

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Evaluación de forclorofenurón y amilasa como inductores de brotación sobre el cultivo de frambuesa (*Rubus idaeus* L.).**

**Por:**

**Mario Alberto Jiménez Mendoza**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial  
para Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Febrero de 2009**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Evaluación de forclorofenurón y amilasa como inductores de  
brotación sobre el cultivo de frambuesa (*Rubus idaeus* L.).**


Por


**Mario Alberto Jiménez Mendoza**

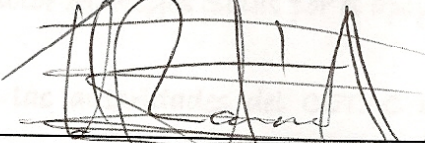
TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

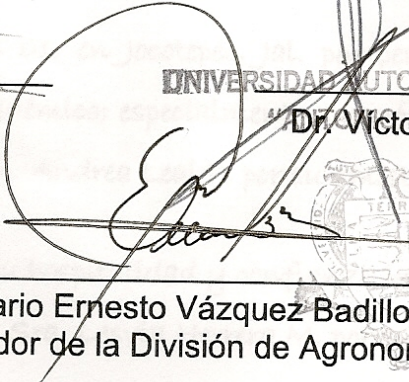
**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

  
Dr. Juan José Galván Luna  
Presidente del Jurado

  
Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza  
Sinodal

  
Dr. Emilio Rascón Alvarado  
Sinodal

  
Dr. Víctor Manuel Reyes Salas  
Sinodal

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo  
Coordinador de la División de Agronomía

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
División de Agronomía  
Coordinación.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2009

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por darme todo lo que tengo en esta vida y permitirme concluir una etapa muy importante en ella.

A mis padres, Mario R. Jiménez López y Rita Mendoza Ramos, por ser un ejemplo a seguir, darme todo sin escatimar esfuerzos, brindarme su confianza, su amor y su apoyo contante. Por ser un respaldo en mi vida y ser mis amigos antes que nada. ☺ Dios los bendiga.

Por vivir momentos inolvidables y hacer de mi carrera una grata experiencia doy un agradecimiento a mis compañeros y amigos de la generación CVI de Ingeniero Agrónomo en Horticultura, en especial a Migue, Belí, Licha, Carlos, Toto, Adrián, Betty, Beykí, Argelia, Soruyo, Estela y por último pero no menos a Jairo, Ontiveros, Alejandra, Ruby que llegamos a consolidar una gran amistad.

Enormemente agradecido con el Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza por compartirme sus conocimientos y confianza para la elaboración de este proyecto. Así mismo al Dr. Juan José Galván Luna, Dr. Emilio Rascón Alvarado y por último pero no menos al Dr. Víctor M. Reyes Salas por el apoyo e interés ofrecido a la presente investigación.

A las autoridades del CETAC 01, en Jocotepec, Jal. por permitirme trabajar en las instalaciones de éste centro académico; especialmente al profesor Sergio Ortega por su disponibilidad y a la TPCCA M. Andrea Leal P. por su amistad y apoyo brindado.

A la familia Mier Herrera, por su hospitalidad y confianza incomparable durante toda mi carrera; principalmente a la Sra. Lesvía Herrera M. por su apoyo y consejos dados, que Dios la bendiga.

A mi "Alma Mater" UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO por formarme como profesionista.

## DEDICATORIA

A Díos antes que nada, por rodearme de personas valiosas, darme salud y permitir culminar mi carrera como profesionista.

Con admiración, amor y respeto dedico todo mi esfuerzo a esos seres que me dieron la vida, mis padres: Mario R. Jiménez López y Rita Mendoza Ramos. Por ser el consejo necesario en las dificultades, el apoyo constante, el amor incondicional, el cimiento de mi persona y sobre todo por ser mis amigos, este trabajo es de ustedes.

Este documento lo dedico de forma especial a mis hermanos Angélica P. Jiménez Mendoza, Ricardo Jiménez Mendoza y Ana L. Jiménez Mendoza con el afán de que sea un motivo de superación y logren todas las metas a las que aspiren.

A mis abuelos Cresencia López (+) y Guadalupe Jiménez (+) que tanto anhelaban verme como profesionista. ¡Mamá Chenchá y Papá Lupe, siempre trabajé pensando en ustedes! Así mismo les dedico el presente a mis abuelos Porfirio Mendoza y Jesús Ramos, por sus motivaciones y consejos, los quiero mucho.

A mi novia Viviana Amezcua Pirul, por estar conmigo en todo momento, sin importar la distancia. Por ser mi apoyo a cada instante, por la confianza brindada y por ser motivo de felicidad este trabajo es tuyo chiquilla.

A todos mis compañeros y amigos de la generación CVI de la especialidad de Horticultura a quienes aprecio mucho. En especial para mis colegas con quienes compartí momentos innumerables y más que compañeros fueron un apoyo durante mi carrera.

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
Origen .....	3
Taxonomía del Frambueso.....	3
Características Botánicas .....	4
Requerimientos Edafoclimáticos .....	5
Cultivares .....	6
Cultivares no Reflorecientes.....	7
Cultivares Reflorecientes .....	9
Propagación.....	10
Dominancia Apical .....	12
Fitohormonas .....	13
Citocininas .....	14
Citocininas Sintéticas.....	15
Auxinas .....	16
Giberelinas .....	17

Inhibidores de Crecimiento.....	17
Forclorofenurón .....	18
Usos del Forclorofenurón .....	18
Enzimas.....	21
Almidón .....	22
Degradación del Almidón.....	24
MATERIALES Y METODOS.....	27
Ubicación .....	27
Caracterización del Sitio Experimental .....	27
Descripción del Material Experimental .....	28
Descripción del Frambueso “Holyoke” .....	28
Descripción del Forclorofenurón .....	28
Descripción de la Amilasa .....	29
Niveles de Exploración.....	29
Descripción de los Tratamientos.....	30
Descripción del Proceso Experimental .....	31
Cronograma de Actividades.....	32
Diseño Experimental.....	33
Parámetros a Evaluar .....	33
Periodo de Respuesta en Grupo .....	33
Crecimiento Vegetativo .....	34
Por Ciento de Diferenciación.....	34
Proporción de Materia Seca.....	34

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
Periodo de Respuesta en Grupo .....	39
Crecimiento Vegetativo: Primario y Secundario .....	40
Por Ciento de Diferenciación.....	43
Proporción de Materia Seca .....	45
CONCLUSIONES .....	48
LITERATURA CITADA .....	49
APENDICE.....	52

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
3.1	Concentraciones de ambos productos que se manejaron para llevar a cabo dicha investigación	30
3.2	Tratamientos que se utilizaron durante la investigación.	31
3.3	Actividades que se llevaron a cabo durante la investigación. Dic 08 – Ene 09.	32



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
2.1	Hidrólisis del almidón por la $\beta$ -amilasa. A.- Hidrólisis por la $\beta$ -amilasa de una cadena impar. B.- Hidrólisis por la $\beta$ -amilasa de una molécula de amilopectina.	26
2.2	Acción de la $\alpha$ -amilasa sobre la amilopectina. A.- Modelo de la molécula de amilopectina. B.- Dextrinas de peso molecular medio. C.- Estructuras posibles de las últimas dextrinas producidas por lisis de la amilopectina.	26
3.1	Elección e identificación de plantas.	35
3.2	Aplicación de los tratamientos mediante el uso de aspersores manuales.	35
3.3	Toma de medidas del grosor del brote, procurando que sea en la base de éste.	36
3.4	Medición de la longitud del brote.	36
3.5	Recolección de brotes.	37
3.6	Toma de peso previo a la introducción de los brotes a la estufa de secado.	37
3.7	Introducción de los brotes a la estufa de secado durante 36 hrs, a temperatura constante de 17° C.	38
3.8	Una vez transcurridas las 36 hrs dentro de la estufa de secado, se tomó nuevamente el peso de los brotes.	38
4.1	Longitud de brotes en frambuesa <i>Runus idaeus</i> L. obtenidos a partir de la aplicación de los distintos tratamientos.	40
4.2	Longitud de brotes en frambuesa <i>Runus idaeus</i> L. obtenidos a partir de la aplicación de los distintos tratamientos.	41
4.3	Efecto de los distintos tratamientos en el grosor de los brotes en <i>Rubus idaeus</i> L.	43
4.4	Por ciento de brotación que representaron los distintos tratamientos 10 días después de haber realizado la última aspersión.	45
4.5	Proporción de materia seca, en relación al peso fresco, que se obtuvo en los brotes generados por los distintos tratamientos.	47

## RESUMEN

Con el propósito de evaluar la aplicación de la citocinina forclorofenurón (CPPU) y de la enzima amilasa, como inductor de brotación y como catalizador respectivamente de dicho proceso en plantas de frambuesa *Rubus idaeus* L., se llevó a cabo la presente investigación en la huerta “El Pitayo” en el municipio de Jocotepec, Jalisco.

Se evaluaron tres concentraciones distintas de cada uno de los productos (CPPU y amilasa), dos combinaciones de ambos y como testigo se realizó el despunte, la cual es una práctica común para romper la dominancia apical. Las variables evaluadas fueron el periodo de respuesta en grupo, crecimiento vegetativo de los brotes, tanto primario como secundario; el porcentaje de yemas diferenciadas y la proporción de materia seca en los brotes. Para analizar los resultados se utilizó el Paquete de Diseños Experimentales de la FAUANL, y se trabajó con el diseño completamente al azar.

Los resultados mostraron que el CPPU no eliminó por completo la dominancia apical, solamente indujo la diferenciación de yemas mas no su crecimiento como rama fructificante. La enzima amilasa no funcionó como catalizador en dicho proceso, mucho menos mostró la capacidad de inducir por sí sola la brotación de las yemas axilares en el frambueso (*Rubus idaeus* L.). La práctica más efectiva para eliminar la dominancia apical fue eliminar manualmente el meristemo del tallo principal, según los resultados obtenidos en la mayoría de las variables evaluadas.

Palabras clave: Frambuesa (*Rubus idaeus* L.), dominancia apical forclorofenurón, amilasa.

