

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO

CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

RESPUESTA DEL CULTIVO DE MORA *Rubus glaucus*. A LA APLICACIÓN  
DE DOS TIPOS DE BIOLES DE FRUTAS EN DOS DOSIS. TUMBACO,  
PICHINCHA.

Previa a la obtención de Grado Académico o Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

ELABORADO POR:

DIEGO ANDRES MORILLO GOMEZ

**SANGOLQUI, Septiembre de 2011**

## EXTRACTO / ABSTRACT

En el ánimo de mejorar la calidad de las moras, en sus parámetros productivos y reducir los costos de producción, se tiene como alternativa el uso del biol de frutas, cuya elaboración artesanal es simple, económica y su contenido es rico en microelementos y elementos que contribuyen a una nutrición balanceada de los cultivos.

Los resultados evidencian que los bioles orgánicos de frutas influyen en la calidad de las moras; el biol de frutas como bioestimulante artesanal es una alternativa económica, por lo cual se recomienda y justifica su uso en el cultivo de moras, debido al incremento de diámetro de los frutos.

Mediante la validación, divulgación e incentivos de técnicas orgánicas para elaborar abonos se ofrece al agro una base para pequeñas producciones, y una independencia en el abastecimiento de materias primas externas, logrando así cerrar ciclos mediante una agricultura integral y sustentable, la cual es un ejemplo de bioconservación en la actualidad a nivel mundial.

With the idea for getting a better quality of the blackberry, in their productive factors and reducing costs, the alternative is the fruit biol, which is easy to produce in a hand made fashion, with a low cost and a high level of microelements and elements which give a balanced nutrition to the crop.

The results show that the organic fruit biols have influence in the quality of the blackberrys. Fruit biol used as a bio stimulator is a low cost alternative and therefore its use in the cultivation of the blackberrys is justified because increases the diameter of the fruit.

Through validation, socialization and increasing the organic techniques to produce fertilizers, the farmers have a base for small production fields, and independence from external farm supplies, which allows to close biological cycles and getting an integral and sustainable agriculture, which is an example of worldwide bio conservation in these days.

## CERTIFICACION

Ing. M. Sc. Álvaro Yépez

Ing. Jaime Grijalva

### Certifican:

Que el trabajo titulado “**RESPUESTA DEL CULTIVO DE MORA *Rubus glaucus*. A LA APLICACIÓN DE DOS TIPOS DE BIOLES DE FRUTAS EN DOS DOSIS. TUMBACO, PICHINCHA.**”, realizado por Diego Andrés Morillo Gómez, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a (explicar los motivos para sí recomendar o no recomendar su publicación) (SI / NO) recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Diego Andrés Morillo Gómez que lo entregue a (Nombre del Coordinador de Carrera), en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, Septiembre de 2011

---

Ing. M. Sc. Álvaro Yépez  
DIRECTOR

---

Ing. Jaime Grijalva  
CODIRECTOR

## DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

Diego Andrés Morillo Gómez

### Declaro que:

El proyecto de grado denominado “**RESPUESTA DEL CULTIVO DE MORA *Rubus glaucus*. A LA APLICACIÓN DE DOS TIPOS DE BIOLES DE FRUTAS EN DOS DOSIS. TUMBACO, PICHINCHA.**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Septiembre de 2011.

---

Diego Andrés Morillo Gómez

## AUTORIZACIÓN

Yo, Diego Andrés Morillo Gómez

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “**RESPUESTA DEL CULTIVO DE MORA *Rubus glaucus*. A LA APLICACIÓN DE DOS TIPOS DE BIOLES DE FRUTAS EN DOS DOSIS. TUMBACO, PICHINCHA.**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolqui, Septiembre de 2011

---

**Diego Andrés Morillo Gómez**

## **DEDICATORIA**

Al Campo, porque el campo es el eden mas lindo del mundo entero.

**Diego Andrés Morillo Gómez**

# **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, a mis amigos y enemigos

**Diego Andrés Morillo Gómez**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 OBJETIVOS	5
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>6</b>
2.1 LA MORA	6
2.1.1 Origen	6
2.1.2 Botánica	7
2.1.2.1 Identificación	7
2.1.2.2 Descripción Taxonómica	8
2.1.2.3 Descripción Botánica	8
2.1.3 Cultivo	10
2.1.3.1 Requerimientos Edafoclimáticos	10
2.1.3.2 Preparación del terreno	11
2.1.3.3 Propagación	11
2.1.3.4 Riego	13
2.1.3.5 Fertilización	13
2.1.3.6 Podas	14
2.1.3.7 Control de malezas	15
2.1.3.8 Cosecha	16
2.1.3.9 Poscosecha	16
2.2 BIOLES DE FRUTAS	17
2.2.1 Las Frutas	18
2.2.2 La Melaza	24
2.2.3 Elaboración del Biol de Frutas	26
2.3 NUTRICION VEGETAL	27
2.3.1 Macronutrientes	28
2.3.1.1 Nitrógeno	28
2.3.1.2 Fósforo	28
2.3.1.3 Potasio	29

2.3.1.4	Azufre	29
2.3.1.5	Magnesio	29
2.3.1.6	Calcio	30
2.3.2	Micronutrientes	30
2.3.2.1	Boro	30
2.3.2.2	Cobre	31
2.3.2.3	Hierro	31
2.3.2.4	Manganesio	31
2.3.2.5	Zinc	32
2.3.2.6	Molibdemo	32
2.3.2.7	Cloro	32
2.3.3	Aminoácidos	33
2.3.4	Fitohormonas	35
2.4	FERTILIZACION FOLIAR	36
2.4.1	Principio de la nutrición foliar	37
2.4.2	Características	38
2.4.3	Importancia práctica	41
2.4.4	Ventajas de la Fertilización Foliar	41
2.4.5	Limitaciones de la Fertilización Foliar	43
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>46</b>
3.1	CARACTERISTICAS DEL AREA DEL EXPERIMENTO	46
3.1.1	Ubicación	46
3.1.2	Características Edafoclimáticas	46
3.1.3.1	Características Climáticas	46
3.1.3.2	Topografía y suelos	46
3.2	MATERIALES	47
3.2.1	Insumos	47
3.2.1	Equipos y herramientas	47
3.3	MÉTODOS	47
3.3.1	Factores en estudio	47
3.3.1.1	Mezclas	47

3.3.1.2	Dosis	47
3.3.2	Tratamientos	48
3.3.3	Diseño experimental	48
3.3.3.1	Tipo de diseño	48
3.3.3.2	Numero de repeticiones	48
3.3.3.3	Características de las unidades experimentales	48
3.3.3.4	Análisis estadístico	49
3.3.3.5	Análisis funcional	49
3.3.3.6	Regresión y coorelación	49
3.3.3.7	Análisis Económico	49
3.3.3.8	Variables en estudio	50
3.3.4	Método específico del experimento	50
3.3.4.1	Adecuación de campo	51
3.3.4.2	Procedimientos	52
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>56</b>
4.1	Numero de brotes/Rama	56
4.2	Largo del Corimbo (cm)	59
4.3	Numero de flores/Corimbo	61
4.4	Numero de frutos/corimbo	64
4.5	Porcentaje de Amarre	67
4.6	Peso de Cosecha	70
4.7	Diámetro del fruto	73
4.8	Análisis Económico	77
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>80</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>81</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>84</b>

## LISTADO DE TABLAS

**TABLA 1. Contenidos Nutricionales de la papaya (*Carica papaya*)**

**TABLA 2. Contenidos Nutricionales del banano (*Musa acuminata*)**

**TABLA 3. Contenidos Nutricionales del melón (*Cucumis melo*)**

**TABLA 4. Contenidos de Nutricionales de la naranja (*Citrus cinensis* Oskek)**

**TABLA 5. Contenidos Nutricionales del babaco (*Carica pentandra*)**

**TABLA 6. Contenidos Nutricionales de la Melaza de Caña**

**TABLA 7. Factores que influyen en la efectividad de la fertilización foliar**

**TABLA 8. Agrupamiento, descripción y nomenclatura de los tratamientos**

**TABLA 9. Ingredientes utilizados para la elaboración de las tres clases de abonos de frutas**

## **LISTADO DE CUADROS**

**CUADRO 1. Análisis de varianza de número de brotes/rama en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 2. Efecto de los dos tipos de bioles sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 3. Efecto de las dosis de bioles sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 4. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 5. Análisis de varianza para el largo del corimbo en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 6. Efecto de los bioles sobre el largo de corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 7. Efecto de las dosis de bioles sobre largo el corimbo plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 8. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el largo del corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 9. Análisis de varianza para el número de flores/corimbo en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 10. Efecto de los bioles sobre el número de flores/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 11. Efecto de las dosis de bioles sobre el número de flores/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 12. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de flores/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 13. Análisis de varianza de número de frutos/corimbo en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 14. Efecto de los bioles sobre el número de frutos/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 15. Efecto de las dosis de bioles sobre el número de frutos/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011. CUADRO 16. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de frutos/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 17. Análisis de varianza el porcentaje de amarre en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 18. Efecto de los bioles sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 19. Efecto de las dosis de bioles sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 20. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 21. Análisis de varianza del peso de cosecha en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 22. Efecto de los bioles sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 23. Efecto de las dosis de bioles sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 24. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 25. Análisis de varianza para el diámetro de fruto en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 26. Efecto de los bioles sobre el diámetro de fruto plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

**CUADRO 27. Efecto de las dosis de bioles sobre el diámetro de fruto en plantas de mora. Tumbaco, Pichncha 2011.**

**CUADRO 28. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el diámetro de fruto en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha. 2011.**

**CUADRO 29. Beneficio bruto, costos variables y beneficio neto de los tratamientos en estudio.**

**CUADRO 30. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.**

## **LISTADO DE ANEXOS**

**ANEXO 1. Croquis del ensayo**

**ANEXO 2. Registro Fotográfico**

**ANEXO 3. Costos de producción**

**ANEXO 4. Análisis de bioles**

## LISTADO DE GRAFICOS

**GRÁFICO 1.** Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.

**GRÁFICO 2.** Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el largo del corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.

**GRÁFICO 3.** Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de flores por corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.

**GRÁFICO 4.** Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de frutos por corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.

**GRÁFICO 5.** Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.

**GRÁFICO 6.** Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.

**GRÁFICO 7.** Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el diámetro del fruto en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.

## RESUMEN

Actualmente, muchas especies de cultivos andinos se han destacado al penetrar al gran mercado perteneciente a los frutales. Entre estas se encuentran la mora, variedad "brazos" (*Rubbus glaucus.*), especie perteneciente a la familia de las rosáceas. Este tipo de frutal, que es más bien una especie de exportación en el ámbito nacional, se utiliza en la elaboración de mermeladas, jaleas y tiene su mercado asegurado en Europa, Estados Unidos y Asia.

En el Ecuador el cultivo de mora tiene un gran potencial, dadas las características agro ecológicas y climáticas, aptas para la explotación de esta especie y con una producción en todos los meses del año, cuya particularidad otorga ventaja sobre los mayores productores a nivel mundial.

En el ánimo de mejorar la calidad de las moras, en sus parámetros productivos y reducir los costos de producción, se tiene como alternativa el uso del biol de frutas, cuya elaboración artesanal es simple, económica y su contenido es rico en microelementos y elementos que contribuyen a una nutrición balanceada de los cultivos.

Los resultados evidencian que los bioles orgánicos de frutas influyen en la calidad de las moras; el biol de frutas como bioestimulante artesanal es una alternativa económica, por lo cual se recomienda y justifica su uso en el cultivo de moras, debido al incremento de diámetro de los frutos.

Mediante la validación, divulgación e incentivos de técnicas orgánicas para elaborar abonos se ofrece al agro una base para pequeñas producciones, y una independencia en el abastecimiento de materias primas externas, logrando así cerrar ciclos mediante una agricultura integral y sustentable, la cual es un ejemplo de bioconservación en la actualidad a nivel mundial.

## **ABSTRACT**

Currently, many species of Andean fruits have penetrated the market in outstanding ways. Among these are the Blackberry, variety "brazos", species belonging to the rosaceous family. This type of fruit, which is consumed in the local market, is used in the preparation of jams, jellies and has a potential market in Europe, North America and Asia.

In Ecuador, the cultivation of blackberry has great potential, given the agro-ecological and climatic conditions. With monthly production and its suitability for export, the species has a special advantage over the largest producers worldwide.

With the idea for getting a better quality of the blackberry, in their productive factors and reducing costs, the alternative is the fruit biol, which is easy to produce in a hand made fashion, with a low cost and a high level of microelements and elements which give a balanced nutrition to the crop.

The results show that the organic fruit biols have influence in the quality of the blackberrys. Fruit biol used as a bio stimulator is a low cost alternative and therefore its use in the cultivation of the blackberrys is justified because increases the diameter of the fruit.

Through validation, socialization and increasing the organic techniques to produce fertilizers, the farmers have a base for small production fields, and independence from external farm supplies, which allows to close biological cycles and getting an integral and sustainable agriculture, which is an example of worldwide bio conservation in these days.

## I. INTRODUCCIÓN

La popular mora silvestre, es en realidad la zarzamora, también denominada frambuesa negra. Se trata de un fruto que crece en arbustos de la familia de las Rosáceas, la cuál incluye más de 2.000 especies de plantas herbáceas, arbustos y árboles distribuidos por las regiones templadas de todo el mundo.

La mora es una fruta de consumo diario en las familias de los ecuatorianos por lo que su demanda alcanza a los 2 kilogramos por familia; la producción de las provincias de Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua no alcanza al óptimo de 5 kilogramos por planta, por ciclo, debido a problemas de plagas y enfermedades e inadecuado manejo del cultivo. La superficie cultivada alcanza las 5247 hectáreas y la mayor parte está en manos de pequeños y medianos productores con promedios que van de 200 a 2000 plantas en producción (INIAP/DICYT, 2008).

En el uso de la mora se destacan dos grandes campos, el industrial donde la fabricación de mermeladas, conservas y pulpas no requieren de una extrema calidad en el producto, y el campo de la gastronomía específicamente en la repostería donde la exigencia de la calidad prima en sus características organolépticas.

El recurso suelo en las producciones agrícolas, es uno de los más importantes y merece un cuidado especial y para no llegar a degradarlo irreversiblemente es preciso manejar un balance positivo en la entrada y salida de nutrientes. Para cumplir con esto los productores pueden recurrir a diferentes fuentes de aporte de elementos nutritivos, como la humificación, el compostaje, y la fabricación de abonos a base de fermentación como el biol de frutas.

