 / 35345 **Telefax** 2717051
Correo electrónico: lqsuelos@palmira.unal.edu.co
Palmira, Valle, Colombia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE PALMIRA

LABORATORIO QUIMICA DE SUELOS Y AGUAS

ANALISIS DE ELEMENTOS MENORES

Muestra Número	**S-1950**	**S-1951**	**S-1952**	**S-1953**
Lote Número	1	2	3	Finca 2
Cobre (ppm)	2.2	3.2	1.7	9.9
Zinc (ppm)	1.5	1.9	2.2	13.1
Manganeso (ppm)	12.1	18.5	13.2	24.1
Hierro (ppm)	86.3	100.0	53.2	90.6
Boro (ppm)	0.13	0.15	0.19	0.18

RANGOS PARA LA EVALUACION

ELEMENTO	**BAJO**	**MEDIO**	**ALTO**
COBRE (ppm)	**0.0 - 1.0**	**1.0 - 3.0**	**Mayor de 3.0**
ZINC (ppm)	**0.0 - 1.8**	**1.8 - 3.5**	**Mayor de 3.5**
MANGANESO (ppm)	**0.0 - 5.0**	**5.0 - 10.0**	**Mayor de 10.0**
HIERRO (ppm)	**0.0 - 25.0**	**25.0 - 50.0**	**Mayor de 50.0**
BORO (ppm)	**0.0 - 0.25**	**0.25 - 0.50**	**Mayor de 0.50**

METODOLOGIA: Para Boro con el Método de Olsen Modificado (Técnica Espectroscopia UV-Vis). El resto de elementos con el Método de Acetato de Amonio 1 Normal Neutro y EDTA 0.01M (Técnica Absorción Atómica).

OBSERVACIONES: Los datos son el promedio de tres (3) repeticiones.

EDGAR ENRIQUE MADERO MORALES
Coordinador de Laboratorio

Carrera 32 Barrio Chapinero Vía Candelaria, Edificio Leopoldo Rother Bloque C 2° Piso
PBX 2717000 Ext. 35151 / 35345 **Telefax** 2717051
Correo electrónico: lqsuelos@palmira.unal.edu.co
Palmira, Valle, Colombia