## INTRODUCCION

Existe un importante grupo de frutales cuyo desarrollo aumenta en forma por demás interesante el mapa frutícola de México si se les aprovecha para producir frutos tanto para el mercado de exportación como para el mercado interno. A este grupo de frutales cuya producción es aún muy incipiente, pero potencialmente importante, es al que se les denomina globalmente “frutales menores”. Entre ellas se encuentran la frambuesa.

Las frambuesas producen frutos jugosos comestibles de distintos colores (rojos, negros y amarillos); estos frutos pueden ser consumidos en fresco como las fresas y así mismo en conserva. La frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.), se cultiva intensamente en algunos países de Europa y de Norteamérica y en menor grado en Australia y Nueva Zelanda. Aunque en algunas regiones de nuestro país crece en estado silvestre, la frambuesa es aún desconocida por gran número de fruticultores, a pesar de ello y debido a la demanda en el extranjero, principalmente Estados Unidos, se han traído a varias regiones de nuestro país, entre ellas Jalisco, cultivares norteamericanos y europeos.

Algunos de los estados de la República Mexicana con excelentes condiciones edafoclimáticas por los rendimientos que se obtienen bajo condiciones de riego son: Baja California, Colima, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Estado de México, Veracruz y Puebla. De acuerdo a datos presentados por el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de SAGARPA, en México alrededor de 776.25 hectáreas fueron dedicadas a la producción de frambuesa durante el ciclo 2006-2007, obteniéndose un rendimiento de 14.8 ton/ha, con un valor aproximado de más de 300 millones de pesos, lo cual hace a la frambuesa un cultivo muy prometedor en cuanto a economía concierne.

El cultivo de frambuesa en México presenta diversas ventajas, entre las cuales encontramos: mercados compradores de la fruta, excelente adaptación de algunas variedades, obtención de cosecha en forma escalonada, la rápida entrada a producción (4 - 6 meses) que estimula a los productores generar empleo permanente, entre otras; es necesario el estudio de los factores, tanto del ambiente como de manejo del cultivo, que influyen en la producción. Es conveniente explotar al máximo el potencial productivo de

la especie y para lograrlo es indispensable darle a las plantas las condiciones edafoclimáticas y prácticas agrícolas más adecuadas a sus necesidades específicas.

A pesar de la gran importancia que este cultivo ha tomado en numerables regiones del país, las investigaciones respecto a la mejora de prácticas culturales son pocas. Debido a que estamos tratando con un cultivo relativamente nuevo en el país, nos enfrentamos en un área excesivamente amplia por descubrir, lo cual permite probar prácticas nuevas con la finalidad de obtener el máximo aprovechamiento de su potencial productivo.

Conforme pasan los años y los productores adquieren mayor conocimiento respecto a este cultivo, descubren prácticas las cuales permiten obtener mayor rendimiento, entre ellas se encuentra “el pinch”, dicha práctica consiste en la eliminación de la dominancia apical y obtener el desarrollo de yemas laterales, que darán lugar a ramas productivas.

En la horticultura moderna la aplicación de productos, que permitan lograr mayor cantidad de fruto, forma parte del proceso de producción en cualquier cultivo y la frambuesa no es la excepción. Por lo que en el presente trabajo se pretende inducir la diferenciación de yemas laterales y su desarrollo mediante el uso de reguladores de crecimiento y enzimas.

Hipótesis: La aplicación de forclorofenurón así como de la enzima amilasa tiene efecto sobre la brotación y crecimiento en plantas de frambuesa (*Rubus idaeus* L.)

Objetivo: Evaluar la aplicación de Forclorofenurón (CPPU) y de la Enzima Amilasa como inductor de brotación y como catalizador respectivamente de dicho proceso en plantas de frambuesa y crear una opción factible dentro de las actividades agrícolas de este cultivo.

## REVISION DE LITERATURA

### Origen

El *Rubus idaeus* L. es el denominado frambueso europeo, de frutos generalmente rojos pero también claros. Crece espontáneamente en el antiguo continente y la leyenda dice que es originario del Monte de Ida (Isla de Creta), y del que Linneo ha adoptado su nombre específico. Posteriormente se extendió a Italia, Países Bajos, Inglaterra y luego a América del Norte.

En los textos de los antiguos escritores agrícolas no se encuentran datos sobre el cultivo del Frambueso en los siglos pasados y es bastante probable que únicamente se recogiera el producto espontáneo de los bosques (Paglietta, 1986).

El frambueso es un arbusto de la gran familia de las Rosáceas perteneciente al género *Rubus*. Son muy numerosas las especies conocidas del género *Rubus* pero una de las más importantes desde el punto de vista de cultivo es *Rubus idaeus* L.

### Taxonomía del Frambueso

Reino..... Vegetal  
Clase..... Dicotiledónea  
Orden..... Rosales  
Familia..... Rosácea  
Género..... *Rubus*  
Especie..... *idaeus*

Nombre común..... Frambuesa

## Características Botánicas

De manera general es un arbusto espinoso en forma de mata con sus ramas inicialmente erectas y después encorvadas por el peso de la vegetación. Puede alcanzar una altura máxima de 3 - 4 metros, pero en muchas variedades esta altura es menor.

Las hojas son compuestas, de borde aserrado y pueden tener 3 a 5 folíolos (generalmente 5), presentan un color verde intenso en el haz y gris plateado en el envés. Se encuentran de forma alterna y sencilla, es decir un folíolo por yema.

La inflorescencia es axilar y terminal, corresponde a un racimo suelto y largo, con los pedúnculos divididos en dos o tres pedicelos.

Presenta floración escalonada, primero abren las flores apicales y después las axilares de las hojas basales. Las flores son perfectas, de cinco pétalos, color blanco o rosado, son hermafroditas; tienen una corola compuesta por 5 pequeños pétalos caducos, provistos de un grueso cáliz en forma de estrella que permanece soldado al receptáculo floral. El androceo está formado por unos cincuenta de estambres y el gineceo de 50 a 100 pistilos. A partir del ovario, de cada pistilo, fecundado se originará una pequeña drupa y todas estas drupeolas reunidas en el receptáculo y agregadas entre sí, darán forma a una mora (fruto agregado), llamada comúnmente frambuesa (López, 2005).

La producción depende en alto grado de la polinización por abejas para producir frutos bien formados y de valor comercial.

Paglietta (1986), menciona, contrariamente a la parte aérea, las raíces del frambueso son perennes, dotadas de una densa cabellera radicular que se encuentran preferentemente en la parte más superficial del suelo. Cada año y a partir de las raíces, emerge un número variable de vigorosos retoños, que junto con los ramos nacidos en la base o “corona” de la mata, llevarán los frutos en la siguiente estación vegetativa o bien tanto en el mismo año de su formación como en el siguiente.

## Requerimientos Edafoclimáticos

El factor suelo representa un papel muy importante en el cultivo del frambueso: ante todo es necesario que no sea compacto, ya que el sistema radicular de esta planta no tolera en absoluto los estancamientos de agua. El tipo de suelo óptimo ha de ser rico en materia orgánica, mayor al 5%; con elevada capacidad de retención de agua, profundo y suelto. De por sí las raíces del frambueso no exigen un suelo profundo, ya que son preferentemente superficiales y ocupan una capa de terreno de unos 25 cm de espesor. Tampoco son adecuados los suelos demasiado sueltos, ya que pierden muy deprisa su fertilidad y requieren riegos muy frecuentes. También son limitantes los suelos ricos en calcio, puesto que pueden presentarse deficiencias de hierro, de manganeso o de ambos y en consecuencia los rendimientos bajan fuertemente (Rodríguez, citado por López, 2005). Preferentemente hacer uso de suelos francos: franco arenoso, franco y franco arcilloso; y un pH neutro o ligeramente ácido.

El frambueso es bastante resistente a las bajas temperaturas invernales y también puede soportar calores estivales. Sin embargo, debido a su origen, las condiciones óptimas para esta planta son las de inviernos con bajas temperaturas constantes, pero no excesivas, y veranos no calurosos, caracterizados por una cierta oscilación entre el día y la noche (Paglietta, 1986). Las características óptimas para un buen desarrollo fisiológico y productivo de la frambuesa se encuentran en zonas con rangos de 14 a 19° C.

El frambueso necesita entre 700 y 900 mm anuales de lluvia, aunque en nuestro país generalmente se cultiva bajo sistemas de riego. Si se producen lluvias en las épocas próximas a la madurez de los frutos, estos se ponen demasiados blandos y se afecta considerablemente su calidad en postcosecha. Las lluvias al inicio de la plantación son favorables, debido a la gran demanda de humedad durante esa etapa.

En cuanto a la altura sobre nivel del mar se debe considerar que mientras mayor altitud, el periodo de maduración de la fruta se retarda. Los mejores resultados se obtienen entre los 1800 y 2700 msnm.

Se recomienda el uso de cortinas rompevientos en aquellas zonas donde este factor prevalece, ya que puede dañar seriamente al fruto o provocar la ruptura de tallos fructíferos. Aunque no sea violento, puede provocar excesiva deshidratación en los frutos provocando que este se vuelva cenizo, disminuyendo su calidad por causa de su roce con el viento u hojas.

## Cultivares

La elección varietal puede hacerse entre un número notable de variedades, en su mayor parte de origen extranjero, que han sido introducidas a México de forma comercial o bajo patentes.

Los cultivares se diferencian según su hábito de crecimiento y hábito de floración. En lo que concierne a hábitos de crecimiento los hay de hábito rastrero, semierecto y erecto. Independientemente del hábito de crecimiento es necesario recurrir a estructuras de soporte para facilitar su manejo.

Según el hábito de floración se les denomina productoras de verano o de otoño. La planta de frambuesa denominada productora de verano es de hábito bianal, crece durante un año y fructifica al siguiente. La caña fructificante muere después de haber terminado su producción y para entonces la caña vegetativa (hijuelo) ya ha crecido para estar en condiciones de producir al año siguiente. También se les conoce como cultivares uníferos, no refloricientes o no remotantes.