Concomitantemente con esto y con el fin de mejorar la calidad de las moras, incrementar el número de brotes emergidos después del corte, así como también mejorar la productividad del cultivo reduciendo los costos de producción, aparece como alternativa el uso de bioles de frutas, cuya elaboración artesanal es simple, barata y su contenido es rico en minerales,

vitaminas y aminoácidos, que contribuyen a una nutrición balanceada del cultivo, da el valor agregado de “orgánico” al producto y reemplazan así a productos fitoquímicos para la nutrición complementaria, que son causa de elevados costos de producción y en algunos casos, de pérdidas de las características organolépticas del producto final en este caso el de la mora (Donoso, Torres, 2007).

Los abonos de frutas son una alternativa de fertilización para los cultivos, la cual se la aplica al follaje y de manera complementaria. Estos son elaborados de manera artesanal, con un procedimiento bastante simple y con insumos accesibles para cualquier productor (Suquilanda, 1995).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 General**

- Evaluar la calidad y producción del cultivo de mora *Rubus spp.* a aplicaciones de dos tipos de bioles de frutas en dos dosis como abonos foliares complementarios a la fertilización base.

### **1.1.2 Específicos**

1. Determinar el biol de frutas más efectivo como fertilización foliar en la producción del cultivo de mora *Rubus spp.*
2. Determinar la dosis del biol de frutas que permita mejorar la calidad y producción en el cultivo de mora *Rubus spp.*
3. Determinar el tratamiento más económico.
4. Difundir los resultados de la investigación.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 LA MORA

La popular mora silvestre se trata de un fruto que crece en arbustos de la familia de las Rosáceas, la cual incluye más de 2.000 especies de plantas herbáceas, arbustos y árboles distribuidos por las regiones templadas de todo el mundo. Las principales frutas europeas, además del rosal, pertenecen a esta gran familia. Así mismo, se engloban dentro del género *Rubus*, que no se ha de confundir en ningún momento con las frutas del género *Morus*; *Morus nigra* y *Morus alba* L., que crecen en árboles.

Crece silvestre en muchas llanuras, montañas, claros de bosques y sobre todo en pendientes y márgenes soleados. Es un fruto compuesto constituido por pequeñas drupas o granos que se agrupan entre sí. Primero son de color verde, después rojas y cuando están maduras, adquieren un color negro brillante (Consumer, 2004).

Los géneros *Rubus* y *Rosa*, pertenecientes a las Rosáceas, son muy semejantes; de allí que la planta de la mora se asemeje bastante a las plantas de rosas silvestres o guadoras, con espinas y hojas compuestas de tres a cinco hojuelas. La diferencia entre estos géneros está en el fruto, ya que las moras tienen la apariencia de una fresa oblonga o de dedal y su color es negro, rojo y púrpura cuando está madura (Ferrucci, 2001).

#### 2.1.1 Origen

Estas especies entre otros centros de origen son oriundas de Asia y Europa y se pueden ver en estado silvestre en márgenes de caminos o torrenteras. Crecen en terrenos húmedos y se pueden encontrar a 1.500 msnm. La mora de Castilla (*Rubus glaucus*) fue descubierta por Hartw y descrita por Benth. Es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador. El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal. Se encuentran diseminadas en casi todo el mundo excepto en las zonas

desérticas. Las especies más conocidas son *Rubus idaeus* (frambuesa), *Rubus occidentalis* (mora cultivada) y *Rubus folius* (zarzamora), las cuales se cultivan en la zona templada. A partir de 1840 se iniciaron trabajos para obtener variedades con mejores características, las cuales se establecieron principalmente en los Estados Unidos y desde entonces se han generado nuevos genotipos en las zonas templadas. Existen en la actualidad especies del género *Rubus* con espinas y sin espinas con variedades de porte erecto y semierecto. La primera variedad reportada en 1851, se encuentra la Dorchester y luego la Synder.

Esta especie se encuentra distribuida a nivel mundial, aunque la producción comercial está ubicada en las zonas templadas y en tierras altas del trópico (Agricultura sensitiva, 2001).

## **2.1.2 Botánica**

### **2.1.2.1 Identificación**

Es una planta arbustiva, semileñosa que alcanza de 1.5 a 3 m. de altura, de sexualidad hermafrodita (Rueda, 2006).

La mora, taxonómicamente se encuentra formando parte del orden de los rosales dentro de la familia Rosaceae, cuyas características principales son: Una raíz principal, inflorescencia en corimbo y un fruto compuesto formado por multidrupas (Rueda, 2006).

### 2.1.2.2 Descripción taxonómica

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Antofita
<b>Clase:</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase:</b>	Arquiclamidea
<b>Orden:</b>	Rosales
<b>Familia:</b>	Rosaceae
<b>Genero:</b>	Rubus
<b>Especie:</b>	Glaucus
<b>Nombre científico:</b>	<i>Rubus glaucus</i> .
<b>Nombre común:</b>	“Mora”

### 2.1.2.3 Descripción Botánica

- **Raíz**

La mora presenta una sola raíz principal gruesa formada a partir de la radícula del embrión, la misma forma varias raíces laterales de menos calibre ramificándose cada vez más, cubriendo una área mayor o igual que la corona de la planta (Rueda, 2006).

- **Tallo**

El tallo esta a continuación de la raíz sobre la superficie del suelo, se separa de la raíz por medio del cuello o zona de diferenciación, el mismo se forma a partir de la yema embrionaria del epicótilo y siempre crece con geotropismo negativo y fototropismo positivo.

Posee espinas, las cuales son proyecciones epidérmicas de varias células, o son modificaciones de hojas completas, cuando se desprenden lo hacen fácilmente y dejan huella (Rueda, 2006).

- **Hojas**

Tienen una lámina o limbo amplio con un peciolo de variado tamaño y con nervaduras reticuladas, sus hojas son del tipo compuesto ya que son hojas de lámina dividida, gracias a que la lámina se divide en folíolos, dichos folíolos se originan del raquis que es la continuación del peciolo y no tienen yemas en cada folíolo, sino en cada base de la hoja compuesta.

Por el ápice de las hojas se clasifican en apiculadas, por la base es del tipo trunca, por la lámina se clasifican en ovada, por la nervadura sus hojas se clasifican en pinnatinervias, es una hoja compuesta imparipinada y peltada (Rueda, 2006).

- **Flores**

Se originan a partir de una yema floral, la cual tiene un crecimiento terminal o apical limitado, debido a que el meristemo apical deja de crecer y sus células se especializan formando varios ciclos florales (Gentry, 1996).

La mora posee una flor completa, bisexual o perfecta, posee simetría floral del tipo radial, formada por cinco sépalos con cinco pétalos, corona rosácea y con un infinito número de estambres homodinámicos (Gentry, 1996).

- **Fruto**

De manera general el fruto se desarrolla después de la fecundación, es el ovario transformado y maduro de la flor que en su interior aloja las semillas (Gentry, 1996 y Rueda, 2006).

El fruto se compone de dos partes, el pericarpio y las semillas, el pericarpio se forma a partir de la pared del ovario después de la fecundación de la flor tiene una función de proteger a las semillas hasta cuando estas maduren y sean liberadas del fruto, el mismo posee tres capas que son epicarpio, mesocarpio y endocarpio (Rueda, 2006).

### **2.1.3 Cultivo**

#### **2.1.3.1 Requerimientos edafoclimáticos**

- **Suelos**

La mora de Castilla se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica ricos en fósforo y potasio. Se debe mantener una relación calcio, magnesio, potasio Ca:Mg:K 2:1:1 ya que junto con el boro son responsables de una mayor o menor resistencia a las enfermedades. Deben presentar buen drenaje tanto interno como externo, ya que es un planta altamente susceptible al encharcamiento, se adapta bien a pH ácido entre 5,2 y 6,7 siendo 5,7 el óptimo. El tipo de suelo donde se desea establecer un cultivo de mora, debe estar provisto de buen drenaje o construir canales que eviten la acumulación de agua en el suelo. La disponibilidad de agua debe ser suficiente, al igual que el contenido de materia orgánica y tener un contenido de arcilla medio, sin que los suelos sean excesivamente arcillosos como para permitir encharcamiento ni tan arenosos que no retengan la humedad suficiente para las plantas. En los casos de insuficiencia de agua, los frutos que se producen son de mala calidad, no crecen, no desarrollan un color agradable y con tiene poca azúcar. Como las raíces de la planta profundizan a más de un metro es importante que el perfil de suelo no presente capas endurecidas (Hardpan), que impidan el normal desarrollo del sistema radicular (Internet 1).

- **Clima**

La mora posee un gran rango de adaptación, encontrándose desde altitudes que abarcan desde los 1200 hasta los 3500 m.s.n.m. Para un óptimo desarrollo la mora se debe cultivar entre los 1.800 y 2.000 m.s.n.m., en clima frío moderado con temperaturas que varían entre 12 y 18 °C., humedad relativa del 80 al 90%, alto brillo solar y precipitaciones entre 1.500 y 2.500 mm. al año bien distribuidas. La mora es susceptible a las heladas por ello se debe

conocer muy bien el microclima de la zona donde se desee implementar un cultivo (Internet 1).

- **Zonas climáticas en el Ecuador**

En los valles del Callejón Interandino y en las estribaciones de la sierra, esto es en todas las provincias serranas del país (Morales, 1993).

### **2.1.3.2 Preparación del terreno**

Se hace necesario eliminar los arbustos y arrancar las sepas. Posteriormente se realiza un pase de arado, dos de rastrillo, para posteriormente construir los surcos, esta operación no es muy recomendable ya que se atenta contra el equilibrio ecológico. Si el terreno se encuentra enrastrado, se puede realizar dos pases de arado para posteriormente surcar. Es común que antes del cultivo de mora, se establezcan dos o tres cultivos transitorios adecuando la tierra para el cultivo definitivo. Si los terrenos son de barbecho, es recomendable repicar el terreno, que posteriormente se acondiciona para la siembra. Para los pases de arado, es indispensable evitar a toda costa el uso de arados de disco y de vertedero, ya que deterioran la estructura del suelo. En la medida de lo posible, se recomienda utilizar arados de cincel. En general las condiciones de preparación varían de acuerdo con el terreno en que se vaya a trabajar. Como paso siguiente es fundamental determinar los programas y las diferentes labores de adecuación, que comprenden la construcción de los canales de drenaje, el sistema de riego que se desea utilizar, la construcción de vías de acceso al cultivo, la disposición del sitio de empaque y almacenamiento del producto, etc (Internet 1).

### **2.1.2.3 Propagación**

Para establecer cultivos comerciales de mora se recomienda la propagación asexual; los métodos que más se destacan son los acodos de punta, acodos serpenteados o rastreros y por estaca. La propagación sexual no se utiliza debido a que la germinación de la semilla y desarrollo de la planta es lento y los

frutos tienen poca semilla viable (autoincompatibilidad o polen no viable) (Internet 1).

- **Acodo de punta**

El sistema de acodamiento, que consiste en provocar la formación de raíces a un tallo unido aún a la planta madre es el más utilizado para la multiplicación de la mora en el país. El primer paso es seleccionar una rama macho que no sea "fuate" (rama delgada y débil); puede ser un tallo que proviene de la base de la planta, vigoroso, tierno, con hojas terminales juntas y cuyo diámetro sea mayor al de un lápiz. La longitud de la rama, debe ser suficiente que permita arquearla; este procedimiento se realiza enterrando su extremo, de 5 a 7 centímetros, dentro de una bolsa con capacidad de una libra con suelo, teniendo cuidado de mantenerla con buena humedad. Después de 30 o 40 días, las raíces ya deben haber aparecido y se han generado de dos a tres pares de hojas pequeñas en el acodo. En este momento se debe cortar la nueva planta entre 30 y 50 centímetros desde la base, dependiendo de la distancia a la cual se transplantará (Internet 1).

- **Acodo serpenteado o rastrero**

La selección de la rama se hace con los mismos criterios para el acodo de punta. Esta rama debe tener una longitud de 1,5 a 2,5 metros. Se ubica sobre la superficie del terreno sin necesidad de desprenderla de la planta madre, se entierra en algunos tramos y se sostiene con estacas; finalmente se tapa con tierra para facilitar la producción de las raíces.

Después de 30 - 40 días estos acodos se separan de la planta madre y se mantienen por 15 a 30 días más, para que se encuentren listos para el trasplante a su sitio definitivo. Con este método se pueden obtener de tres a cinco plantas por rama (Internet 1).

- **Propagación por estacas**

La selección de la planta madre debe ser muy cuidadosa, en la medida en que reproducirá las mismas características. Por esta razón los tallos escogidos deben ser vigorosos y con suficiente reserva para mantenerse hasta que las estacas emitan sus raíces y puedan alimentarse. El diámetro debe ser superior al de un lápiz, tener mínimo tres yemas sanas y provenir de áreas no muy tiernas. Las ramas se cortan en trozos de 30 centímetros de largo; se realiza un corte en diagonal por la parte superior y uno recto en el área basal retirándoles medio centímetro de corteza, desinfectándolas y sumergiéndolas por la base en una hormona enraizadora. El paso siguiente es el secado y posteriormente embolsado, utilizando un sustrato de tierra y materia orgánica desinfectada. (Internet 1).

#### **2.1.2.4 Riego**

Una planta puede someterse a regímenes de cierta sequía, deteriorando su rendimiento. Es preferible ubicar la planta en suelos húmedos pero bien drenados, debido a que la planta sufre cuando el suelo se encharca. Los métodos de riego más convenientes para el cultivo de la mora son el goteo, microaspersión y riego corrido, suministrándole una lámina equivalente a 3 milímetros diarios. El riego por microaspersión presenta el inconveniente de maltratar la floración y aumentar la humedad relativa dentro del cultivo (Internet 1).

#### **2.1.2.5 Fertilización**

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 Ca:Mg:K (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
- 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 (Internet 1).

#### **2.1.2.6 Podas**

Esta labor es muy importante en la mora, ya que de ella dependen en gran medida tanto el manejo sanitario como la productividad del cultivo. Se diferencian algunos tipos de poda:

- **Poda de formación**

Esta poda tiene como función la de formar la planta; se realiza eliminando todos los tallos y ramas secas, torcidas, entre cruzadas, chupones bajos. En las plantas recién transplantadas, la parte del tallo que venía de la planta madre debe eliminarse en el momento en que los chupones o tallos principales hayan emergido. Cuando los tallos se encuentren vigorosos (lignificados), con una longitud de dos metros aproximadamente y con los brotes ya definidos, se

poda al nivel del alambre en sitios donde se presenten brotes mayores de 20 centímetros producidos de las ramas primarias (Internet 1).