Las frambueas denominadas productoras de otoño, presentan un comportamiento algo diferente, en que los brotes vegetativos en el primer año dan la primera cosecha en la parte terminal de la caña y las yemas axilares subapicales producen una segunda cosecha al año siguiente. También se les denomina cultivares bíferos, refloricientes o remotantes. No obstante lo anterior, en regiones agrícolas con clima templado las frambueas productoras de otoño tienen la capacidad de producir dos cosechas al año, una durante la



primavera en la parte media de tallos del año anterior y otra en otoño en la parte superior de los tallos del año (Joublan *et al.*, citado por Galindo, 2006).

En regiones agrícolas con clima templado las frambuesas productoras de otoño tienen la capacidad de producir dos cosechas al año, una durante la primavera en la parte media de tallos del año anterior y otra en otoño en la parte superior de tallos en año (Skirvin y Otterbacher, Popenoe, Bañados *et al.*, Cicala *et al.*, Joublan *et al.*, citados por Galindo, 2006)

En las plantaciones comerciales son preferibles los cultivares uníferos, ya que el período de recolección se concentra en una sola estación y también son más productivos: su producción por hectárea es generalmente superior a la suma de las dos cosechas de los cultivares reflorecientes (Paglietta, 1986).

### Cultivares no Reflorecientes

Malling promise.- Sus frutos son muy gruesos, de color rubí y de forma tronco-cónica. Presenta madurez bastante precoz. Planta vigorosa, capaz de producir retoños de más de dos metros y medio de longitud. Altamente productiva. No soporta temperaturas invernales excesivamente bajas pues sus tallos pueden verse seriamente dañados. La mejor adaptada para climas cálidos y secos. Susceptible al manipuleo y transporte.

Malling jewel.- Resistente al frío, frutos de buen tamaño, tronco-cónicos, de color rojo brillante y consistentes. Presenta floración tardía. Los frutos son muy resistentes a la podredumbre gris (*Botrytis*). Produce anualmente de 10 a 12 retoños anualmente. Altamente productiva.

Malling exploit.- De frutos gruesos, semejantes a Malling jewel en cuanto a forma y tamaño, pero de color más pálido. Produce anualmente 10 retoños por cepa. Los brotes son largos y frágiles, fácilmente rompibles a causa del viento cuando están cargados de frutos. Presenta alta densidad foliar.

Malling admiral.- Sus frutos son cónicos alargados, de buen tamaño, color rojo intenso y discreta consistencia. Su sabor es bueno y adecuado para consumo en fresco. Planta vigorosa, no provista de muchas espinas; produce abundante rebrotes de excesiva longitud.

Newburgh.- Antiguo cultivar americano. Los frutos son gruesos y redondeados, color rojo brillante, muy compactos y de óptima calidad. La planta es muy productiva y resistente al frío; produce una decena de retoños al año, de una altura de metro y medio y provistos de pocas espinas.

Willamette.- Muy difundido en el Noroeste americano, siendo este su lugar de origen. Presenta frutos gruesos, casi redondos, compactos, similares a los de Newburgh pero de color más oscuro; de pulpa firme y sabor poco ácido pero muy aromática. Planta muy vigorosa, produce retoños con muchas espinas, de una longitud de más de 2 metros y unos 15 por planta. Resistente a bajas temperaturas invernales.

Canby.- Híbrido americano, de frutos gruesos, de color rojo claro, muy aromáticos y de poca acidez. Sus retoños no presentan espinas; de crecimiento vigoroso superando los 2.5 m y grueso calibre, pero no son muy numerosos.

Fairview.- Frutos gruesos y globosos, de color rojo claro y pulpa dulce y aromática. Planta vigorosa, que produce unos 15 retoños que pueden superar los 3 m de altura; los retoños tienen pequeñas espinas claras, bastante ralas. De vegetación muy frondosa y se adapta a terrenos pesados.

Sumner.- Capaz de adaptarse a terrenos pesados. Cultivar muy vigoroso y productivo. Mora de color rojo oscuro, de pulpa firme y aroma intenso. El número de retoños emitidos cada año es bastante grande, superando la veintena, también es notable la altura que alcanza, superior a los 2.5 m.

Glen clova.- Vigoroso cultivar escocés, caracterizado por una notable emisión de retoños, no muchas espinas, porte erecto y gran productividad. Frutos de buen tamaño, cónicos, regulares, de color rojo claro; pero el sabor a veces resulta insípido.

### Cultivares Reflorecientes

Summit.- Produce fruto grande, de consistencia firme y color rojo brillante. Generalmente es dos semanas más precoz que Heritage. Se facilita su recolección mediante maquina cosechadora.

Malling autumn bliss.- Se caracteriza por producir fruta de suave. Este cultivar se formó por cruce de dos híbridos de frambuesa sin nombre criadas en la Estación de Investigación de East Malling, Inglaterra. Este nuevo cultivar presenta fructificación precoz y madura antes que los cultivares Heritage y September. La fruta resultante es altamente atractiva, de forma oval-cónica y color rojo oscuro aunque se caracteriza por tener poco consistencia. Es de hábito erecto, medianamente vigorosa y comúnmente alcanza una altura aproximada de 1.5 m. los brotes son de color verde pálido. Presenta numerosas espinas un poco encorvadas.

Heritage.- Planta vigorosa, espinosa, de porte erecto. Los frutos son de tamaño medio al principio de la maduración y después decididamente pequeños, redondos, de buena consistencia y dulzura pero escasamente aromáticos. Los brotes laterales son a veces excesivamente largos y pueden sufrir daños en zonas de vientos fuertes. La planta es sensible a la podredumbre gris.

September.- Originario de Nueva York, es un cultivar especialmente apropiado para zonas cálidas. El fruto es de tamaño medio, redondeado, de color rojo pálido; de discreta calidad y muy dulce. Su primera cosecha es muy precoz, pero los frutos no son muy sabrosos. Su segunda producción es la más importante tanto en calidad como en cantidad de frutos. La planta es vigorosa y produce anualmente una veintena de rebrotes no muy altos (1.5 m), de porte erecto, con escasas espinas.

Barón de Wavre.- Cultivar de origen francés, de vigor medio y buena productividad. Frutos gruesos, muy atractivos, de color rojo intenso; pero no tiene buenas cualidades organolépticas y excesivamente blandos. Bastante sensible a Botrytis.

Zeva refrloreciente.- Cultivar suizo, muy precoz y tamaño grueso de frutos. Planta de buen vigor con tallos con pocas espinas y bastante robustos. La producción de retoños es buena, así como la productividad. Los frutos son de color rojo intenso y de forma cónica-alargada. La refluoración comienza bastante precozmente.

Rossana.- Planta de medio vigor y produce pocos retoños; los tallos son bastantes espinosos. Tamaño discreto, moderadamente cónico, color rojo claro, brillante muy atractivo y muy compacto. Resistente a Botrytis.

Las variedades que se cultivan en México son importadas de Estados Unidos y en orden de importancia son: Malling autumn bliss, Summit y las variedades de la compañía Driscoll's (Muratalla y Livera, citados por Guzmán *et al.*, 2004).

## Propagación

La frambuesa se puede propagar de forma sexual o asexual. La propagación sexual generalmente se lleva a cabo con fines de mejoramiento. La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas; esto es posible ya que en muchas plantas los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración. A través de la reproducción asexual se reproducen clones; las plantas propagadas vegetativamente reproducen toda la información de la planta progenitora y es por esto que las características particulares de una planta son perpetuadas (Hartman y Kester, 1987).

Dentro de la propagación asexual del frambueso existen distintas técnicas y las más concurridas son la propagación por hijuelos, por estacas de raíz, esquejes y mediante el cultivo de tejidos o propagación in vitro.

El frambueso se propaga fácilmente por vía vegetativa, siendo el método más simple el uso de “hijuelos enraizados”; durante el periodo de reposo vegetativo de la planta se extraen los hijuelos que se encuentran abundantemente en las plantaciones en fase reproductiva; si el suelo no es demasiado pesado, los hijuelos se sacan fácilmente, con un buen sistema radicular y se pueden plantar directamente.

La estaca de raíz es un método de multiplicación comúnmente utilizado sobre todo por los viveristas y agricultores actualmente; exige un mayor cuidado pero puede provocar un mayor número de plantas. Se utilizan tanto las raíces gruesas como las finas; en el primer caso la longitud óptima de las estacas es de unos 15 cm mientras que para las otras es suficiente una longitud de 5 cm (Paglietta, 1986). Según Rodríguez y Avitia (citados por Tamayo, 1989) las raíces preferentemente deben provenir de plantas jóvenes pero mayores de un año de establecidas.

El método consiste en enterrar los trozos de raíz en un medio previamente limpio de semillas o de otras raíces y a ser posible desinfectado con productos nematicidas. Es de gran importancia enterrarlas superficialmente, lo cual permitirá mayor brotación de “hijuelos”. La profundidad de plantación de estacas de raíz se recomienda entre 3 – 5 cm. En condiciones óptimas se calcula que de un metro lineal de “raíz madre” se pueden obtener alrededor de treinta nuevas plantas; aunque la capacidad de generar nuevos brotes está en función del cultivar.

La propagación por estaca de raíz junto con la propagación por hijuelos se considera uno de los métodos más eficientes para la multiplicación del frambueso en viveros (Hull *et al.*, citado por Tamayo, 1989).

Otro método que facilita la propagación del frambueso es la multiplicación por esqueje, el cual consiste en nebulizar de forma continua agua sobre estos y de esa manera las hojas permanecen turgentes y funcionales, capaces de estimular la emisión de raíces aún en especies de enraizamiento difícil, gracias a las hormonas que elaboran. En el caso del frambueso se ha comprobado que el momento óptimo en el que se deben de tomar los

esquejes cuando tienen una altura de 5-7 cm; si se emplean los jóvenes hijuelos, se deben cortar ligeramente por encima del nivel del suelo, eliminando de esa forma la posibilidad de difundir virus u otros patógenos presentes en el terreno. La base de los esquejes se introduce en un sustrato inerte y de estructura ligera; y al cabo de cinco semanas se suele formar un abundante sistema radicular; no es necesario el uso de hormonas sintéticas para estimular el enraizamiento (Paglietta, 1986).