- **Poda mantenimiento y/o producción**

Se lleva a cabo eliminando las ramas secas improductivas, torcidas, quebradas, dejando tan solo las nuevas, las cuales se distribuyen uniformemente para la recepción de la luz solar; esto también facilita la recolección y el control de plagas y enfermedades. Cuando se realizan buenas prácticas de poda, complementadas con las de fertilización y fumigación, siempre existirán nuevas ramas que jugarán el papel de reemplazo de las viejas y de las improductivas, contribuyendo con la productividad del cultivo (Internet 1).

- **Poda de renovación**

Se puede efectuar de manera total o parcial. La poda de renovación total se lleva a cabo cuando se han presentado daños severos debido a factores ambientales (heladas, granizadas o ataques severos de algún hongo o un insecto) y consiste en podar a ras de la corona (madera). La renovación parcial se realiza cuando se observa que el tallo primario termina su producción. En este caso el tallo se corta a ras de la corona, evitando dejar tocones que pueden pudrirse disminuyendo la producción (Internet 1).

#### **2.1.2.7 Control de malezas**

- **Mecánico**

Las plantas deben mantenerse libres de malezas durante todas sus etapas, aunque no es necesario su eliminación total del cultivo; se pueden dejar las áreas en las que no se desarrolla el cultivo cubierto con malezas nobles que protegen el suelo. Si se ha establecido el cultivo en un terreno con una pendiente pronunciada, lo mejor es que las malezas se arranquen con la mano, retirando solo las que están cercanas a la planta. Para las calles se puede utilizar machete o guadaña (Internet 1).

- **Químico**

En aquellas áreas que se presentan invasiones severas por parte de alguna maleza, que puedan interferir con el buen desarrollo del cultivo, se pueden aplicar herbicidas sistémicos con la ayuda de pantallas, evitando la deriva del producto, lo cual afectaría gravemente al cultivo. Cuando se desean controlar malezas poco severas, se utilizan herbicidas de contacto, manteniendo así baja la humedad. La mora es muy sensible a los herbicidas, por tanto el uso de estos productos en zonas cercanas al tallo no es aconsejable y es preferible realizar este control manualmente (Internet 1).

#### **2.1.3.8 Cosecha**

- **Reconocimiento de madurez**

La cosecha se inicia después de los ocho meses de haber sido plantada, la fruta se debe recoger cuando tiene un color vino tinto brillante. Si se recolecta en estado verde no alcanza las características de color, sabor y se reduce notablemente el rendimiento por no alcanzar el peso real de la fruta en óptimo estado de cosecha. Por el contrario, si la fruta se recoge demasiado madura, la vida útil en la poscosecha será extremadamente corta (dos días como máximo en condiciones ambientales) (Internet 1).

#### **2.1.2.9 Poscosecha**

En cultivos bien tecnificados, se somete la fruta a un enfriamiento para disminuir la temperatura de campo y alargar su vida útil. Para disminuir el manipuleo es recomendable que se seleccione la fruta en el momento mismo de la recolección (Internet 1).

## 2.2 BIOLES DE FRUTAS

El sistema más antiguo de producir alimentos sanos y sustentables denominado en la actualidad agricultura orgánica, incluye técnicas en los que los mismos son obtenidos sin el uso de fertilizantes o plaguicidas sintéticos.

Los bioles de frutas son una alternativa de fertilización para los cultivos, la cual se la aplica foliarmente, aportando vitaminas, aminoácidos, hormonas, minerales y otros compuestos que ayudan a las funciones vitales de la planta. Estos son elaborados de manera artesanal, con un procedimiento bastante simple y con insumos accesibles para cualquier productor (Suquilanda, 1995).

Los productores tanto como los consumidores, se ven beneficiados, los primeros debido a que dentro de sus explotaciones se reduce la contaminación del medio ambiente, mejorando la vida económica y su rentabilidad. Por otro lado los consumidores se benefician ya que el producto es natural, con alto valor nutritivo y libre de agentes químicos. (Quirós, *et al.*, 2004)

Para la elaboración de los bioles en esta investigación se utilizaron frutas y melaza de caña. Específicamente las frutas de papaya, melón, babaco, naranja y banano.

En el cultivo de Safari sunset en Ecuador, se realizó una investigación para evaluar la respuesta de fitoestimulantes en relación a productividad y calidad, llegando a obtener resultados favorables. La forma de aplicación fue foliar, y la base de estos fitoestimulantes contenía vitaminas, aminoácidos, microelementos y hormonas (Boada, 2004). Concomitantemente con esto se realizó en la misma investigación el análisis de los minerales y de los aminoácidos presentes en los bioles de frutas utilizados, remitiéndose al INIAP (Santa Catalina). (Anexo 4.1, 4.2)

En investigaciones realizadas en lechuga en Ecuador, se demostró la eficiencia de los abonos de frutas, mejorando la altura y diámetro de la planta, así como en el peso de la planta. También se comprobó en el análisis económico, que los abonos de frutas dieron un mejor resultado según la relación beneficio/costo (León, 2005).

### 2.2.1 Las Frutas

Las plantas necesitan compuestos nutritivos que son aprovechados por los seres vivos, muchos de estos compuestos necesarios para cumplir su desarrollo y síntesis de alimentos. Los mismos para ser aprovechables por la planta pasan por una cadena de procesos metabólicos para su asimilación (Donoso, Torres, 2007).

En las siguientes cinco tablas, se detalla la composición bioquímica de las frutas utilizadas en la elaboración de los bioles orgánicos aplicados en esta investigación. Estos compuestos que no son directamente transferibles a la planta en las cantidades mencionadas, debido a que en el proceso de fermentación algunos de estos se transforman en otros compuestos o se pierden en el transcurso de su metabolismo. Sin embargo proporcionan los componentes que van a integrar los bioles.

**Tabla 1. Contenidos nutricionales de la papaya (*Carica papaya*)**

<b>Componentes</b>	<b>Contenido en 100 g.</b>
Carbohidratos	6.17 - 6.75 g.
Fibra	0.50 - 1.30 g.
Proteína	0.34 - 0.81 g.
Fósforo	5.30 - 22.00 mg.
Calcio	12.90 - 40.80 mg.
Hierro	0.25 - 0.78 mg.
Ác. ascórbico	35.50 - 71.30 mg.
Lisina	15 - 16 mg.
Niacina	227 - 555 mg
Riboflavina	0.24 - 0.58 mg
Tiamina	0.21 - 0.36 mg
Triptofán	4 - 5 mg
Vitamina A	700 IU

(USDA: The Packer 2000)

**Tabla 2. Contenidos Nutricionales del banano (*Musa acuminata*)**

<b>Componentes</b>	<b>Contenido en 100g</b>
Proteínas	1.1 g.
Lípidos	0.2 g.
Carbohidratos	22.2 g.
Vit. A	190 UI
Vit. B1	0.05 mg.
Vit. B2	0.06 mg.
Vit. B6	0.32 mg.
Ac. Nicotínico	0.6 mg.
Ac. Pantoténico	0.2 mg.
Ac. Málico	500 mg.
Ac. Cítrico	150 mg.
Ac. Oxálico	6.4 mg.
Sodio	1 mg.
Potasio	420 mg.
Calcio	8 mg.
Magnesio	31 mg.
Hierro	0.7 mg.
Cobre	0.2 mg.
Fósforo	28 mg.
Azufre	12 mg.
Cloro	125 mg.

(USDA: The Packer 2000)

**Tabla 3. Contenidos Nutricionales del melón (*Cucumis melo*)**

<b>Componentes</b>	<b>Contenido en 100 g.</b>
Proteínas	0.6-1.2 g.
Lípidos	0.1 g.
Glúcidos	6.2-10 g.
Fibra	0.1-0.2 mg.
Fósforo	7-50 mg.
Calcio	5-11 mg.
Hierro	0.2-0.5 mg.
Ac. Ascórbico	19-47 mg.
Tiamina	0.04-0.08 mg.
Riboflavina	0.01-0.02 mg.
Niacina	0.4-1 mg.
Vitamina A	483-4000 UI

(USDA: The Packer 2000)

**Tabla 4. Contenidos de Nutricionales de la naranja (*Citrus cinensis* Oskek)**

<b>Componente</b>	<b>Contenido en 100 g.</b>
Carbohidratos	10.1 g.
Lípidos	0.2 g.
Sodio	0.9 mg.
Calcio	22 mg.
Hierro	0.3 mg.
Ac. Ascórbico	42 mg.
Tiamina	0.09 mg.
Proteínas	0.7 g.
Potasio	184 mg.
Fósforo	17 mg.
Retinol	67 mg.
Riboflavina	0.04 mg.

(USDA: The Packer 2000)

**Tabla 5. Contenidos Nutricionales del babaco (*Carica pentandra*)**

<b>Componentes</b>	<b>Contenido en 100 g.</b>
Fibra	1.10 g.
Lípidos	0.10-0.20 g.
Potasio	165 g.
Proteínas	0.74-0,95 g.
Calcio	1 mg.
Caroteno	0.09 mg.
Fósforo	7 mg.
Hierro	3.40 mg.
Sodio	1 mg.
Niacina	0.50 mg.
Riboflavina	0.02 mg.
Tiamina	0.03 mg.
Vit. A	27 mg.
Vit. C	1 mg.
Vit. E	0.47 mg.
Sales minerales	0.50-0.70 g.

(USDA: The Packer 2000)

### **2.2.2 La Melaza**

La característica principal de la melaza es su riqueza en carbohidratos, que se dan principalmente como azúcares. También provee de una cierta cantidad de proteína. Además la melaza posee un alto contenido mineral. (Arnau, 2004)

La melaza es un líquido denso y negrozco, constituido por los residuos que permanecen después de la extracción de la mayor parte de los azúcares de la caña o remolacha, por procesos de cristalización y centrifugación. Es un concentrado principalmente de hidratos de carbono y los azúcares representan alrededor de un 80% de su contenido en materia seca (Arnau, 2004).

La porción orgánica de no-azúcares, además de proveer sabor y aroma, contiene algunas vitaminas solubles en agua del grupo del complejo B (Arnau, 2004).

A continuación se detalla los aspectos más importantes de la melaza.

Buen vehículo para otros ingredientes como vitaminas, minerales, entre otros.

Principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación de los abonos orgánicos, favoreciendo la actividad microbiológica.

Alto contenido de calcio, fósforo, magnesio, potasio y micronutrientes,

El contenido nutricional de la melaza se muestra en la TABLA 6.

**Tabla 6. Contenidos Nutricionales de la Melaza de Caña**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad	26.3%
Ceniza cruda	10.1%
Proteína bruta	4.30%
Lisina	0.46%
Metionina	0.46%
Metionina + Cistina	0.92%
Treonina	1.16%
Triptofano	0.46%
Isoleucina	0.92%
Valina	1.36%
Energía cal.	2263Cal

(Arnau, 2004)

### **2.2.3 Elaboración del biol de Frutas**

Es un biol que se obtiene artesanalmente, mediante un proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica de frutas y melaza. El abono de frutas contiene en su composición química algunos aminoácidos y elementos menores, proporcionados por la composición de las frutas y la melaza (Suquilanda, 1995).

Según Suquilanda (1995) para la elaboración del biol de frutas deben seguirse los siguientes pasos:

Lavar las frutas y cortarlas en pedacitos. Se recomienda no poner muchas frutas cítricas ya que se puede transmitir un carácter demasiado ácido al abono.

Si las frutas tienen un grado de madurez no apto para el consumo humano se pueden utilizar siempre y cuando no estén podridas o presenten ataques de plagas. Hay que procurar una mayor diversidad de frutas.

Colocar 1 kilo de frutas en el fondo del recipiente y luego agregar 1 litro de melaza y así sucesivamente hasta completar los 9 kilos de material.

Poner una tapa de madera sobre la última capa de fruta, colocando sobre ella una piedra o ladrillos para que el material se preñe y fermente durante un lapso de 8 a 10 días.

Una vez concluido el período de fermentación de la fruta y melaza, se procede a retirar la tapa y a filtrar el material utilizando para el efecto un colador o cernidero.

En el proceso final se recomienda utilizar un pedazo de lienzo para obtener un abono líquido de mejor calidad.

## 2.3 NUTRICIÓN VEGETAL

La mayoría de los vegetales obtienen prácticamente la totalidad de sus nutrientes minerales del suelo, por medio de las raíces pero, en ocasiones, por medio de aplicaciones foliares, las sales se incorporan a través de las hojas.

Existe un elemento esencial, el nitrógeno, que no se encuentra abundantemente en las rocas. Su presencia en el suelo y en las aguas naturales, en forma de nitratos, nitritos y sales amónicas, depende principalmente de la descomposición de los componentes orgánicos nitrogenados y en cierto grado de la fijación de nitrógeno atmosférico en forma tanto abiótica, como biótica (Gil, 1995).

Las sales minerales originadas a partir de las rocas de la litósfera, por fenómenos de descomposición, pierden su estructura cristalina y se rompen mediante procesos físicos y químicos en componentes solubles. Estos se disocian en agua, en mayor o menor grado, liberando cationes como K, Ca, Fe, Mg, etc. y aniones como Cl, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, etc. Los iones son arrastrados por la lluvia, las corrientes de agua y los ríos, hacia los lagos y océanos donde son ya absorbidos por la biósfera. Las sustancias inorgánicas utilizadas de este modo son recicladas por descomposición de los desechos y restos de animales, así como de los vegetales o a través de la acción de hongos y bacterias (Gil, 1995).

Los aminoácidos son muy importantes en la nutrición de las plantas, debido a que actúan en procesos vitales de las plantas, como síntesis de proteínas y fitohormonas, regulación del metabolismo, entre otras funciones (Mendoza, *et al.*, 2004).

La planta requiere de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en grandes cantidades, por este motivo a estos elementos se los llama macronutrientes o elementos mayores. Otros como el hierro, manganeso, azufre, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro, se requieren en menores cantidades y se los llama micronutrientes, elementos menores o elementos traza. Otros elementos son benéficos en el sentido de que mejoran el crecimiento de ciertas plantas pero no son absolutamente necesarios (Bidwell, 1993).

## **2.3.1 Macronutrientes**

### **2.3.1.1 Nitrógeno**

El nitrógeno es el factor determinante en la productividad. Una buena asimilación del mismo por parte de la planta incrementa los niveles de proteínas y del crecimiento en general, con lo que aumenta el índice foliar y consiguientemente la tasas fotosintéticas (Pizano, 1997).