La propagación de la frambuesa se realiza tradicionalmente de forma vegetativa; sin embargo, en vista de la demanda masiva de material sano y vigoroso, se ha generado un gran interés por el uso de la técnica de cultivo de tejidos. La micropropagación tiene un gran potencial comercial, debido a la velocidad con la que se realiza la propagación de plantas genéticamente homogéneas, por lo general de alta calidad, que presentan vigorosidad y se encuentran libres de enfermedades (Amhed *et al.*, citado por Castro *et al.*, 2006). En la actualidad, se favorece el desarrollo de métodos para la micropropagación que utilizan medios líquidos, ya que permiten el escalonamiento de la micropropagación (Eide *et al.* citado por Castro *et al.*, 2006). Gracias a los avances en biotecnología la micropropagación se ha vuelto una alternativa más confiable para la multiplicación de *Rubus idaeus* L.

### Dominancia Apical

Uno de los efectos de correlación más importante y mejor estudiado es la dominancia apical. Los primeros fisiólogos alemanes consideraban que podía deberse a una “lucha por la existencia” entre las ramas de la planta en la que la rama central principal “vencía”. Conforme a esta teoría la dominancia apical se establece por la dirección de flujo de los alimentos y se conoce como la teoría alimenticia. Posteriormente, los experimentos de fisiología de K. V. Thimann y F. Skoog, y los elegantes experimentos de poda de R. y M. Snow, demostraron que la dominancia apical está causada por la auxina que se difunde a partir de la yema apical e inhibe el

crecimiento de las yemas laterales. La supresión del ápice libera a las yemas laterales de la dominancia apical, pero se restablece si se aplica auxina al tallo decapitado.

Las dificultades experimentales que presenta la teoría de que solamente la auxina causa dominancia apical se resolvieron en grado considerable al descubrirse que las auxinas y las citocininas interactúan. El aumento en las citocininas libera a las yemas laterales de la dominancia apical a pesar de la presencia de la auxina. El concepto de interacción de dos fitohormonas provee de una explicación a la principal objeción a la teoría auxínica, de por qué la yema apical no se inhibe por su propia presión de auxina.

De acuerdo a la teoría alimenticia-direccional la dominancia apical se mantiene porque la corriente de alimentos que asciende por el tallo se dirige a la yema apical y no a las ramas laterales, debido al gradiente auxínico que resulta de la producción de auxina en el ápice. Así que las hojas y cualquier rama que escapen a la dominancia apical tendrán asegurado el suministro de alimentos, una vez que empiecen a crecer y a producir auxina. La aplicación de citocininas causará el inicio de divisiones celulares y la producción de auxina, a la que seguirá automáticamente la liberación de la dominancia apical. La dominancia apical funciona en mayor o menor grado en la mayoría de las plantas (Bidwell, 1990).

## Fitohormonas

Las hormonas de las plantas o (fitohormonas) son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquéllas. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción. El término “hormona”, empleado correctamente, se aplica en exclusiva a los productos naturales de las plantas sin embargo, el término “regulador” no se limita a los compuestos sintéticos, sino que puede incluir también hormonas. El término “regulador” debe utilizarse en lugar de “hormona”, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilicen para controlar cultivos (Weaver, 1976).

Hasta el momento se han identificado ocho grupos de fitohormonas: Auxinas, giberelinas, citocininas, ácido absísico, etileno, brasinoesteroides, poliaminas y jasmonatos (Wanadoo, 2005). Siendo las más importantes las tres primeras.

## Citocininas

El nombre genérico de las citocininas es empleado para aquellas sustancias químicas que pueden estimular principalmente la división celular o citocinesis (Hurtado, 1987). La característica más importante de las citocininas es que estimulan las divisiones celulares en plantas y retrasan el envejecimiento. Afectan también múltiples e importantes procesos fisiológicos; por ejemplo, estimulan la germinación de las semillas que necesitan luz y acortan el periodo de latencia de yemas. Son un factor muy activo en la regulación de morfogénesis, ante todo, por suprimir la dominancia apical en las plantas, lo que causa la brotación de las yemas laterales (Jankiewicz, 2003).

Williams y Stahly, citado por Weaver (1976) señalan que mediante el tratamiento de citocininas puede ponerse fin al reposo de las yemas del manzano y de la vid *Vitis vinifera*.

Si se agrega una citocinina a una yema lateral que no se encuentre en crecimiento y que está dominada por el ápice del tallo que se localiza encima, con frecuencia la yema lateral comienza a crecer (Salisbury, 1999).

Medford et al., citado por Salisbury, (1999), confirman que el efecto morfológico más pronunciado de niveles elevados de citocinina es el extenso desarrollo de yemas, esto después de haber realizado un experimento de ingeniería genética, en el que aumentaron los niveles de citocininas en plantas completas de tabaco mediante la introducción de un gen bacteriano que produce dicha hormona.



Letham, citado por Weaver (1976), afirma que las citocininas provocan la elongación de algunas hojas y la elongación de segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben, en gran parte, a la expansión celular.

## Citocininas Sintéticas

En la actualidad son conocidos muchos derivados de Adenina con actividad citoquinínica, destacándose entre estos la kinetina, benziladenina y zeatina. También se han encontrado varios compuestos similares a la purina que muestra una alta actividad promotora de la división celular.

Sin embargo, existen otros muchos compuestos que poseen una actividad citoquinínica, cuya naturaleza es distinta a la de las bases nitrogenadas mencionadas anteriormente, entre las cuales se destaca la N´N Difenilurea (DPU), la que se reportó como responsable de la capacidad inductora de la división celular que posee la leche de coco en cultivo de callos de tabaco in vitro.

La N´N-Difenilurea muestra una baja actividad citoquinínica, lo que se asocia a que este compuesto presenta una estructura que difiere notablemente de la purina, por lo que se ha postulado que la urea no es activa como hormona, por lo cual debería de ser transformada a un derivado activo purínico (Burrows y Leworth, Shanz Stewas, citado por Urbina, 1994).

A partir de numerosas investigaciones que buscaban encontrar compuestos con una mayor actividad citoquinínica, Takahashi et al., trabajando con estructuras sustituidas de la N´N-Difenilurea encontró que una de estas, la N-(14-Piridil)-N´-Fenilurea, poseía una gran actividad promotora en la división celular de cultivos de callo de tabaco, siendo su concentración efectiva diez veces más eficiente que la benziladenina (Urbina, 1994).

Posteriormente Takahashi et al., trabajando con el mismo compuesto original, pero realizando sustituciones en la posición -2- del grupo piridil con elementos

electronegativos, descubrió que al utilizar cloro, el producto resultante presentaba una actividad promotora mucho mayor que la benziladenina y la kinetina, siendo capaz de estimular la formación de brotes vigorosos en callos de tabaco a concentraciones de 10 a 7 m. El compuesto en cuestión correspondía al N-(2-Cloro 4 – Pyridil) – N fenilurea (CPPU).

Es importante destacar que las citoquininas aplicadas exógenamente son compuestos bastante inmóviles, actuando sólo en el órgano o zona donde fueron aplicados (Westwood, citado por Borlando, 2006). Según Weaver (1976), esto se debe a que los aminoácidos y otros elementos nutritivos se ven atraídos hacia las zonas de aplicación.

### Auxinas

Auxina es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes. Se asemejan al IAA, por los efectos fisiológicos que provocan en las células vegetales, de los cuales el más importante es la prolongación. Por lo general, esos compuestos son ácidos de núcleo cíclico insaturado o derivados de esos ácidos.

En los tallos de la mayoría de las especies, la yema apical ejerce una influencia inhibitoria (dominancia apical) sobre las yemas laterales (axilares), impidiendo o retardando su desarrollo. Esta producción extra de yemas subdesarrolladas tiene un valor de supervivencia definido, porque si la yema apical es dañada o cortada, una yema lateral crecerá entonces y se convertirá en el “tallo líder”. Los horticultores siempre cortan las yemas apicales y hojas jóvenes para incrementar las ramificaciones. Esta técnica de poda también permite que las ramas crezcan de manera más vertical, especialmente la rama superior. Hay quienes apoyan de manera decidida la hipótesis de que una auxina endógena es el inhibidor que normalmente impide el crecimiento de las yemas laterales (Salisbury, 1999).

## Giberelinas

Paleg, citado por Weaver (1976) define a la giberelina como un compuesto que tiene un esqueleto gibane y estimula la división o la prolongación celular, o ambas cosas. En el reino vegetal se ha establecido que existen aproximadamente 120 diferentes tipos de giberelinas, las cuales se han ido numerando según se han ido descubriendo. Las diferencias entre ellas están en ligeros cambios en número de carbonos, grupos oxidrilos, etc.

La latencia de yemas y semillas con frecuencia es superada (rota) por periodos largos de frío en invierno, permitiendo el crecimiento en la primavera, cuando las condiciones son favorables. Para algunas especies, la latencia de yemas también puede ser superada por el aumento en la duración del día que se presenta hacia finales del invierno y, en el caso de muchas semillas, la latencia es rota por breves periodos de luz roja cuando están húmedas. Las giberelinas superan ambos tipos de latencia en semillas y ambos tipos de latencia de brotes en muchas especies, actuando como sustituto de bajas temperaturas, días largos o luz roja (Salisbury, 1999).

## Inhibidores de Crecimiento

Por lo general, las plantas contienen muchas sustancias inhibidoras. Se han encontrado inhibidores en casi todas las partes de la planta. Los inhibidores naturales del crecimiento comprenden un grupo muy variado de compuestos; aunque las más comunes son las sustancias orgánicas aromáticas. Muchos de ellos son compuestos de fenil, incluyendo fenoles, ácidos benzoicos y otros compuestos de cadenas más largas (Weaver, 1976).

## Forclorofenurón

Las Citocininas que se producen en los tejidos vegetales son diversas aunque se acepta la presencia e importancia de dos grupos químicos: los conformados a base de adeninas y los que son a base de fenilureas. En el caso del segundo tipo de Citocininas destaca la presencia de la Difetilurea y algunos derivados de ésta, casos puntuales de moléculas como Forclorfenurón (CPPU) o Tidiaturón (TDZ).

Steward, citado por Rubio, 1998; menciona que la difetil-urea es una de las citocininas sintéticas que tiene una considerable función en la actividad de las citocininas.

CPPU es una de las fenilureas que tiene una fuerte actividad como citocinina. Su nombre químico es N-(2-Cloro 4 – Piridil) – N fenilurea. El CPPU es un ejemplo de un sustituto de N-Fenil-N-(4-Piridil) urea, que contiene cloruro en 2 posiciones y han sido exhibidas una gran parte de actividades de las citocininas en exámenes hechos por Takeashi et al. Después Okamoto et al. encontraron que los componentes diclorinados son más activos que muchas citocininas conocidas. Comparada con otras citocininas, el CPPU presenta una movilidad mucho menor de la planta. Aplicando CPPU Se han obtenido muchos efectos fisiológicos en las plantas como el aumento en el tamaño de la fruta y retraso de la senescencia (Herrera et al., 1994).

### Usos del Forclorofenurón

Ha sido utilizado en varios experimentos tales como células de zanahoria para estimular su división, para mejor proliferación de petunia, en la formación de brotes en mora cultivados in Vitro.

D. Fellman et al. mencionan que la adición de 0.5  $\mu\text{M}$  de CPPU para el medio de cultivo causa un brote dramático y el número incrementa fuertemente en las varetas de azaleas (*Rhododendron sp.*) cultivada in vitro.

Otro de sus usos en el cultivo de la uva de mesa es que ayuda a adelantar la cosecha y mejora la calidad de la fruta después de almacenamiento en frío y durante la vida útil.

Tanimoto y Harada usaron el CPPU para aumentar la formación de meristemas en el cultivo in vitro de *Torenia* y mostraron que dichas simulaciones pueden ser contrarrestadas con el uso de inhibidores de citocininas. Ohyama K. y S. Oka, dicen que el CPPU estimula la formación de brotes en mora cultivados in vitro a una mayor proporción que cuando el BA (6-bencilamino purina) era usado.

Según Castilla (2005), es muy aconsejable el uso de CPPU en *Rosa hybrida*, cvs. Sonia y Raktagandha, al sumergir por un corto periodo de tiempo los explantes en 200  $\mu\text{M}$  antes de subcultivarlos en medio de proliferación normal con la finalidad de incrementar la proliferación de brotes

El uso de CPPU en forma comercial, se ha extendido a numerosas especies hortofrutícolas, en las cuales sus efectos han variado notablemente, en relación a la concentración de ingrediente activo, como también en relación a la época de aplicación, esto último relacionado directamente con el estado fenológico del tejido vegetal, es decir, que la respuesta que se obtendrá de la aplicación del regulador de crecimiento, dependerá de la susceptibilidad del tejido, la cual variará en forma notable en la medida que ocurren los distintos estados fenológicos durante la temporada de crecimiento (Letham y Palni, citado por Urbina, 1994).|

Interesantes trabajos se han realizado aplicándolo en cucurbitáceas, solanáceas y distintos frutales, obteniendo en todos ellos incremento en producción y peso individual de los frutos. Destacable es el trabajo realizado en vides, en las que se aplicó el CPPU inmediatamente en postfloración, obteniendo como resultado un incremento de la cuaja en los racimos y un aumento en el calibre de las bayas.

Por otro lado existen reportes donde se menciona que aplicaciones de CPPU aplicadas en floración de manzanos de los cvs. “Golden Delicious” y “Granny Smith”

incrementaron el peso de los frutos y la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial. Otro reporte es el de Rubio, 1998, quien concluye que el CPPU si tiene un efecto positivo sobre las variables de fruto en manzana cv. Royal Gala (Diámetro polar, diámetro ecuatorial y presión de turgencia). Garza en 1993, evaluó el efecto de CPPU, TDZ y cianamida hidrogenada, en la brotación de manzano cv. Criterion y concluye haber tenido respuesta favorable al haber aplicado dichos productos.

Sin embargo Borlando (2006), menciona que las aplicaciones de CPPU en arándano alto 'Bluehaven' no producen un aumento en el tamaño de los frutos así como tampoco produce un retardo en la madurez de los frutos, de 'Bluehaven'.

A pesar de que el estudio sobre los mecanismos que controlan la arquitectura de la planta tiene aplicaciones prácticas y comerciales importantes. Muy pocos trabajos se refieren a este campo. (Weiss y Shilo, 1988; Zieslin y Halevy, citados por Herrera et al., 1994). Los efectos del CPPU han sido principalmente estudiados sobre el desarrollo y calidad de frutos y no en los efectos de brotación lateral.

Li y Bangerth, citados por Herrera (1994); demostraron que la aplicación continúa de CPPU sobre yemas laterales de chícharo permitía a estas yemas liberarse de la yema apical en forma más eficiente que la poda, pero conforme esta yema crece, tiende a convertirse a su vez en un tallo dominante, por lo que tendrá un efecto inhibitorio sobre el posterior crecimiento de yemas nuevas.

Herrera et al. (1994) menciona haber obtenido la inhibición de brotes laterales con la aplicación de CPPU en alegría (*Impatiens balsamina*), una planta anual utilizada como ornato en Costa Rica. Mismo autor confirma no obtener diferencias en la densidad de floración de dicha planta.

## Enzimas

Devlin (1982) argumenta que el dinamismo de la bioquímica de los seres vivos se encuentra sometido en su mayor parte a la acción reguladora de catalizadores orgánicos llamadas enzimas. Una enzima es una proteína que puede aumentar enormemente la velocidad de una reacción bioquímica y cuya acción es en general específica de aquella reacción. Aunque una cierta reacción bioquímica puede tener lugar en ausencia de una enzima, su velocidad sería extremadamente lenta. Las enzimas son activas a concentraciones extremadamente pequeñas.

Las enzimas se nombran en general según el substrato sobre el que actúan o el tipo de reacción que catalizan. Las enzimas también pueden ser agrupadas en categorías más generales que hacen referencia a un cierto grupo de compuestos sobre los que actúan, o bien, pueden ser nombradas según el tipo de reacción que catalizan. La especificidad de una enzima es una característica importante del metabolismo del sistema vivo. Las propiedades catalíticas de una enzima quedan así confinadas a una sola reacción o a un grupo de reacciones afines.

Enzimas Hidrolíticas.- Esta clase de enzimas actúan normalmente sobre las grandes moléculas del protoplasma, como son la de glicógeno, las grasas y las proteínas. La acción catalítica se expresa en la escisión de los enlaces entre átomos de carbono y nitrógeno (C-N) o carbono oxígeno (C-O). Simultáneamente se obtiene la hidrólisis (reacción de un compuesto con el agua) de una molécula de agua. El hidrógeno y el oxidrilo resultantes de la hidrólisis se unen respectivamente a las dos moléculas obtenidas por la ruptura de los mencionados enlaces.

Enzimas de oxido-reducción.- Catalizan la entrada o la salida de hidrógeno, oxígeno o electrones a partir del substrato, el cual resulta oxidado o reducido en el proceso. Estas enzimas desempeñan un papel muy importante en el metabolismo celular. Las deshidrogenasas y las oxidasas son ejemplos de enzimas de oxido-reducción.

Fosforilasas.- Las fosforilasas catalizan la ruptura fosforolítica reversible de una unión específica del sustrato. Las fosforilasas mejor conocidas son las que catalizan la adición de elementos de ácido fosfórico a las uniones glucosídicas  $\alpha$  (1-4) del almidón y del glucógeno. La actividad de estas enzimas es en cierto modo análoga a la de las enzimas hidrolíticas, con la diferencia de que en lugar de agua se adiciona ácido fosfórico.

Transferasas.- Las transferasas catalizan la transferencia de un grupo desde una molécula donante a una molécula aceptora. Se trata de un grupo muy amplio y comprende enzimas como las transglucosidasas, transpeptidasas, tranamidadasas y transmetilasas.

Carboxilasas.- Las carboxilasas catalizan la pérdida o la adición de  $\text{CO}_2$ . Un ejemplo de enzima que separa  $\text{CO}_2$  lo tenemos en la descarboxilasa glutámica. Un ejemplo de enzima que cataliza la adición de  $\text{CO}_2$  lo tenemos en la carboxidismutasa.

Isomerasas.- Las isomerasas catalizan la conversión de azúcares del tipo alodasa a los de tipo cetosa y viceversa.

Epimerasas.- Son enzimas que catalizan la conversión de un azúcar o de un derivado de un azúcar en epímero. Los epímeros son moléculas que sólo difieren entre sí por la configuración de un solo átomo de carbono (Devlin, 1982).

## Almidón

El almidón es un producto final característico de la asimilación de  $\text{CO}_2$  por los vegetales y se suele acumular en los cloroplastos, durante el día, y movilizarse durante la noche, aunque también puede solubilizarse a la luz, a menores tasas (Gil, 1995).

Stitt, citado por Gil (1995), señala que el almidón está relacionado directamente con la fotosíntesis y se suele considerar como tampón del metabolismo de la sacarosa. La



magnitud de esta acumulación varía considerablemente, de modo que hay plantas que prácticamente no lo almacenan en sus hojas.

El almidón se encuentra considerablemente en semillas, raíces, tubérculos etc., lugares donde la planta almacena energía. Alimentos como el maíz tierno y las patatas tienen en torno al 15% de almidón, los cereales pueden llegar a tener el 70%. El almidón se encuentra formando granos esféricos que pueden verse al microscopio y se pueden diferenciar por su apariencia entre unas y otras especies.

Es un polímero de  $\alpha$ -glucosa en el que los monómeros se encuentran enlazados por enlaces 1-4 y ocasionalmente se ramifican formando un enlace adicional en posición 1-6.