El nitrógeno es de extraordinaria importancia en las plantas porque es un constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y muchas otras sustancias importantes. No parece poseer, sin embargo, ninguna función catalítica o electroquímica aparte del hecho de estar estructuralmente implicado en la mayoría de las moléculas catalíticas (Gil, 1995).

### **2.3.1.2 Fósforo**

El fósforo bien puede ser considerado como el factor de crecimiento. Debido a esto es que cuando se presenta una deficiencia de este elemento el desarrollo de la planta es lento, afectando a todo el metabolismo vegetal (Pizano, 1997; Bidwell, 1993).

La absorción de fósforo ocurre como ion fosfato inorgánico monovalente o divalente. Gran parte del fosfato en la planta existe en forma orgánica pero es probable que se transporte principalmente en estado inorgánico. Este elemento es muy importante como parte estructural de ácidos nucleicos y fosfolípidos. Además desempeña una función indispensable en el metabolismo energético de la planta (Bidwell, 1993).

### **2.3.1.3 Potasio**

La forma de absorción de potasio por la planta es la de catión monovalente. Este elemento no parece tener función estructural en las plantas, pero desempeña numerosos papeles catalíticos, formando asociaciones con las proteínas y es precursor de muchas enzimas que requieren cationes monovalentes para su máxima actividad. El potasio puede ser reemplazado solo ocasional e ineficazmente por el sodio (Bidwell, 1993).

También favorece la síntesis y acumulación de glúcidos en las plantas. Es el elemento del equilibrio, vigor y por ende la calidad (Pizano, 1997).

### **2.3.1.4 Azufre**

El azufre se presenta como sulfato en la fracción mineral de muchos suelos, forma absorbible por la planta, pero a menudo se encuentra también en forma de azufre elemental o sulfuros de hierros, que no están disponibles para ésta (Bidwell, 1993).

En los vegetales se encuentra formando parte de aminoácidos como la cistina, cisteína y metionina, así como en algunas proteínas y en compuestos de actividad biológica como la biotina, tiamina y la coenzima A (Gil, 1995).

### **2.3.1.5 Magnesio**

El magnesio desempeña un papel primordial en la fotosíntesis de la planta al ser la molécula central de la clorofila. Además es muy importante en el metabolismo glucídico y en la activación de una multitud de enzimas, algunas de estas son involucradas en la síntesis de ADN y ARN (Gil, 1995).

Este elemento se encuentra en la solución nutritiva del suelo en forma libre, en minerales como la magnesita, olivino y la dolomita, que pueden suministrar a las plantas cantidades suficientes para su crecimiento (Gil, 1995).

Una de las ventajas que presenta este elemento es que puede aplicarse a la mayoría de plantas por vía foliar, con muy buenos resultados (Pizano, 1997).

#### **2.3.1.6 Calcio**

Este elemento abunda en la mayoría de los suelos y las plantas raramente muestran su deficiencia en condiciones naturales. El calcio es importante en la síntesis de pectina de la lámina de la pared celular, también está involucrado en el metabolismo o formación del núcleo y las mitocondrias. Por este motivo es de vital importancia para la mayoría de las plantas, por lo que una reducción severa determina el deterioro o muerte de éstas (Bidwell, 1993).

#### **2.3.2 Micronutrientes**

##### **2.3.2.1 Boro**

El examen de los efectos del boro en muchos vegetales indica que es más un inhibidor que un activador y se ha sugerido que su función es regular el crecimiento y el metabolismo. También interfiere en lignificación y diferenciación del xilema (Gil, 1995).

El boro está presente en pequeñas cantidades en la mayoría de suelos y su disponibilidad es a menudo muy pobre debido a que se encuentra estrechamente ligado a complejos de la estructura del suelo. Su absorción es muy baja en suelos con altos contenidos de calcio, lo que sugiere que el calcio induce al boro a formar complejos o a precipitar en el suelo (Bidwell, 1993).

El boro es un elemento cuya función en el metabolismo vegetal no está comprendida con claridad, aunque es demostrable su papel esencial para el crecimiento de la planta.

### **2.3.2.2 Cobre**

Sus principales funciones son catalíticas, siendo parte de varias enzimas importantes como la polifenol oxidasa y ácido ascórbico oxidasa. Está involucrado en componentes del sistema transportador de electrones de la fotosíntesis y también en la reducción de nitritos (Bidwell, 1993).

El cobre no es muy abundante en el suelo, esta normalmente presente en el complejo de intercambio donde está retenido firmemente pero disponible para las plantas, de manera que su deficiencia en la naturaleza es inusual (Bidwell, 1993).

### **2.3.2.3 Hierro**

La extraordinaria importancia del hierro se relaciona con dos hechos: es parte del sitio catalítico de muchas enzimas oxido-reductoras, y es esencial para la formación de la clorofila, aunque no forma parte de la molécula (Bidwell, 1993).

Se requiere más hierro que cualquier otro microelemento, esta alta demanda puede estar relacionada con la fuerte tendencia del hierro para formar compuestos insolubles de varias clases en el suelo y en la planta, que lo hacen inaprovechable o inútil.

### **2.3.2.4 Manganeso**

El manganeso se presenta de diferentes formas en el suelo, sin embargo el ion divalente es en el que generalmente se absorbe. Este elemento suele ser deficiente en suelos oxidantes o alcalinos porque se convierte en formas inaprovechables.

Este elemento está involucrado en funciones catalíticas, debido a que es el metal activador de algunas enzimas respiratorias y de reacciones del metabolismo del nitrógeno y la fotosíntesis (Bidwell, 1993; Gil, 1995).

### **2.3.2.5 Zinc**

Este elemento tiene relación directa con la síntesis de ácido indol acético (IAA) y como tal su deficiencia puede causar cambios en la forma y hábito de crecimiento de ciertas especies, produciendo plantas atrofiadas y de baja altura (Bidwell, 1993).

El zinc está ampliamente distribuido en los suelos y se absorbe generalmente en su forma divalente. Al igual que muchos metales llega a ser menos aprovechable conforme aumenta el pH (Gil, 1995).

### **2.3.2.6 Molibdeno**

Este se encuentra en muy pequeñas cantidades en el suelo y a diferencia de la mayoría de metales, se absorbe más fácilmente en suelos de pH elevado.

La función más importante es la reducción de nitratos y la fijación de nitrógeno. Se conocen muy pocas enzimas que posean este elemento (Gil, 1995).

### **2.3.2.7 Cloro**

Se encuentra en el suelo como anión monovalente y sus funciones no son tan claras aun.

Sin embargo existe un efecto del cloruro que, indirectamente, afecta la fotosíntesis en la regulación estomática, debido a que este acompaña, en parte o en su totalidad, al potasio en los intercambios celulares (Gil, 1995).

### **2.3.3 Aminoácidos**

Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica, y son compuestos orgánicos. No puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos.

También interviene en la regulación del balance hídrico cuando la planta esta bajo condiciones de estrés, además en forma de moléculas quelatantes de cationes necesarias para el desarrollo vegetal y otras funciones importantes en la planta (Mendoza, *et al.*, 2004).

Las necesidades de aminoácidos por parte de la planta se extienden durante todo su ciclo de vida. Los cuales cumplen una función muy importante en la germinación de la semilla, así como en la síntesis de proteínas (enzimas, proteínas asociadas a las membranas celulares, etc.), en la formación de fitohormonas como auxinas, etileno, citoquininas, giberelinas, poliaminas, etc.

La planta bajo situaciones de estrés manifiesta una serie de reacciones comunes para casi todas las especies como son:

- Disminución de la síntesis proteica
- Variación del potencial hídrico interno en casi todos los órganos del vegetal
- Incremento de ácido abscísico que favorece la abscisión de las hojas, flores, frutos, etc.
- Cese de fotosíntesis
- Aumento de la respiración
- Regulación estomática
- Inducción al proceso de senescencia foliar

Frente a condiciones adversas la planta posee mecanismos naturales de defensa, en los cuales los aminoácidos intervienen, debido a que se produce una acumulación de los mismos en especial en los órganos de crecimiento como son yemas, brotes, hojas, etc.

Incluso algunos aminoácidos han sido tomados como índices de tolerancia, resistencia y/o capacidad de recuperarse frente a este tipo de condiciones adversas.

La acumulación de prolina, ácido glutámico, leucina, isoleucina, alanina, asparagina, arginina, ácido aspártico, valina, glicina, treonina, fenil alanina, y otros aminoácidos, es un fenómeno de resistencia natural que la planta dispone (Mendoza, *et al.*, 2004).

Entre las acciones específicas de los aminoácidos tenemos las siguientes:

La arginina: Síntesis de clorofila, precursor de poliaminas, estimula el crecimiento de las raíces.

La metionina: Precursor de nuevos aminoácidos, estimula procesos metabólicos en hojas jóvenes, favorece la asimilación de nitratos a la planta.

La prolina: El equilibrio hídrico de la planta, mantiene la actividad fotosintética en condiciones adversas, fortalece las paredes celulares aumentando la resistencia a heladas.

La alanina: Síntesis de clorofila, incrementando la actividad fotosintética.

La glicina: Primer eslabón en la ruta biosintética de la clorofila. Es el aminoácido con mayor acción quelatante, es un metabolito fundamental en la formación de tejido foliar.

La lisina: Síntesis de clorofila, es un precursor de poliaminas, las cuales intervienen en procesos fisiológicos fundamentales que van desde la germinación y senescencia floral, hasta la maduración del fruto.

#### **2.3.4 Fitohormonas**

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de regulación del crecimiento de plantas. Se incluyen el etileno, auxina, giberelinas, citoquininas, ácido salicílico u abscísico, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta (Internet 5).

Las auxinas, el producto de esta hormona es el crecimiento. El precursor de la forma activa de auxina, el ácido indolacético (IAA) proviene del aminoácido L-triptófano; el grupo indol permanece constante, pero para alcanzar la forma de ácido indol-acético debe sufrir una descarboxilación y una desaminación.

La mayor parte de las auxinas provienen del aminoácido triptofano; el zinc (Zn) es un elemento crítico para que ocurra lo anterior, de tal forma que una sintomatología visual de falta de cinc (Zn) en realidad es una falta de auxina para estimular crecimiento.

Entre las funciones principales de las auxinas tenemos el crecimiento de fruto, la aplicación de auxinas en la etapa de crecimiento por división celular de los frutos, puede estimular y aumentar el tamaño final del órgano; esto se ha logrado sólo con el 4- CPA y en especies muy definidas como las uvas sin semilla. En otras especies se observa deformaciones de follaje, retraso de maduración e irregularidad en tamaños de fruto. En general no hay efecto por la aplicación de auxinas para el alargamiento celular en los frutos, excepto algunos tipos fenoxi en cítricos.

Las giberelinas representan un grupo de diterpenoides ácidos encontrados en angiospermas, helechos, algas y hongos. Mientras se ha demostrado que las giberelinas inducen elongación de tallos y otras respuestas (incremento en el diámetro radial de tallos, inducción del florecimiento) su papel preciso en las

plantas se mantiene desconocido. Varias giberelinas se encuentran frecuentemente en la misma planta (Internet 5).

El ácido salicílico se sintetiza a partir de fenilalanina, la cual es convertida a ácido trans-cinnámico por fenilalanina amonio liasa (PAL), este paso es clave en la ruta de fenilpropanoides que llevan a fitoalexinas, ligninas, y ácidos hidroxibenzoicos. Se observó en plantas de tabaco infectadas con virus de mosaico de tabaco, que el ácido salicílico induce respuestas de defensa donde y cuando se le necesita (Internet 5).

## **2.4 FERTILIZACIÓN FOLIAR**

De los factores que regulan el desarrollo y rendimiento de las plantas es probable que, la nutrición de las mismas, sea el más importante. La escasez de elementos esenciales, tradicionalmente se ha resuelto con la adición de sales minerales al suelo.

Hasta hace unos años esto era suficiente, pero en la actualidad se ha hecho necesario buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación a fin de mejorar la productividad. Una de las técnicas más difundidas y con gran auge en muchos países en la nutrición de los cultivos es la fertilización foliar (Sánchez, *et al.*, 2001).

Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad, en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha vía foliar. Esto en la práctica no es posible, por el alto costo del elevado número de aplicaciones que sería necesario realizar para satisfacer el total de requerimientos (Sánchez, *et al.*, 2001).

La fertilización foliar, también llamada apígea, no radical, extra radical, etc., es un método por el cual se le aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización

realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo.

#### **2.4.1 Principio de la nutrición foliar**

Antiguamente se pensaba que la vía de entrada del agua y elementos disueltos en ella, vía foliar, era a través de los estomas, lo cual es falso. Si bien los estomas (cuyo número puede variar entre 150 a 3.000 por centímetro cuadrado) deberían ser los puntos ideales de entrada para las soluciones foliares, considerando además, el tamaño de cada estoma que es cerca de 8 micrones cuando está plenamente abierto (Trinidad y Aguilar, 1999).

La hoja, como tercer órgano de las plantas superiores después de la raíz y el tallo, es utilizada esencialmente para los procesos de fotosíntesis y transpiración. La hoja es una lámina de forma plana justamente para estos dos propósitos. Está conformada en su parte superior por un parénquima, y en el envés, por un mesófilo esponjoso y tejido vascular en forma de espina que cumplen funciones de asimilación. Todos estos tejidos están rodeados por una cutícula en ambos lados de la lámina. La cutícula es una estructura aparentemente impermeable, constituida por cutina que es hidrófoba. Los estomas pueden ubicarse a ambos lados de la hoja o solo en uno, los cuales permiten el intercambio de gases para la fotosíntesis y la respiración, como también la liberación de vapor de agua en la transpiración (Trinidad y Aguilar, 1999).

Hay que considerar que las paredes celulares del cuerpo de los estomas, el poro central y los espacios aéreos se encuentran siempre recubiertos con una gruesa cutícula. No obstante la cutina exhibe una alta tensión superficial que impide la entrada de cualquier solución acuosa al interior de los poros estomáticos. Además, los poros se encuentran llenos de gas que el agua no puede desplazar. La tensión superficial se podría disminuir con la adición de detergentes y así forzar a penetrar los espacios, pero los daños fisiológicos serían graves, específicamente sobre los cloroplastos (Trinidad y Aguilar, 1999).

La transpiración a través de la cutícula representa de un 5 a 10% de la cantidad total de agua transpirada, lo cual prueba que ella puede ser excretada vía epidermis y su cutícula, y por lo tanto se puede esperar, que el proceso inverso de entrada de agua y sustancias disueltas en ella también funcione. Las soluciones acuosas pueden ser absorbidas o excretadas a través de áreas restringidas de la cutícula, como puntos exactos de penetración. Estos puntos coinciden con la posición de cavidades que se proyectan radialmente en la pared celular (Trinidad y Aguilar, 1999).