El almidón está compuesto por dos polímeros distintos, ambos de glucosa, la amilosa y la amilopectina. El almidón presenta en su conjunto una estructura cristalina. Bajo luz polarizada presenta el esquema típico de "Cruz de Malta". De esta estructura cristalina es responsable la amilopectina debido a que en ella se forman puentes de hidrógeno entre las ramificaciones dando lugar a una estructura muy estable que se puede considerar como cristalina. El almidón se diferencia de todos los demás carbohidratos en que en la naturaleza se presenta como complejas partículas densas e insolubles, se hidratan muy mal en agua fría. Se puede decir que la amilopectina es la parte insoluble mientras que la amilosa es la parte soluble.

La Amilosa es un polímero compuesto por unión de unidades de  $\alpha$  glucosa (OH del carbono anomérico en posición axial). Sólo aparecen enlaces 1-4, por lo que su estructura es lineal (esto no significa que las cadenas sean rectas, sino que se enrollan formando una hélice). Aparece en una proporción en torno al 20-25% del almidón total aunque con abundantes excepciones como son el guisante, que presenta una proporción del 60%, y en el otro lado los cereales céreos, que no presentan amilosa.

Amilopectina: Polímero compuesto por unión de unidades de  $\alpha$  glucosa mediante enlaces 1-4, pero ramificado con uniones 1-6 cada 20 a 25 restos de glucosa. Es la parte ramificada del almidón (Fernández, 2005).

## Degradación del Almidón

Las  $\alpha$  y  $\beta$ -amilasas tienen una importancia fundamental en la degradación del almidón. Las amilasas han sido encontradas en una amplia variedad de plantas y representan el mejor modo de movilización de las reservas glucídicas de la planta. Las amilasas son enzimas hidrolíticas que catalizan la adición de elementos de agua a la unión glicosídica  $\alpha$  (1-4).

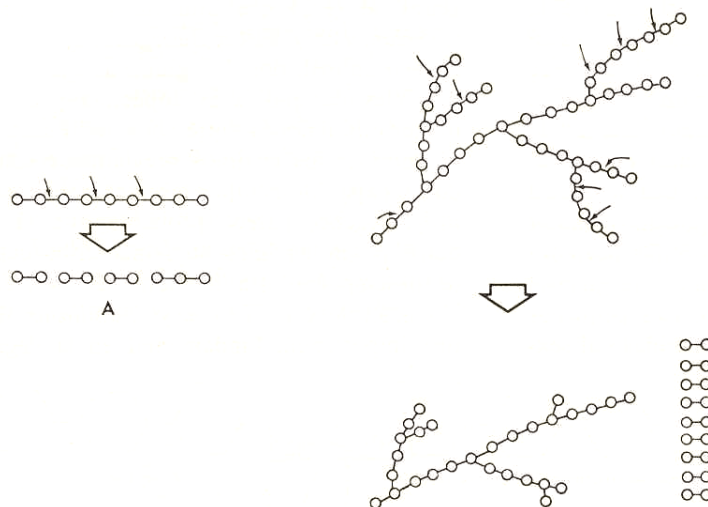
La  $\beta$ -amilasa corta de dos en dos unidades de glucosa las cadenas de almidón, empezando por el extremo no reductor. Su actividad se detiene al encontrar un enlace 1-6. Así pues, la  $\beta$ -amilasa degrada totalmente la amilosa a maltosa. Sin embargo, si ocurre que la molécula de amilosa está compuesta por un número impar de unidades de glucosa, la hidrólisis producida por la  $\beta$ -amilasa formará además de un cierto número de unidades de maltosa, una molécula de maltotriosa. La maltotriosa representa las tres unidades terminales de glucosa del extremo reductor de la molécula de amilosa.

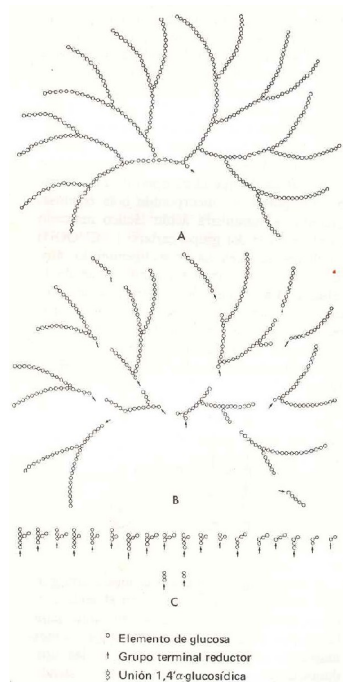
Si la molécula es de amilopectina, la  $\beta$ -amilasa empieza a actuar sobre los extremos no reductores de cada ramificación, de los que va separando unidades de maltosa hasta llegar a las uniones  $\alpha$  (1-6).

Mientras la  $\beta$ -amilasa separa unidades de maltosa una a una a partir del extremo no reductor de una cadena de unidades de glucosa, la  $\alpha$ -amilasa ataca al azar cualquier enlace de la molécula de almidón. Es decir, la  $\alpha$ -amilasa puede hidrolizar las uniones  $\alpha$  (1-4) situadas tanto en un extremo como en el centro de la molécula. Si una cadena ramificada es atacada, todas las uniones  $\alpha$  (1-4) pueden ser hidrolizadas hasta llegar a las

tres unidades de unión  $\alpha$  (1-6). Los productos de la actividad de  $\alpha$ -amilasa sobre el almidón son un grupo de distintos oligosacáridos llamados dextrinas.

Además de la actividad de la  $\alpha$  y  $\beta$ -amilasa, la enzima amilo-fosforilasa puede también degradar el almidón por ruptura fosforolítica de las uniones glucosídicas  $\alpha$  (1-4) (Devlin, 1982).





**Figure 2.2 Acción de la  $\alpha$ -amilasa sobre la amilopectina. A.- Modelo de la molécula de amilopectina. B.- Dextrinas de peso molecular medio. C.- Estructuras posibles de las últimas dextrinas producidas por lisis de la amilopectina.**

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación

El presente trabajo se desarrolló en la huerta “El Pitayo”, perteneciente a la delegación San Luciano, municipio de Jocotepec, Jalisco. Ubicada en el kilómetro 10 carretera Jocotepec-San Luciano. Dicha huerta geográficamente se encuentra en las coordenadas 20° 18' 0 N de latitud, 103° 25' 0 W de longitud a una altura de 1780 msnm.

### Caracterización del Sitio Experimental

La temperatura media anual de la región es de 18.8° C; la máxima promedio de 26°C y la mínima promedio de 13°C, por lo cual el régimen térmico puede considerarse agradable. El número de heladas que pueden presentarse en el año es de 4 en promedio y pueden darse de noviembre a febrero; los vientos dominantes soplan del oeste con intensidad media de 9 km/h.

El régimen de lluvias (registrado en los meses de junio a septiembre) tiene una precipitación media anual de 790 milímetros, siendo el mes más lluvioso julio y el más seco febrero.

El clima, por lo tanto, se considera semiseco con otoño e invierno secos, y semicálido sin cambio térmico invernal bien definido.

Los suelos dominantes en la región pertenecen al tipo Vertisol pélico, que consisten en suelos arcillosos, el color predominante es gris, café oscuro y negros. De difícil manejo, con drenaje interno tendiente a deficiente.

La flora está representada por especies como: mezquite, guamúchil, chaparral, encino y cítricos. Según SEMARNAT al tipo de vegetación se le considera matorral subtropical con vegetación secundaria arbustiva y herbácea.

## Descripción del Material Experimental

### Descripción del Frambueso “Holyoke”

Se refiere a un nuevo y distinto cultivar de plantas de frambuesa roja llamado “*Holyoke*” o “*M 60*”, como regionalmente se le conoce. Desarrollada a partir de la hibridación de una selección de “H374-2 x E4-4” (ambas variedades no patentadas). M60 fue obtenida en el año de 1993 y se caracteriza en particular y de otros cultivares por sus grandes, brillantes y firmes frutos. Cuenta con alta capacidad de rendimiento. Estamos tratando con un cultivar de tipo reflorecente, es decir, sus vástagos fructifican en la extremidad el primer año, y al año siguiente las yemas axilares subapicales son las responsables de la producción. Tanto en la primera como en la segunda cosecha se obtiene altos rendimientos. El cultivo tiene moderada resistencia a la roya, o también conocida como “mojo”. Es un arbusto de tamaño medio a grande, mayor a los 2 mt, según condiciones climáticas, edáficas y manejo de la planta. Su hábito de crecimiento es erecto. El número de brotes que produce es aceptable, mayor a 12 brotes por cepa. Tanto los brotes como la planta cuentan con buen vigor, lo cual la hace tolerable a condiciones desfavorables. La presencia de espinas es moderada aunque pequeñas pero erguidas.

Las plantas, con las cuales se trabajó, contaban con cuatro meses de edad y desarrolladas bajo macrotúneles de polietileno. La distancia entre plantas varía, debido a que se propagó por estaca de raíz, encontrándose de 22-28 plantas por metro de surco.

### Descripción del Forclorofenurón

El producto que se utilizó como fuente de CPPU pertenece a la empresa FertiAgro. Se presenta a una concentración del 20% de CPPU y el resto (80%) conformado por coadyuvantes. Es un producto altamente soluble. El forclorofenurón es un compuesto que

posee un peso molecular de 247.67, una solubilidad de 65 ppm en agua a 25° C y un pH de 6.73.

### Descripción de la Amilasa

La amilasa que se utilizó es proveniente de maíz. Cuenta con una pureza del 90%, grado técnico. Perteneciente a la compañía SIGMA-ALDRICH.

### Niveles de Exploración

Ya que la eliminación del meristemo apical (despunte) es la actividad común que los productores llevan a cabo, dicha práctica se consideró dentro de los tratamientos.

En cuanto al CPPU, la dosis recomendada a utilizar es de 1 gr del producto comercial disuelto en 1 litro de agua. Por lo tanto, dicha concentración se consideró como 100 por ciento y también se manejaron concentraciones al 50 y 25 por ciento.