Muchas veces a las soluciones para fertilización foliar se le agregan surfactantes, compuestos químicos que impiden la formación de gotas sobre la superficie de la hoja una vez aplicada la solución, así se aumenta la superficie de contacto entre la lámina y los nutrientes, aumentando así mismo, la eficiencia del proceso.

Mientras más tiempo de contacto exista entre la solución nutritiva y la hoja más efectiva será la absorción (Sánchez, *et al.*, 2001).

#### **2.4.2 Características**

El abastecimiento de los principales nutrientes requeridos como el nitrógeno, fósforo y potasio es más económico y efectivo vía aplicación al suelo. Sin embargo, la aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de calcio, magnesio y azufre, al igual que micronutrientes como zinc, hierro, cobre, manganeso, boro y molibdeno, mientras que suplementa los requerimientos de N-P-K requeridos en los períodos de estado de crecimiento crítico del cultivo (Trinidad y Aguilar, 1999).

La fertilización foliar propone que la planta cuenta con una suficiente proporción de follaje para la absorción de nutrientes, si esto no fuese posible, solo habrá que depender del abastecimiento llevado a cabo por parte de las raíces.

La intensidad de absorción es limitada precisamente por las barreras que se interfieren. Por ello, no resulta factible nutrir a las plantas con todas sus

necesidades de nutrientes vía follaje. La nutrición foliar, comparada con la absorción de nutrientes a través de la raíz, es mucho más rápida y efectiva, al menos cuando se trata de elementos menores, y en casos excepcionales, también de elementos mayores, cuando estos se encuentran en el suelo en bajas concentraciones (Sánchez, *et al.*, 2001).

La nutrición foliar tiene la finalidad de retrasar los procesos de senescencia natural. La misma se dirige a los estados de crecimiento cuando disminuye la velocidad de la fotosíntesis y ocurre una baja absorción de nutrientes vía raíces, en función de ayudar a la traslocación de nutrientes hacia la semilla o crecimiento vegetativo (Sánchez, *et al.*, 2001).

La velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes es variable. El potasio, los elementos secundarios y los micronutrientes, se absorben en períodos de horas hasta un día. El único nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta es el fósforo. Este concepto es importante, porque quiere decir que si llueve algunas horas después de la fertilización foliar, la cantidad de nutrientes que puede lavarse es mínima (Sánchez, *et al.*, 2001).

A continuación se presenta una serie de factores que interactúan entre sí e inciden sobre la efectividad de la fertilización foliar, presentados en la TABLA 7.

**Tabla 7. Factores que influyen en la efectividad de la fertilización foliar.**

<b>FACTORES DE LA PLANTA</b>	<b>FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE</b>	<b>FACTORES DE LAS SOLUCIONES</b>
Tipo de ceras	Temperatura	Concentración
Edad de la hoja	Luz	Dosis
Estomas	Fotoperíodo	Técnicas de aplicación
Células de guarda	Viento	Agentes humectantes
Presencia de tricomas	Humedad	pH
Envés y revés de la hoja	Sequedad	Higroscopicidad
Turgor de la hoja	Hora del día	Compuestos utilizados
Cultivar	Potencial osmótico del medio	Proporción nutritiva
Humedad sobre la hoja	Período de déficit de	Propiedad de adherencia
Estado nutricional de la		Azúcares
Estados fenológicos		Humectantes u otras

(Sánchez, *et al.*, 2001)

La efectividad de la fertilización foliar se vuelve muy variable y compleja debida a que las condiciones tanto del suelo como del medio ambiente interactúan muchas veces en contra de la misma, El manejo de todos los factores mencionados determina la eficiencia agronómica de la aplicación. La combinación más adecuada se obtiene a través de experimentación en las condiciones específicas de cada predio agro ecológico (Sánchez, *et al.*, 2001).

### **2.4.3 Importancia práctica**

- Merma la actividad de las raíces y por ende la absorción de nutrientes en el estado reproductivo: Resultado de una competencia por los carbohidratos. Las aplicaciones foliares pueden compensar esta disminución de nutrientes durante esta etapa.
- Baja disponibilidad de los nutrientes en el suelo: En suelos calcáreos, la disponibilidad de hierro es muy baja y es muy común la deficiencia de este nutriente. La aplicación foliar es mucho más eficiente que la aplicación al suelo. Esto sucede también con la mayoría de los micronutrientes bajo condiciones de suelos alcalinos.
- Suelo superficial seco: En regiones semiáridas, una carencia de agua disponible en la capa superficial del suelo origina una disminución en la disponibilidad de nutrientes durante el periodo de crecimiento del cultivo. Aún a pesar que el agua pueda encontrarse disponible en el subsuelo, la nutrición mineral se convierte en el factor limitante del crecimiento. Bajo estas condiciones, la aplicación de nutrientes al suelo es menos efectiva que la aplicación vía foliar.

### **2.4.4 Ventajas de la Fertilización Foliar**

Entre otras ventajas de la fertilización foliar encontramos las siguientes:

Logra una aplicación simultánea de una solución nutritiva junto con pesticidas economizando costos de mano obra.

Junto con la aplicación de macronutrientes, la aplicación de micronutrientes que se requieren en pequeñas cantidades, son perfectamente complementarias. Los macronutrientes, como se requieren en grandes cantidades, presentan la limitación por el riesgo de fitotoxicidad, que la dosis de aplicación no puede ser tan elevada, además de requerir un alto número de aplicaciones aumentando los costos de producción para la mayoría de los cultivos (Internet 11).

Logra una rápida utilización de nutrientes, corrigiendo velozmente deficiencias, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización del suelo.

Logra un aporte de nutrientes cuando existen problemas de fijación en el suelo, en particular la fertilización foliar promueve la fijación de nitrógeno ( $N_2$ ) por leguminosas en suelos calizos y salinos.

Mantiene la actividad fotosintética de las hojas, causada por la regeneración de cloroplastos, permitiendo corregir clorosis.

Promueve la absorción de nutrientes. La fertilización foliar con dosis aún bajas de nutrientes, además de su acción nutritiva, tiene el efecto parcialmente estimulante de los procesos productivos de las plantas, lo cual se manifiesta en la cosecha y en un mejor estado del cultivo durante su ciclo productivo.

Cuando la planta sufre condiciones de emergencia o estrés la fertilización foliar permite el aporte de nutrientes como son los siguientes casos:

- **Temperaturas Bajas**

Se manifiesta en el daño que puede sufrir el follaje y en su efecto en el suelo. Las heladas por lo general ocasionan un daño tal al follaje, que limita la actividad fotosintética de la planta. Además, en las latitudes extremas, es frecuente que las bajas temperaturas congelen el suelo, limitándose en este caso la actividad de las raíces (Internet 10).

- **Sequía**

En el caso de un estrés hídrico, la absorción de nutrientes se dificulta severamente limitando el desarrollo del cultivo. También hay que tomar en cuenta que en días calurosos cuando la evaporación es elevada, las aspersiones foliares provocan quemaduras en las hojas. Por eso, esta práctica de fertilización al follaje deberá realizarse en horas del día donde la evaporación sea baja (Internet 10).

- **Anegamiento**

El exceso de agua en el suelo, repercute de manera similar al de la sequía en la planta. La falta de oxígeno para la actividad de las raíces, influye al no permitir la captación de la cantidad de nutrientes necesarios, presentando en este caso la nutrición vía foliar como alternativa para la aplicación de los mismos (Internet 10).

#### **2.4.5 Limitaciones de la Fertilización Foliar**

Las limitaciones o desventajas a tomar en cuenta, se detallan a continuación:

##### **2.4.5.1 Momento de la aplicación foliar**

Existen períodos bien definidos en los cuales se intensifica la demanda de nutrientes, de acuerdo con la etapa fisiológica que atraviesa la planta.

La optimización en la aplicación de un determinado nutriente va a coincidir con el período de máxima absorción del mismo,

Se debe tomar en cuenta la tasa de absorción diaria de los nutrientes durante el período de desarrollo del cultivo, identificando esta mejor oportunidad de ser asimilados los nutrientes por la planta podemos realizar una efectiva aplicación de los mismos (Internet 11).

#### **2.4.5.2 Fitotoxicidad**

Las plantas son sensibles a las aplicaciones foliares de soluciones nutritivas concentradas (generalmente se utilizan concentraciones que varían entre un 1.5 a 7%). Para cada nutriente existen valores límites de concentración indicados para no llegar a causar daños en la fisiología de la planta (Sánchez, *et al.*, 2001).

#### **2.4.5.3 Limitadas dosis de macronutrientes**

El riesgo de fitotoxicidad anteriormente mencionado sumado al hecho de que los requerimientos de macronutrientes son de elevada magnitud, limitan la nutrición foliar de estos elementos, viéndose la misma limitada a complementar la fertilización al suelo, o a corregir deficiencias en casos particulares (Internet 11).

#### **2.4.5.4 Desarrollo de follaje**

La nutrición foliar depende de la absorción que se realiza a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente. La optimización de la aplicación se obtiene conforme el desarrollo del follaje es mayor (Internet 11).

#### **2.4.5.5 Costo elevado**

Para las aplicaciones foliares se requieren sales de elevada solubilidad y sin impurezas, para evitar el taponamiento de las boquillas y los riesgos de fitotoxicidad. Estos productos son de mayor valor que los fertilizantes convencionales que se aplican al suelo. (Por otro lado las aplicaciones son más económicas que las realizadas al suelo para corregir deficiencias de micronutrientes) (Internet 11).

#### **2.4.5.6 Merms por aspersion**

Se debe asegurar una buena hidratación del follaje. Luego, se deben aplicar grandes cantidades de solución, resultando inevitable que una parte de ésta se escurra por gravedad y caiga al suelo (Internet 11).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DEL EXPERIMENTO

##### 3.1.1 Ubicación

<b>Barrio:</b>	La Tola Chica Nro 2
<b>Parroquia:</b>	Tumbaco
<b>Cantón:</b>	Quito
<b>Provincia:</b>	Pichincha

##### 3.1.2 Características Edafoclimáticas

###### 3.1.2.1 Características climáticas

<b>Temperatura máxima:</b>	27 °C
<b>Temperatura media:</b>	17.2 °C
<b>Temperatura mínima:</b>	10 °C
<b>Precipitación promedio anual:</b>	70.7 ml (promedio mensual)
<b>Humedad relativa:</b>	73.9 % (promedio mensual)
<b>Altitud:</b>	2465 msnm

###### 3.1.2.2 Topografía y suelos

<b>Textura:</b>	Areno arcilloso
<b>pH:</b>	6-6.5 (ligeramente ácido)
<b>Pendiente:</b>	1%
<b>Drenaje:</b>	Bueno

## **3.2 MATERIALES**

### **3.2.1 Insumos**

Plantas de mora, frutas maduras de temporada, banano, babaco, melón, papaya, naranja y melaza.

### **3.2.2 Equipos y herramientas**

Recipientes para los preparados, cilindros de hormigón, balanza manual, coladoras, bomba de mochila, estacas de madera, letreros de identificación flexómetro, calibrador, tijeras de podar, piola, cintas, herramientas de campo, cámara fotográfica, libro de campo, programas estadísticos, materiales de escritorio.

## **3.3 MÉTODOS**

### **3.3.1 Factores en Estudio**

#### **3.3.1.1 Mezclas de bioles de frutas**

- ABOFRUT 1 (a1)

Biol resultante de la mezcla de 25 % de melaza y 75% de fruta.

- ABOFRUT 2 (a2)

Biol resultante de la mezcla de 75% de melaza y 25% de fruta.

#### **3.3.1.2 Dosis**

- D1 = 1.25 cc/ L
- D2 = 3.75 cc/ L

### 3.3.2 Tratamientos

Se aplicaron 4 tratamientos resultantes de la combinación de los niveles de los factores en estudio más un testigo finca, que se detallan a continuación en la TABLA 8.

**Tabla 8. Agrupamiento, descripción y nomenclatura de los tratamientos**

<b>Grupos</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Interacción</b>	<b>Abonos</b>	<b>Dosis</b>
G1	T1	a1d1	abofruit 1	(1,25 cc/L)
	T2	a1d2	abofruit 1	(3,75 cc/L)
G2	T3	a2d1	abofruit 2	(1,25 cc/L)
	T4	a2d2	abofruit 2	(3,75 cc/L)
G3	T5	Testigo finca	Fertilizacion de finca	Sin aplicación foliar

### 3.3.3 Diseño Experimental

#### 3.3.3.1 Tipo de diseño

El ensayo fue dispuesto en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con análisis grupal completo. Este estudio se realizó con 3 repeticiones por tratamiento.

#### 3.3.3.3 Características de las Unidades Experimentales

Para el presente estudio se utilizaron 3 parcelas por cada tratamiento totalizándose 15 parcelas. Cada tratamiento se aplicó en unidades experimentales con un área total de 5 m<sup>2</sup> y un área neta de 4 m<sup>2</sup>. El ensayo se efectuó en un área total de 75m<sup>2</sup> y un área neta de 60m<sup>2</sup> (Anexo 2.2). Las parcelas fueron de forma

rectangular. Cada unidad experimental constó de un promedio de 15 plantas, cuya distancia entre plantas es de 0.3m. en una sola hilera.

#### **3.3.3.4 Análisis Estadístico**

El ensayo se dispuso bajo un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial (2 x 2 +1) con 3 repeticiones, bajo el siguiente modelo matemático.

$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \Delta_j + D_k + e_{ijk}$ ; donde:

$Y_{ijk}$  = variable aleatoria

$\mu$  = media general

$\beta_i$  = efecto del i-ésimo bloque

$\Delta_j$  = efecto del j-ésimo biol

$D_k$  = efecto de la k-ésima dosis

$e_{ijk}$  = error experimental

#### **3.3.3.5 Análisis funcional**

Prueba de Duncan al 5% para tratamientos, grupos y tratamientos dentro de cada grupo.

#### **3.3.3.6 Regresión y correlación**

Se realizó la regresión y correlación entre las dosis de cada uno de los abonos de frutas con cada una de las variables en estudio.

#### **3.3.3.7 Análisis económico**

Se realizó el análisis económico según el modelo Costo - Beneficio, para lo cual se utilizó los costos directos e indirectos y se obtuvo la relación Beneficio/Costo (B/C).

### **3.3.4 Variables en Estudio**

- Número de brotes a los 45 días después de la segunda poda formación , estos datos fueron tomados manualmente. El número de brotes se los contó directo en el tallo seleccionado
- Longitud del corimbo al término de la formación del mismo. Se utilizó un calibrador pie de rey para la toma de los datos los cuales fueron registrados en el libro de campo.
- Número de flores por corimbo, en la cosecha, estos datos fueron tomados manualmente y se los contó antes de ser llevados a poscosecha.
- Número de frutos por corimbo, en la cosecha, estos datos fueron tomados manualmente y se los contó antes de ser llevados a poscosecha.
- Porcentaje de amarre, tomando en cuenta las dos variables anteriores se determinó el porcentaje de amarre.
- Diámetro del fruto a la cosecha. Se usó un calibrador pie de rey para la obtención de estos datos los cuales fueron registrados en el libro de campo.
- Peso del fruto en gramos, de la totalidad de los frutos de las ramas marcadas y para el efecto se utilizó una balanza electrónica.

### **3.3.5 Método específico del Manejo del Experimento**

La variedad de mora, brazos, fue con la que se trabajo, debido a que es la especie utilizada dentro de la zona de estudio. Las labores culturales fueron realizadas en base a las recomendaciones básicas del cultivo: la deshierba, el aporque, las

fertilizaciones edáficas, entre otras. Las labores culturales además fueron llevadas de acuerdo a las consideraciones de la finca.

### **3.3.5.1 Adecuación del campo**

La plantación después de un periodo de producción de dos años, sufrió una poda de renovación, drástica, dejando ramas primarias de 20 cm de largo con dos ó tres yemas, donde se dejó solo una.

Se seleccionaron tres camas de 25 m. de largo x 1.0 m. de ancho.

Luego se procedió a identificar las repeticiones en las camas seleccionadas y estaquillar las unidades experimentales en cada una de ellas, tomando en cuenta las especificaciones previstas para tal efecto.

Para el estaquillado de las unidades experimentales se utilizaron estacas de madera de 50 cm. de altura y para su división se usó piola de nylon.

Las unidades experimentales estaquilladas y divididas tuvieron las siguientes medidas: 5 m. de largo por 1. m. de ancho.

Para diferenciar de las unidades experimentales se elaboró rótulos de madera, que indicaban los diferentes tratamientos. Estos tuvieron las siguientes medidas: 25 cm. de largo y 10 cm. de ancho (Anexo 2.3).

### 3.3.5.2 Procedimientos

- **Elaboración de los abonos de frutas**

En la elaboración del biol de frutas se utilizó frutas y la melaza en las proporciones que aparecen en la TABLA 9, obteniendo lo siguiente:

**Tabla 9. Ingredientes utilizados para la elaboración de las dos clases de abonos de frutas.**

	CLASES DE ABONOS DE FRUTAS				
FRUTAS/					
MELAZA	ABOFRUT 2		ABOFRUT 1		
Banano	100 g.	5%	300 g.	15%	
Papaya	100 g.	5%	300 g.	15%	
Melón	100 g.	5%	300 g.	15%	
Babaco	100 g.	5%	300 g.	15%	
Naranja	100 g.	5%	300 g.	15%	
<b>Melaza</b>	1500 cc.	75%	500 cc.	25%	
<b>TOTAL</b>	2000 cc.	100%	2000 cc.	100%	

Se lavaron las frutas y se cortaron en pedacitos, sin necesidad de ser peladas.

Se colocó capas de cada una de las frutas; intercalándose con melaza, repitiéndose esta actividad hasta utilizar las proporciones establecidas

previamente para las dos mezclas de bioles y se utilizó recipientes de 20 litros de capacidad.

Con una tapa de madera sobre la última capa de frutas y con la colocación de cilindros de hormigón se prensó el material e inició el proceso de fermentación.

Una vez acabado el proceso de fermentación, a los 10 días se retiró la tapa, y se procedió a filtrar el material, para lo cual se utilizaron un colador y una malla fina; para luego guardar los dos bioles en envases oscuros.

- **Aplicación de abonos**

Se aplicaron los bioles orgánicos ABOFRUT 1, ABOFRUT 2, en las dosis de 1.25 cc/L. y 3.75 cc/L. Se realizaron aplicaciones de manera foliar cada 7 días y tomando la debida precaución de que los diferentes bioles y dosis no se mezclen entre las unidades experimentales. Para la aplicación foliar de estos bioles se utilizó una bomba de mochila, con capacidad de 20 litros.

- **Riego**

El riego se lo proporcionó mediante el agua de riego de la zona que llega durante 12 horas semanalmente vía acequia y se realizó por gravedad.

- **Control de plagas y enfermedades**

En el periodo que abarcó esta investigación no se presentaron daños por plagas ni enfermedades, gracias al control preventivo mediante productos sistémicos preventivos, como Novak 50% (Tiofanato Metil) acompañado de pequeñas podas sanitarias.

- **Control de malezas**

Se realizó deshierbas manuales cada vez que fue necesario, utilizando para el efecto herramientas manuales de labranza. Durante el periodo del ensayo se realizaron 4 deshierbas.

- **Medición de las variables**

Se contó el número de brotes a los 45 días, actividad que se realizó mediante un conteo manual.

La longitud del corimbo se midió una vez terminada su formación, en centímetros, desde el punto de inserción de la flor más cercana a la base, hasta la punta de la última flor. para lo cual se utilizó como herramienta de medición un calibrador pie de rey.

En el caso del diámetro del fruto se midió en el punto de cosecha, en la mitad de la longitud del fruto, utilizando para el efecto un calibrador pie de rey. (Anexo 2.5)

El número de flores por corimbo, se cuantificó manualmente de cada uno de los corimbos de las ramas señaladas.

El número de frutos por corimbo, se cuantificó manualmente de cada uno de los corimbos de las ramas señaladas, en el punto de cosecha.

Para el porcentaje de amarre se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ amarre} = \frac{\text{Nro de frutos} / \text{corimbo} \times 100}{\text{Nro de flores} / \text{corimbo}}$$

$$\text{Nro de flores} / \text{corimbo}$$

El peso del fruto, se lo evaluó mediante la recolección del total de los frutos de las ramas seleccionadas y su pesaje se lo efectuó mediante una balanza eléctrica.

- **Reajuste de cintas**

Esta actividad se la realizó a cada una de las cintas de los tallos marcados para éste ensayo cada dos meses. Tomando en cuenta el estado de las cintas se procedía a reemplazarlas (Anexo 2.4).

- **Podas**

Se realizaron 2 podas tratando de mejorar la recepción de luz solar y la ventilación entre plantas, además de dar a las plantas del ensayo más espacio para su desarrollo y formación, eliminando los corimbos viejos, y ramas antiguas.

- **Cosecha**

La cosecha se realizó a partir de los 90 días después de la segunda poda de formación de las ramas secundarias, cuando los frutos tomaron el rojo característico de cosecha. La cosecha se extendió hasta 100 días, puesto que en algunos frutos de la parte baja de los corimbos no presentaban su característica de punto de cosecha (Anexo 2.6).

La cosecha se la realizó manualmente y los frutos cosechados fueron colocados en recipientes herméticos para su transporte hacia la zona de poscosecha.

- **Poscosecha**

En la zona de poscosecha se los trasladó al cuarto frío en espera de un nuevo pedido para su distribución.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 NÚMERO DE BROTES/RAMA

Al establecer el análisis de variancia para el número de brotes/rama en plantas de mora no se detectaron diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación establecidas (Cuadro 1).

El promedio general del numero de brotes/rama fue de 4.50, con un coeficiente de variación de 17.34%.

**CUADRO 1. Análisis de varianza de número de brotes/rama en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Total	14	11.83		
Repeticiones	2	3.66	1.83	3.00 ns
Tratamientos	(4)	3.29	0.82	1.35 ns
Bioles	1	2.53	2.53	4.14 ns
Dosis	1	0.68	0.68	1.11 ns
B x D	1	0.07	0.07	0.11 ns
Testigo vs Resto	1	0.02	0.02	0.03 ns
Error	8	4.88	0.61	
$\bar{X}(N^{\circ})$		4.50		
CV (%)		17.34		

Se puede apreciar un ligero incremento del número de brotes/rama cuando se aplico el biol compuesto por 75% de melaza y el 25% de frutas (Cuadro 2). Sin embargo no hubo diferencias estadísticas significativas.

**CUADRO 2. Efecto de los bioles sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Bioles</b>	<b>Numero de brotes por rama</b>
B1 25% de melaza y 75% de frutas	4.06
B2 75% de melaza y 25% de frutas	4.98

Prácticamente, los niveles no afectaron en el número de brotes/rama de las plantas de mora (Cuadro 3).

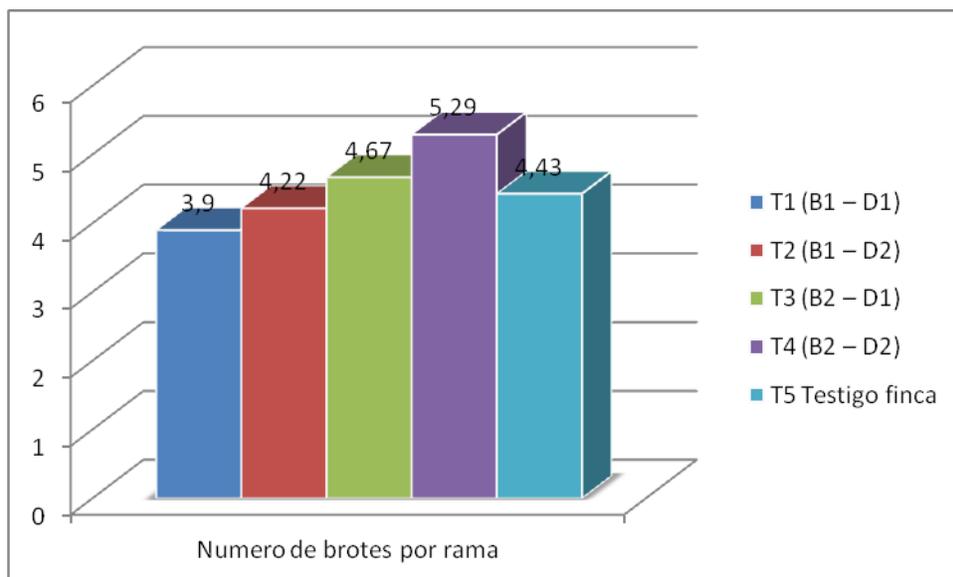
**CUADRO 3. Efecto de las dosis de bioles sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Dosis</b>	<b>Numero de brotes por rama</b>
D1 1.35 cc por litro	4.28
D2 3.75 cc por litro	4.76

Únicamente los tratamientos correspondientes a la aplicación del 75% de melaza y 25% de frutas superaron al testigo de la finca, el resto de tratamientos presentaron promedios inferiores, pero sin diferenciarse estadísticamente (Cuadro 4).

**CUADRO 4. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Tratamiento	Numero de brotes por rama
T1 (B1 – D1)	3.90
T2 (B1 – D2)	4.22
T3 (B2 – D1)	4.67
T4 (B2 – D2)	5.29
T5 Testigo finca	4.43



**GRAFICO 1. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de brotes/rama en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

## 4.2 LARGO DEL CORIMBO (cm)

Al realizar el análisis de variancia para el largo del corimbo en plantas de mora, no se detectaron diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación establecidas, a excepción de repeticiones que presentaron diferencias estadísticas a nivel del 5% (Cuadro 5).

El promedio general del largo del corimbo fue de 6.03 cm con un coeficiente de variación de 10.34%.

**CUADRO 5. Análisis de varianza para el largo del corimbo en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Fuentes de variación	G L	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Total	14	9.61		
Repeticiones	2	5.85	2.92	7.52 *
Tratamientos	(4)	0.65	0.16	0.42 ns
Bioles	1	0.08	0.08	0.21 ns
Dosis	1	0.00	0.00	0.00 ns
B x D	1	0.02	0.02	0.05 ns
Testigo vs Resto	1	0.55	0.55	1.40 ns
Error	8	3.11	0.39	
$\bar{X}$ (cm)		6.03		
CV (%)		10.34		

Prácticamente, no se manifiesta un efecto de la aplicación de los bioles sobre el largo del corimbo, pues las diferencias son mínimas y no significativas (Cuadro 6).

**CUADRO 6. Efecto de los bioles sobre el largo de corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Bioles</b>	<b>Largo de Corimbo (cm)</b>
B1 25% de melaza y 75% de frutas	5.85
B2 75% de melaza y 25% de frutas	6.02

En el cuadro 7 se presentan los promedios de las dosis de bioles para el largo del corimbo, prácticamente no se presento ningún efecto (Cuadro 7).

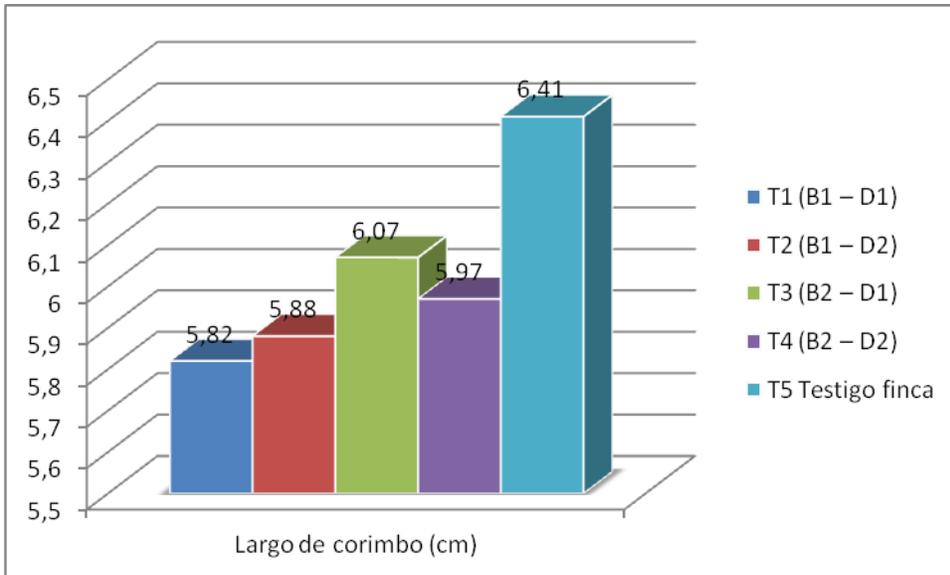
**CUADRO 7. Efecto de las dosis de bioles sobre largo el corimbo plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Dosis</b>	<b>Largo de corimbo (cm)</b>
D1 1.35 cc por litro	5.95
D2 3.75 cc por litro	5.93

Prácticamente, ninguno de los tratamientos alternativos proveniente de los bioles, supero al largo del corimbo en el testigo de la finca, pero sin diferenciarse estadísticamente (Cuadro 8).