Mientras que la amilasa se recomienda manejarla a concentraciones de 40 a 120 ppm. También se manejó a distintas concentraciones (25, 50 y 100 por ciento). Considerando que el CPPU y la amilasa tienen un 20 y 90% de pureza respectivamente, entonces tenemos que (Cuadro 1):

**Cuadro 3.1 Concentraciones de ambos productos que se manejaron para llevar a cabo dicha investigación**

	Dosis del producto comercial	Considerando la pureza
Despunte		
CPPU 25%	0.25 gr lt <sup>-1</sup>	50 ppm de CPPU
CPPU 50%	0.50 gr lt <sup>-1</sup>	100 ppm de CPPU
CPPU 100%	1 gr lt <sup>-1</sup>	200 ppm de CPPU
Amilasa 25%	44.4 mg lt <sup>-1</sup>	40 ppm de Amilasa
Amilasa 50%	88.8 mg lt <sup>-1</sup>	80 ppm de Amilasa
Amilasa 100%	133.2 mg lt <sup>-1</sup>	120 ppm de Amilasa

### Descripción de los Tratamientos

El presente estudio se llevó a cabo durante Diciembre 2008 y Enero 2009.

Se consideró el despunte como T0, o bien Testigo, ya que es la práctica común entre los productores para obtener el crecimiento de yemas axilares.

Los siguientes tres tratamientos, T1, T2 y T3 fueron las distintas concentraciones de CPPU, al 25, 50 y 100% respectivamente. Mientras que T4 corresponde a la solución con amilasa al 25%, T5 corresponde a la amilasa al 50% mientras T6 contiene solución con dicha enzima al 100%.

Se realizaron mezclas donde la concentración de amilasa varió, ya que se pretendió que esta sea quien catalice la acción que ejerce el forclorofenurón. Considerando lo anteriormente mencionado obtenemos el cuadro 2.



**Cuadro 3.2 Tratamientos que se utilizaron durante la investigación.**

T0	Despunte
T1	CPPU 25%
T2	CPPU 50%
T3	CPPU 100%
T4	Amilasa 25%
T5	Amilasa 25%
T6	Amilasa 25%
T7	CPPU 50% + Amilasa 25%
T8	CPPU 50 % + Amilasa 50%

### Descripción del Proceso Experimental

La parcela experimental consistió en 6 surcos de 45 m de largo cada uno; la distancia entre estos fue de 1.5 m. Primeramente se señaló cada una de las plantas, atando una leyenda la cual indicara el tratamiento y la repetición correspondiente (Figura 3.1). Se procuraron plantas del mismo tamaño y con la misma cantidad de yemas, se seleccionaron aquellas plantas que contaran con un rango de 14 a 20 yemas. Una vez señaladas, se realizó un conteo del número total de yemas con las que contaba cada planta y se marcó aquella que se consideró como yema superior y yema inferior, con la finalidad de identificarlas fácilmente. Posteriormente cada planta fue rociada hasta punto de goteo utilizando un aspersor manual de 500 ml, procurando así que el rocío alcance la yema axilar (Figura 3.2). De igual forma las aplicaciones se llevaron a cabo en las fechas correspondientes.

Se realizaron tres aplicaciones de los tratamientos con un intervalo de 20 días entre cada una de ellas. La primera aspersión se realizó el día 02 de Diciembre, para

posteriormente realizar la segunda aplicación el día 22 de Diciembre y la tercera se llevó a cabo el 11 de Enero. Cabe señalar que el mismo día que se llevó a cabo la primera aspersión, se eliminó manualmente el meristemo apical de aquellas plantas correspondientes a T0.

### Cronograma de Actividades

**Cuadro 3.3. Actividades que se llevaron a cabo durante la investigación. Dic 08 – Ene 09.**

<b>Actividad</b>	<b>Diciembre 2008</b>	<b>Enero 2009</b>
1er aplicación de estimulantes	02	
2da aplicación de estimulantes	22	
3er aplicación de estimulantes		11
Medición de brotes		21
Recolección de brotes		21
Peso y secado en el laboratorio		21-23

## Diseño Experimental

Se utilizaron 9 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, dándonos 27 unidades experimentales. Se utilizó un diseño completamente al azar y la prueba de medias de Tukey, analizados con el paquete de diseños experimentales FAUANL, versión 2.5. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Donde:

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento “ $i$ ”

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

## Variables Evaluadas

### Periodo de Respuesta en Grupo

Esta variable fue la primera en medirse, ya que se inició un conteo de días a partir de la fecha que se realizó la primera aspersión (02 de Diciembre de 2008) hasta observar los primeros indicios de brotación de las yemas. Se consideró como criterio la diferenciación del 30% de la totalidad de yemas con las que contaba la planta al inicio de las aplicaciones.

## Crecimiento Vegetativo

Para evaluar el crecimiento vegetativo se utilizó un vernier para medir el grosor de la base del brote y la longitud de este (Figura 3.3 y 3.4). Se empleó una cinta métrica cuando con el vernier no fue posible tomar la longitud del brote. Dicha medición se realizó a los diez días después de la última aspersión.

## Por Ciento de Diferenciación

Se determinó mediante el conteo de las yemas diferenciadas de cada planta, después del efecto de los tratamientos. Dicho conteo se llevó a cabo a los 10 días después de haber realizado la última aspersión. Se consideró al número total de yemas axilares de la planta como 100% y se hizo una relación con las yemas diferenciadas, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Por ciento de diferenciación} = \frac{\text{Número de yemas diferenciadas} \times 100}{\text{Número total final de yemas axilares}}$$

## Proporción de Materia Seca

Se determinó la proporción de materia seca por brote. Para conseguirlo, una vez que se midió la longitud y grosor, se tomaron dos brotes de cada planta (Figura 3.5), y se pesaron en una balanza analítica; posteriormente se introdujeron en una estufa de secado durante 36 hrs a una temperatura constante de 75° C. Al finalizar dicho periodo, se pesaron nuevamente en la balanza analítica para posteriormente determinar una relación entre peso fresco y peso seco y poder expresarla en porcentaje (Figura 3.6, 3.7 y 3.8).



**Figura 3.1 Elección e identificación de plantas.**



**Figura 3.2 Aplicación de los tratamientos mediante el uso de aspersores manuales.**



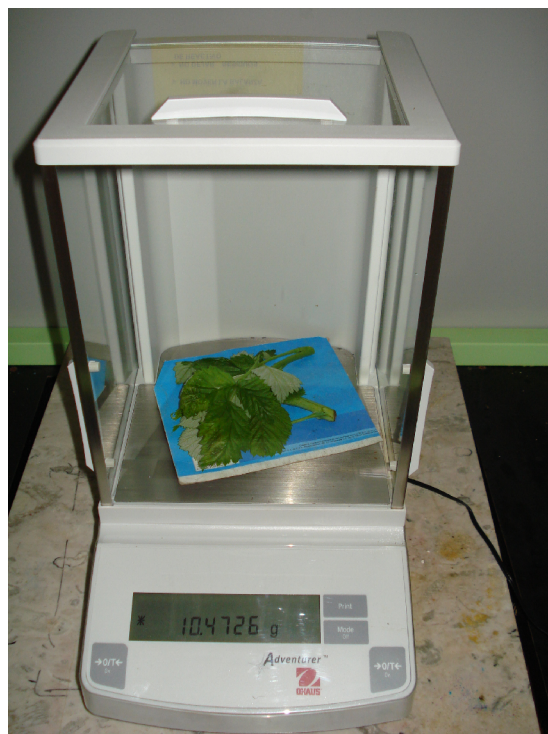
**Figura 3.3** Toma de medidas del grosor del brote, procurando que sea en la base de éste.



**Figura 3.4** Medición de la longitud del brote.



**Figura 3.5** Recolección de brotes



**Figura 3.6** Toma de peso previo a la introducción de los brotes a la estufa de secado.



**Figura 3.7** Introducción de los brotes a la estufa de secado durante 36 hrs, a temperatura constante de 17° C.



**Figura 3.8** Una vez transcurridas las 36 hrs dentro de la estufa de secado, se tomó nuevamente el peso de los brotes.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

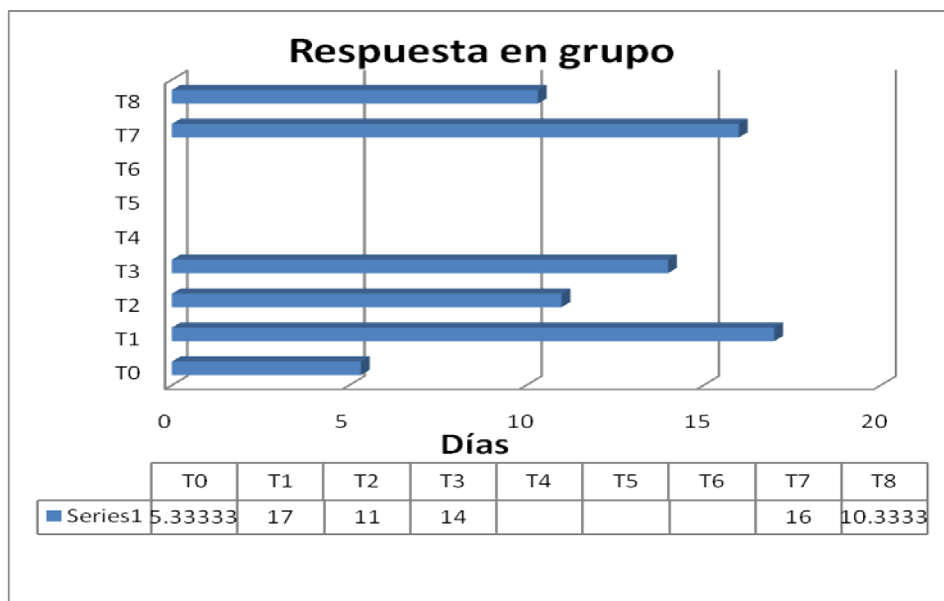
### Periodo de respuesta en grupo

En la figura 4.1 se presenta el periodo de respuesta en grupo, el cual nos indica que el despunte (T0) fue el tratamiento que tardó menos en diferenciar el 30% de sus yemas axilares, con un promedio de 5.3 días. Las yemas asperjadas con la mezcla de CPPU 50% y amilasa 50% (T8), resultaron ser las segundas en diferenciarse, ya que el 30% de ellas brotaron 5 días después que el T0.