**CUADRO 8. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el largo del corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Largo de corimbo (cm)</b>
T1 (B1 – D1)	5.82
T2 (B1 – D2)	5.88
T3 (B2 – D1)	6.07
T4 (B2 – D2)	5.97
T5 Testigo finca	6.41



**GRAFICO 2. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el largo del corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

#### 4.3 NUMERO DE FLORES/CORIMBO

El análisis de variancia para el número de flores/corimbo no se detectó diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación establecidas (Cuadro 9).

El promedio general del número de flores/corimbo fue de 4.63, con un coeficiente de variación de 8.93%.

**CUADRO 9. Análisis de varianza para el número de flores/corimbo en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Fuentes de variación	G L	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Total	14	2.67		
Repeticiones	2	1.11	0.56	3.25 ns
Tratamientos	(4)	0.19	0.05	0.27 ns
Bioles	1	0.00	0.00	0.00 ns
Dosis	1	0.04	0.04	0.24 ns
B x D	1	0.13	0.13	0.76 ns
Testigo vs Resto	1	0.02	0.02	0.09 ns
Error	8	1.37	0.17	
$\bar{X}(N^{\circ})$		4.63		
CV (%)		8.93		

Son mínimas las diferencias del número de flores/corimbo, entre los bioles, dosis y tratamientos en general, cuyos promedios se encuentran en los cuadros 10, 11 y 12, respectivamente.

**CUADRO 10. Efecto de los bioles sobre el número de flores/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

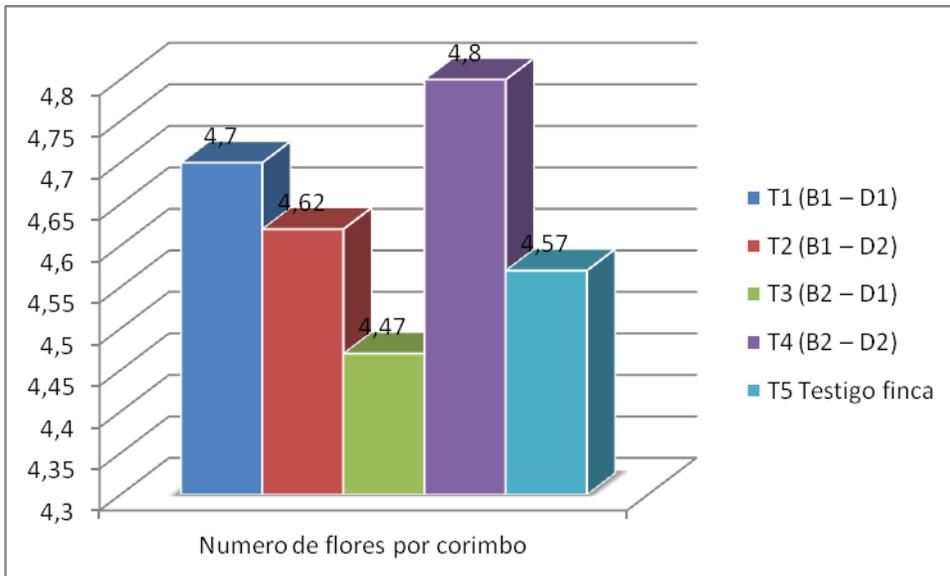
Bioles	Numero de flores por corimbo
<b>B1</b> 25% de melaza y 75% de frutas	4.66
<b>B2</b> 75% de melaza y 25% de frutas	4.63

**CUADRO 11. Efecto de las dosis de bioles sobre el número de flores/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Dosis</b>	<b>Numero de flores por corimbo</b>
<b>D1</b> 1.35 cc por litro	4.59
<b>D2</b> 3.75 cc por litro	4.71

**CUADRO 12. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de flores/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Numero de flores por corimbo</b>
<b>T1</b> (B1 – D1)	4.70
<b>T2</b> (B1 – D2)	4.62
<b>T3</b> (B2 – D1)	4.47
<b>T4</b> (B2 – D2)	4.80
<b>T5</b> Testigo finca	4.57



**GRAFICO 3. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de flores por corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

#### 4.4 NUMERO DE FRUTOS/CORIMBO

En el análisis de variancia para el número de frutos/corimbo en plantas de mora no se encontró diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación establecidas a excepción de repeticiones que presentaron diferencias estadísticas a nivel del 1% (Cuadro 13).

**CUADRO 13. Análisis de varianza de número de frutos/corimbo en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Total	14	2.27		
Repeticiones	2	1.72	0.04	18.16 **
Tratamientos	(4)	0.17	0.04	0.89 ns
Bioles	1	0.08	0.08	1.60 ns
Dosis	1	0.08	0.08	1.60 ns
B x D	1	0.01	0.01	0.20 ns
Testigo vs Resto	1	0.00	0.00	0.04 ns
Error	8	0.38	0.05	
$\bar{X}(N^{\circ})$		3.91		
CV (%)		5.54		

En los cuadros 14, 15 y 16 se presentan los promedios del número de frutos/corimbo para bioles, dosis y tratamientos en general, respectivamente, los cuales no se diferenciaron estadísticamente.

**CUADRO 14. Efecto de los bioles sobre el número de frutos/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

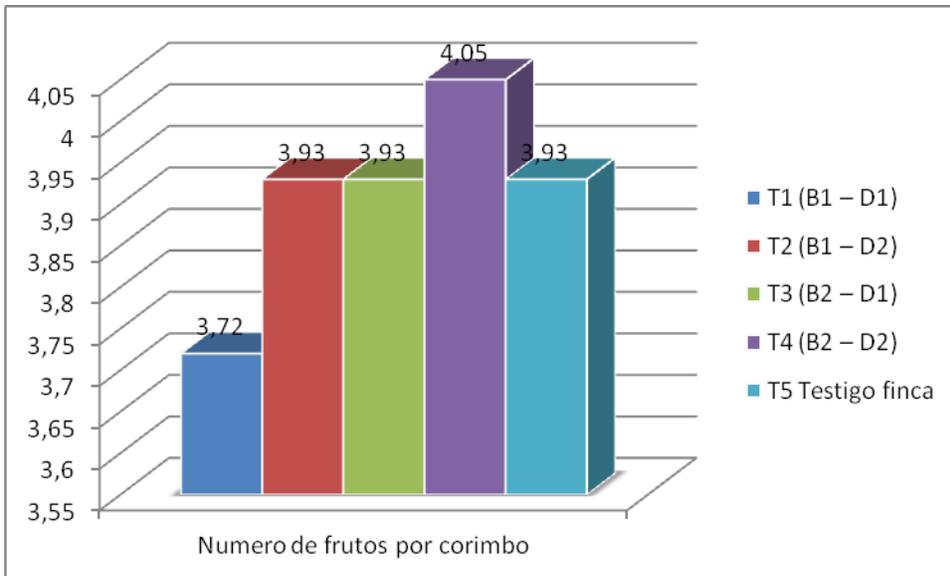
Bioles	Numero de frutos por corimbo
<b>B1</b> 25% de melaza y 75% de frutas	3.83
<b>B2</b> 75% de melaza y 25% de frutas	3.99

**CUADRO 15. Efecto de las dosis de bioles sobre el número de frutos/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Dosis</b>	<b>Numero de frutos por corimbo</b>
<b>D1</b> 1.35 cc por litro	3.82
<b>D2</b> 3.75 cc por litro	3.99

**CUADRO 16. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de frutos/corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Numero de frutos por corimbo</b>
<b>T1</b> (B1 – D1)	3.72
<b>T2</b> (B1 – D2)	3.93
<b>T3</b> (B2 – D1)	3.93
<b>T4</b> (B2 – D2)	4.05
<b>T5</b> Testigo finca	3.93



**GRAFICO 4. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el número de frutos por corimbo en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

#### 4.5 PORCENTAJE DE AMARRE

En el análisis de variancia del porcentaje de amarre no se detectaron diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación establecidas (Cuadro 17).

El promedio general del porcentaje de amarre fue de 84.55%, con un coeficiente de variación de 4.93%.

**CUADRO 17. Análisis de varianza del porcentaje de amarre en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Total	14	394.71		
Repeticiones	2	129.54	64.77	3.72 ns
Tratamientos	(4)	126.05	31.51	1.81 ns
Bioles	1	45.01	45.01	2.58 ns
Dosis	1	4.81	4.81	0.28 ns
B x D	1	65.43	65.43	3.76 ns
Testigo vs Resto	1	10.00	10.80	0.62 ns
Error	8	139.11	17.39	
X(%)		84.55		
CV (%)		4.93		

Con un 4% de amarre supero el biol conformado por el 75% de melaza y 25% de frutas al biol con el 25% de melaza y 25% de frutas, pero sin diferenciarse estadísticamente (Cuadro 18).

**CUADRO 18. Efecto de los bioles sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Bioles	% de Amarre
<b>B1</b> 25% de melaza y 75% de frutas	82.19
<b>B2</b> 75% de melaza y 25% de frutas	86.06

Es mínima la diferencia en cuanto al porcentaje de amarre entre las dosis aplicadas de biol (Cuadro 19).

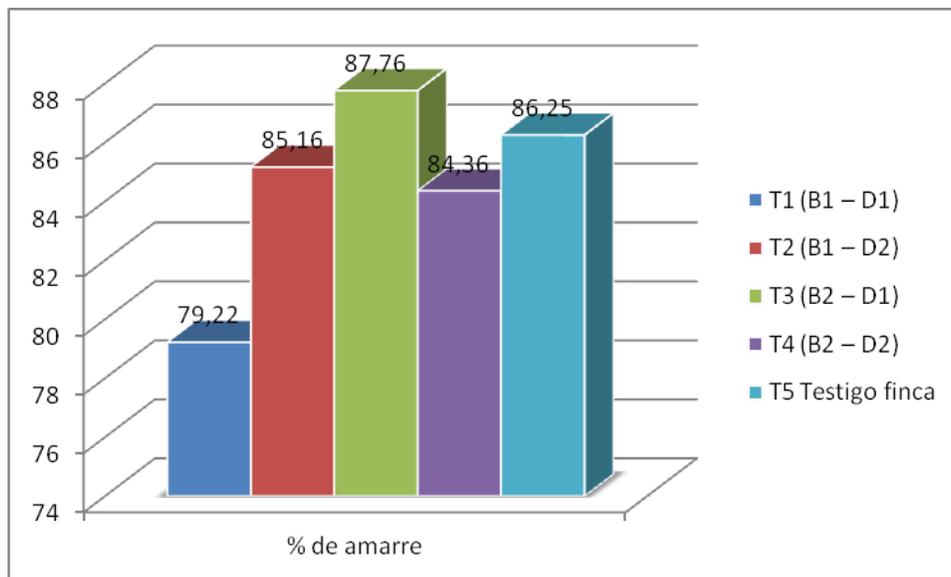
**CUADRO 19. Efecto de las dosis de bioles sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Dosis</b>	<b>% de amarre</b>
<b>D1</b> 1.35 cc por litro	83.49
<b>D2</b> 3.75 cc por litro	84.76

Solamente uno de los tratamientos superó al testigo de la finca en el porcentaje de amarre, pero sin diferenciarse estadísticamente (Cuadro 20).

**CUADRO 20. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Tratamiento</b>	<b>% de amarre</b>
<b>T1</b> (B1 – D1)	79.22
<b>T2</b> (B1 – D2)	85.16
<b>T3</b> (B2 – D1)	87.76
<b>T4</b> (B2 – D2)	84.36
<b>T5</b> Testigo finca	86.25



**GRAFICO 5. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el porcentaje de amarre en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

#### 4.6 PESO DE COSECHA

En el análisis de variancia del peso de cosecha no se detectaron diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variación establecidas (Cuadro 21).

El promedio general del peso de cosecha fue de 13.05 g. (78.3 valor calculado en 6 ramas productivas), con un coeficiente de variación de 3.92%.

**CUADRO 21. Análisis de varianza del peso de cosecha en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Total	14	5.30		
Repeticiones	2	1.06	0.53	2.02 ns
Tratamientos	(4)	2.15	0.54	2.06 ns
Bioles	1	0.00	0.00	0.00 ns
Dosis	1	0.91	0.91	3.50 ns
B x D	1	0.70	0.70	2.69 ns
Testigo vs Resto	1	0.54	0.54	2.07 ns
Error	8	2.09	0.26	
$\bar{X}(g)$		13.05		
CV (%)		3.92		

Prácticamente, no se diferenciaron los bioles en estudio con respecto al peso de cosecha, pues presentaron promedios casi iguales (Cuadro 22).

**CUADRO 22. Efecto de los bioles sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Bioles	Peso de cosecha (g.)	Peso de cosecha por planta * (g.)
<b>B1</b> 25% de melaza y 75% de frutas	13.15	78.9
<b>B2</b> 75% de melaza y 25% de frutas	13.13	78.78

\* Valor calculado por seis ramas productivas

Se produjo un ligero incremento del peso de cosecha de mora al incrementar la dosis de los bioles, pero sin diferenciarse estadísticamente (cuadro 23).

**CUADRO 23. Efecto de las dosis de bioles sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Dosis</b>	<b>Peso de cosecha (g)</b>	<b>Peso de cosecha por planta * (g)</b>
<b>D1</b> 1.35 cc por litro	12.87	77.22
<b>D2</b> 3.75 cc por litro	13.42	80.52

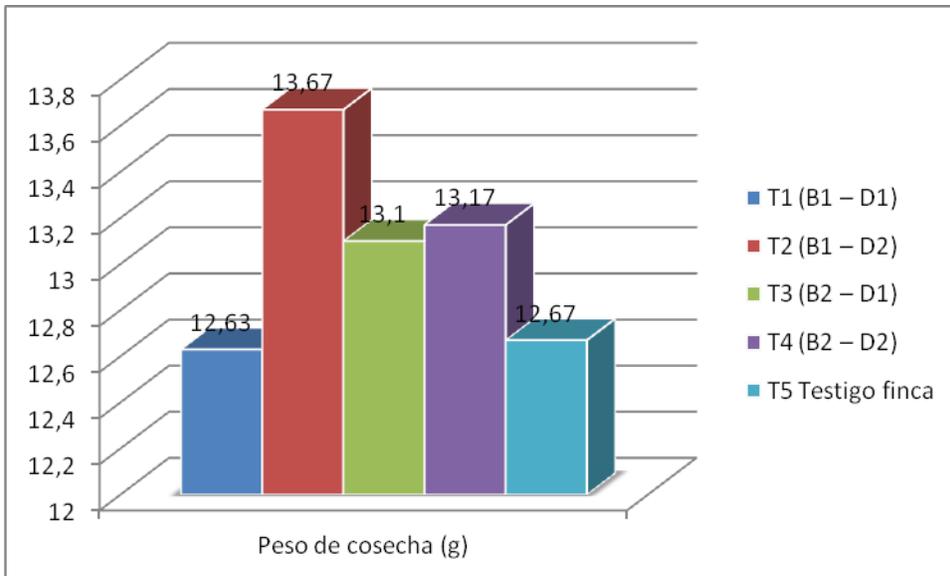
\* Valor calculado por seis ramas productivas

Únicamente, el tratamiento T1(B1-D1) no logro superar al testigo, el resto lo superaron pero sin diferenciarse estadísticamente (Cuadro 24).

**CUADRO 24. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso de cosecha (g)</b>	<b>Peso de cosecha por planta * (g)</b>
<b>T1</b> (B1 – D1)	12.63	75.78
<b>T2</b> (B1 – D2)	13.67	82.02
<b>T3</b> (B2 – D1)	13.10	78.6
<b>T4</b> (B2 – D2)	13.17	79.02
<b>T5</b> Testigo finca	12.67	76.02

\* Valor calculado por seis ramas productivas



**GRAFICO 6. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el peso de cosecha en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

#### 4.7 DIÁMETRO DE FRUTO

Al establecer el análisis de variancia para el diámetro del fruto de mora se encontró diferencias estadísticas para tratamientos al nivel del 5%, mientras que los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente, sin embargo se encontró diferencias al comparar el testigo con el resto de tratamientos correspondientes a los bioles y dosis (Cuadro 25).

El promedio general del diámetro del fruto de 119.20 mm, con un coeficiente de variación de 20.01%.

**CUADRO 25. Análisis de varianza para el diámetro de fruto en plantas de mora bajo el efecto de dos tipos de bioles en dos dosis. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Fuentes de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Total	14	15180.40		
Repeticiones	2	7067.20	3533.60	6.21 *
Tratamientos	(4)	3569.40	890.10	1.56 ns
Bioles	1	70.08	70.08	0.12 ns
Dosis	1	70.08	70.08	0.12 ns
B x D	1	0.08	0.08	1.41 ns
Testigo vs Resto	1	3420.15	3420.15	6.01 *
Error	8	4552.80	569.10	
$\bar{X}$ (mm)		119.20		
CV (%)		20.01		

En los cuadros 26 y 27 se presentan los promedios del diámetro del fruto e la mora para los bioles y las dosis en estudio.

**CUADRO 26. Efecto de los bioles sobre el diámetro de fruto plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Bioles	Diámetro de fruto (mm)
<b>B1</b> 25% de melaza y 75% de frutas	129.17
<b>B2</b> 75% de melaza y 25% de frutas	124.33

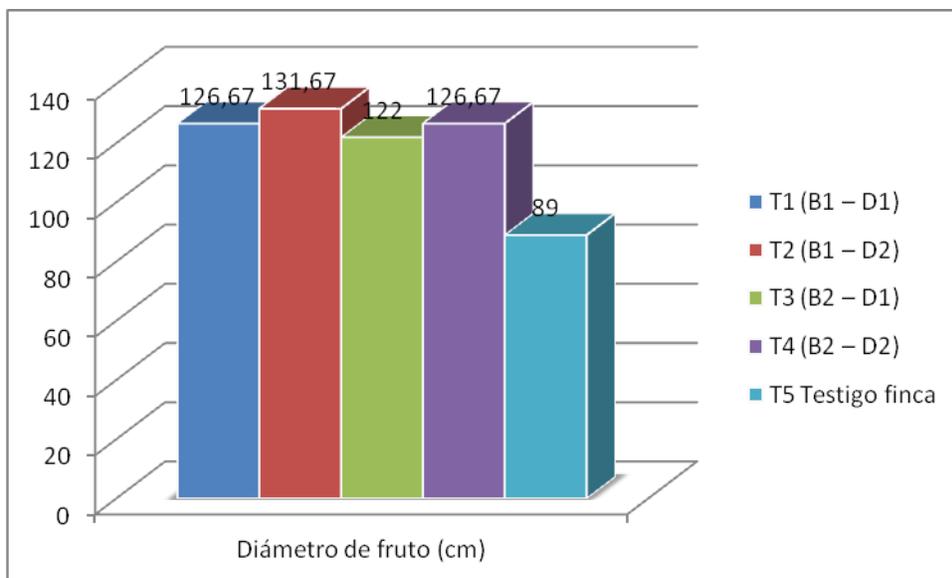
**CUADRO 27. Efecto de las dosis de bioles sobre el diámetro de fruto en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Dosis</b>	<b>Diámetro de fruto</b>
<b>D1</b> 1.35 cc por litro	124.33
<b>D2</b> 3.75 cc por litro	129.17

Todos los tratamientos superaron en el diámetro al testigo, el cual apenas presento un promedio de 89.00 mm, mientras que los tratamientos en base de bioles los 121 mm de diámetro (Cuadro 28).

**CUADRO 28. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el diámetro de fruto en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Diámetro de fruto</b>
<b>T1</b> (B1 – D1)	126.67
<b>T2</b> (B1 – D2)	131.67
<b>T3</b> (B2 – D1)	122.00
<b>T4</b> (B2 – D2)	126.67
<b>T5</b> Testigo finca	89.00



**GRAFICO 7. Efecto conjunto de bioles por dosis en comparación con un testigo sobre el diámetro del fruto en plantas de mora. Tumbaco, Pichincha 2011.**

Como discusión final se puede decir que, en el análisis de variancia de ninguna de las variables en estudio se detectaron diferencias estadísticas, debido a que el efecto de los bioles frutales se presenta de forma mínima pero complementaria en la fisiología de la planta. Sin embargo, en las diferencias estadísticas encontradas en el diámetro del fruto de mora se puede suponer, en base a los análisis de los contenidos de los aminoácidos y minerales presentes en los bioles detallados en los anexos 4.1 y 4.2, que el efecto pudo haber sido hormonal, ya que aminoácidos presentes como el triptófano son precursores de auxinas que intervienen en el crecimiento por división celular de los frutos, lo cual estimula y aumenta el tamaño final del órgano (Internet 12). Concomitantemente con esto el potasio también presente, favorece la síntesis y acumulación de glúcidos en las plantas. Es el elemento del equilibrio, vigor y por ende la calidad del fruto (Pizano, 1997).

#### 4.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Siguiendo la metodología de análisis de presupuesto parcial según Perrin *et al* (1981) se obtuvo el beneficio bruto que correspondió a la producción de mora por parcela por su valor en el mercado, por otro lado se sacó los costos variables. De la diferencia del beneficio bruto menos los costos variables se obtuvo el beneficio neto (Cuadro 29).

**CUADRO 29. Beneficio bruto, costos variables y beneficio neto de los tratamientos en estudio.**

Tratamientos	Beneficio bruto	Costo variable	Beneficio neto
T1 A1D1	16.72	10.6	6.1
T2 A1D2	17.38	12.3	5.1
T3 A2D1	16.1	10.2	5.9
T4 A2D2	16.72	11.1	5.6
T5 testigo	16.75	9.7	7.1

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañados de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia, donde tratamiento dominado es aquel que a igual y menor beneficio neto presenta mayor costo variable. De este análisis se determinó que los tratamientos no dominados fueron T1 A1D1 y T3 A2D1 (Cuadro 30).

**CUADRO 30. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio neto</b>	<b>Costo variable</b>	<b>TND</b>
T5 testigo	7.1	9.7	
<b>T1 A1D1</b>	6.1	10.6	*
<b>T3 A2D1</b>	5.9	10.2	*
<b>T4 A2D2</b>	5.6	11.1	
<b>T2 A1D2</b>	5.1	12.3	

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal determinando que las mejores alternativas económicas corresponden T1 A1D1 y T3 A2D1 pues por cada dólar invertido se obtuvo retornos de 0.50 y 0.60 dólares (Cuadro 31).

**CUADRO 31. Análisis marginal de los tratamientos no dominados.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Costo Variable</b>	<b>Incremento B. neto</b>	<b>Incremento C.variable</b>	<b>TIRM</b>
<b>T1 A1D1</b>	6.10	10.60	0.20	0.40	0.50
<b>T3 A2D1</b>	5.90	10.20	0.80	0.50	0.60

## V. CONCLUSIONES

- Prácticamente, no se presentó un efecto de los bioles y sus diferentes dosis sobre el número de brotes/rama, largo del corimbo, número de flores/corimbo, número de frutos/corimbo, porcentaje de amarre, y peso a la cosecha inclusive no se diferenciaron del testigo.
- Todos los tratamientos en base de bioles superaron al testigo con respecto al diámetro del fruto, esta diferencia fue muy marcada, pero no se reflejó en el peso a la cosecha, debido al buen porcentaje de amarre y número de frutos/corimbo que presentó el testigo.
- Los tratamientos T1 (A1D1) y T3 (A2D1) se constituyen en las alternativas económicas por presentar TIRM adecuadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar los tratamientos T1 (A1D1) y T3 (A2D1), por que se constituyen en las mejores alternativas económicas ya que manifiestan una mejora en el diámetro de los frutos.
- Se recomienda validar estos tratamientos en campos de producción con la misma variedad y otras variedades, así como en otras especies de frutales andinos.
- Motivar el uso de bioles de frutas, tomando en cuenta el valor de la agricultura orgánica, en busca del cuidado ambiental y los recursos no renovables, y además la importancia de los productos orgánicos dentro del mercado.
- Se recomienda el estudio del efecto hormonal del biol de frutas sobre el cultivo de mora en los periodos de fructificación y su influencia en el cultivo de mora.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Internet 1.

AGRICULTURA SENSITIVA. 2001. Cultivo de Mora (en línea). Consultado 10 abr. 2010. Disponible en <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/mora.htm>.

Internet 2.

ARNAU, J. 2004. LA MELAZA. Consultado el 20 Dic 2005. Disponible en: [www.consumer.es/web/es/nutricion/salud\\_y\\_alimentacion/alimentacion](http://www.consumer.es/web/es/nutricion/salud_y_alimentacion/alimentacion)

BIDWELL, R.G.S. 1993. Fisiología vegetal. A.G.T. Editor. México D.F. México. p 265-375

BOADA, D. 2004. Respuesta del cultivo de protea (*Leucadendron hibrido*) var. Safari sunset a la aplicación de cinco fitoreguladores de crecimiento en dos épocas de aplicación. Puellaró. Pichincha. Tesis de Grado Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. p 86

Internet 3.

CONSUMER, EROSKI. 2004. La Melaza (en línea). Consultado 10 abr. 2010. disponible en <http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/mora/intro.php>

DONOSO, TORRES, 2007. Respuesta del cultivo de proteas (*Leucadendron hibrido*) var. Safari sunset a la aplicación de tres tipos de abonos de frutas en tres dosis. Tabacundo, Pichincha. Tesis de grado Ing. Agr. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí. Ecuador.

Internet 4.

EL RINCON DEL VAGO. 1998. Fertilidad y fertilizantes. Salamanca, España. Consultado el 14 de Abril 2011. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/fertilidad-y-fertilizantes.html>

Internet 5.

EL RINCON DEL VAGO. 1998. Fitohormonas. Salamanca, España. Consultado el 29 de Abril 2011. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/fitohormonas.html>

Internet 6.

FRANCISCO FERRUCCI PÉNDOLA. 2001."Estudios de Mercado para Frutas y Hortalizas Seleccionadas"(en línea). Consultor IICA/PROCIANDINO. Consultado 10 abr. 2010. Disponible en [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/frutas/mora/generalidades\\_mora.htm](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/frutas/mora/generalidades_mora.htm)

GIL M., F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Editorial Mundi Prensa. Madrid. España. p 249-281

LEÓN, F. 2005. Estudio de la Fertilización Foliar Complementaria a base de Abonos de Frutas en Lechuga (Lactuca sativa L) var. Green Salad Bowl. Tumbaco, Pichincha, Ecuador. Tesis de Grado Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 87 p

Internet 7.

MENDOZA, *et al.* 2004. Aminoácidos. Consultado el 24 Nov 2006. Disponible en: [www.uvademesa.d./AminoacidosHMDJJASA.abril04.pdf](http://www.uvademesa.d./AminoacidosHMDJJASA.abril04.pdf)

Internet 8.

NUEVAS TECNOLOGIAS PARA EL CULTIVO DE MORA, 2008

Consultado el 29 de Abril 2011. Disponible en :

<http://www.dicyt.com/noticias/nuevas-tecnologias-para-el-cultivo-de-mora>

PIZANO, M. 1997. Floricultura y medio ambiente. Ediciones Hortitecna. Bogota. Colombia. P 77-87

Internet 9.

QUIROS, *et al.* 2004. Elabore sus propios abonos, fertilizantes y repelentes orgánicos. Organización para estudios tropicales. San Pedro de Oca. Costa Rica. p 36. Consultado el 16 Ene 2007. Disponible en: [www.ots.ac.cr/en/paloverde/docs/manual\\_organico.pdf](http://www.ots.ac.cr/en/paloverde/docs/manual_organico.pdf)

RUEDA D. 2002. Botánica Sistemática. Tercera Edición. Grupo Compunor. Quito – Ecuador. Pp 41 – 112.

Internet 10.

SANCHEZ, *et al.* 2001. La fertilización foliar de los cultivos. Universidad de Alicante. Alicante. España. P 14-16. Consultado el 16 Ene 2007. Disponible en: [www.fertiberia.com/informacion\\_fertilizacion/articulos/abonado\\_cultivos.pdf](http://www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/abonado_cultivos.pdf)

SUQUILANDA, M. 1995. Agricultura Orgánica, Alternativa tecnológica del futuro. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Quito. Ecuador. p 43 – 46

SUQUILANDA, M. 1996. Manual Práctico Para Elaboración De Biol. Quito. Ecuador. 37p.

Internet 11.

TRINIDAD Y AGUILAR. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. México DF. México. p 1-8. Consultado el 16 Ene 2007. Disponible en: [www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf](http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf)

Internet 12.

WIKIPEDIA. 2011. Auxinas. Consultado El 15 de Sep 2011. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Auxinas>