Las plantas que más tiempo se tomaron para responder en grupo, fueron aquellas asperjadas con CPPU al 25% de concentración. Dosis bajas de CPPU, estimulan la diferenciación, pero con un lapso de tiempo demasiado grande (17 días). La diferencia entre el lapso más corto que se registró y el lapso más prolongado es de 11.7 días, lo cual no es conveniente para el productor, ya que estos días de atraso pueden ser la diferencia de encontrar o no, buen precio en el mercado.

Hubo tratamientos que diferenciaron yemas axilares, pero no lo suficiente (30%) como para considerar la respuesta en grupo, tal es el caso de los tratamientos que contenían solamente amilasa (T4, T5 y T6). Esto nos indica que la amilasa no tiene efecto por sí sola en la diferenciación de yemas axilares, o si lo tiene, es muy reducido.

Estos resultados muestran que el efecto del despunte en promover el desarrollo de yemas axilares, es mucho mayor que el efecto del resto de los tratamientos; tanto así que fue T0 el tratamiento que anticipó marcadamente su brotación. Bidwell, 1990; afirma que el aumento en las citocininas libera a las yemas laterales de la dominancia apical a pesar de la presencia de la auxina. Lo cual no coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación.



**Figura 4.1** Periodo en el que los tratamientos diferenciaron el 30% de yemas axilares en el cultivo de frambuesa *Rubus idaeus L.*

### Crecimiento Vegetativo: Primario y Secundario

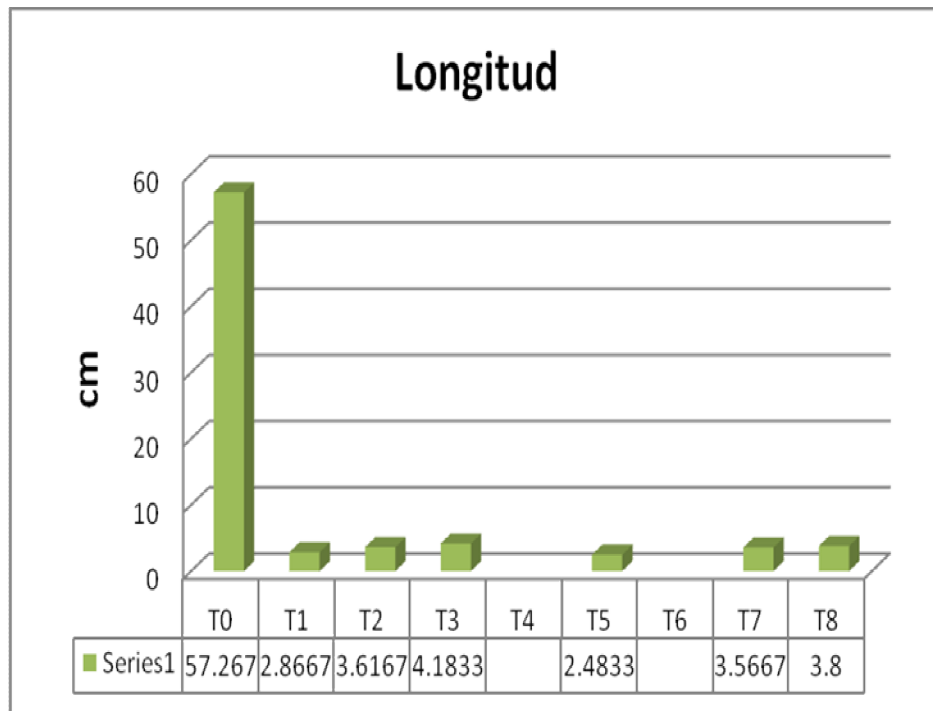
De acuerdo a las mediciones obtenidas en campo, el despunte (T0) presentó los brotes con mayor longitud, permitiendo el completo desarrollo de la yema axilar hasta llegar a un promedio de 57.26 cm de largo. Caso contrario sucedió con el resto de los tratamientos, los cuales solamente crecieron unos cuantos centímetros obteniendo como longitud máxima 4.18 cm correspondiente a T3 (Figura 4.2).

Las aplicaciones de CPPU, amilasa y sus combinaciones no fueron lo suficientemente eficientes como para terminar con el efecto de la dominancia apical sobre las yemas axilares, ya que solo se obtuvo la diferenciación de estas más no en su desarrollo.

En cuanto al efecto que presentó el CPPU en la longitud de brotes, probablemente se deba a que su concentración no fue suficiente y se necesite de dosis más altas para obtener mayor efecto y eliminar la dominancia apical, ya que sus efectos están en función de distintas variables, según Letham y Palni, citado por Urbina, 1994, entre ellas la concentración de ingrediente activo. Lo anterior también se cree porque la concentración

más elevada de CPPU en forma individual (T3) generó brotes más largos, después de los obtenidos por el despunte.

De las plantas que se asperjaron solo con amilasa, únicamente fueron las del tratamiento 5 (Amilasa al 50%) las que obtuvieron menor longitud con un promedio de 2.4 cm. Los tratamientos 4 y 6 (Amilasa al 25 y 100% respectivamente) no produjeron ni un brote al cual se le tomaran medidas.



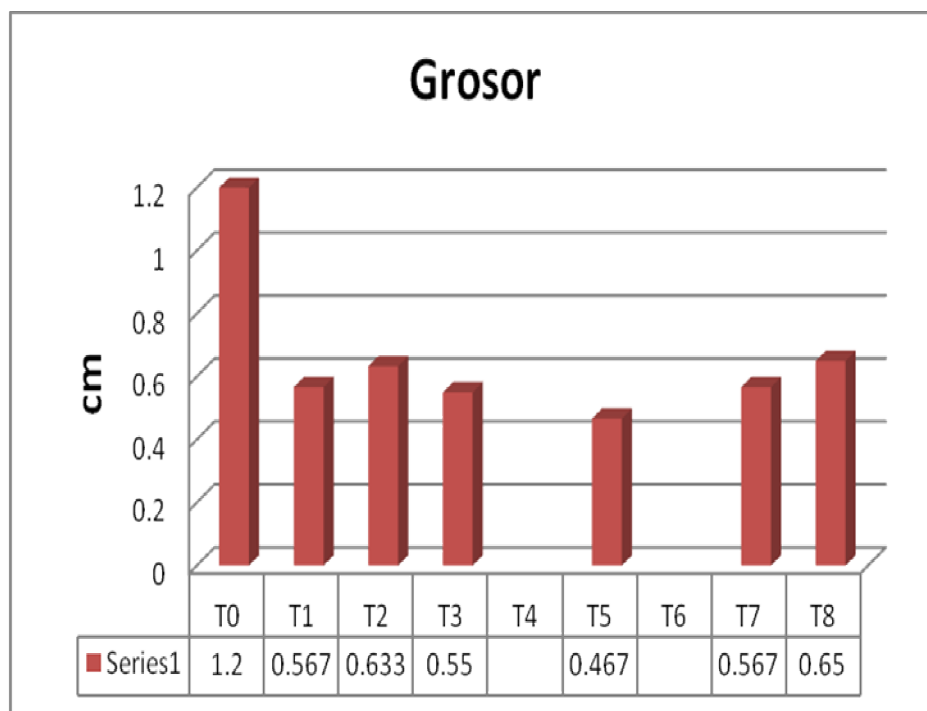
**Figura 4.2 Longitud de brotes en frambuesa *Runus idaeus* L. obtenidos a partir de la aplicación de los distintos tratamientos**

En lo que respecta al crecimiento secundario, grosor; numéricamente el T0 (despunte) fue superior a todos los tratamientos con un promedio de 1.2 cm de grosor, lo cual nos indica la buena relación que existe entre ambos tipos de crecimiento, ya que T0 también obtuvo la mayor medición longitudinal. Una relación adecuada de ambos crecimientos garantiza buen vigor, translocación apropiada de nutrientes y por ende asegura buena producción. A mayor longitud mayor grosor.

Caso contrario sucede con el resto de los tratamientos, aunque se trate solo de yemas diferenciadas sin crecimiento, son los brotes del T8 (CPPU 50% + Amilasa 50%) los que presentaron mayor crecimiento secundario, aunque no haya sido así con la longitud. No podemos decir que la amilasa influyó en dicho resultado, ya que T7, que se conforma de la mezcla de CPPU 50% y amilasa al 25%; obtuvo un grosor mucho menor a T8 (Figura 4.3). Además la aplicación individual de amilasa al 50% obtuvo el menor grosor (0.46 cm) de todos los tratamiento; esto confirma lo anteriormente mencionado.

En el parámetro anterior (crecimiento primario) CPPU al 50% (T3) fue el tratamiento que obtuvo mayor longitud después de T0 (despunte), ahora no ocupa esa misma posición, más bien la penúltima, lo cual nos dice que los brotes de T3 son un tanto alargados pero delgados, aspecto que se debe cuidar ya que un brote con esas características carece de vigor y por ende la producción es escasa.

Si consideramos que el grosor promedio de una yema sin brotar es de 0.3 cm, entonces tenemos que los brotes de T0 (despunte) aumentaron 3 veces su grosor normal, mientras que los brotes de T5 (Amilasa 50%) solo aumentaron 0.5 veces su grosor original.



**Figura 4.3 Efecto de los distintos tratamientos en el grosor de los brotes en *Rubus idaeus* L.**

#### Por ciento de diferenciación

En cuanto al por ciento de diferenciación se obtuvieron resultados que van desde 61.34 hasta 11.87%, que corresponden a T2 y T5 respectivamente. El único tratamiento que superó al testigo (despunte) fue T2, con 0.03 unidades, lo cual representa una diferencia mínima (Figura 4.4).

Cabe mencionar que aunque T2 numéricamente presentó mayor proporción de diferenciación, no fue tan eficiente como parece, ya que su capacidad es limitada en tan solo provocar la diferenciación mas no el crecimiento de la yema axilar. Los resultados obtenidos difieren de Li y Bangerth, citados por Herrera, 1994; quienes afirman que la aplicación continua de CPPU permite a las yemas laterales liberarse de la yema apical en forma más eficiente que la poda.

Estos resultados quizás se deban a que el CPPU al 50% no eliminó por completo la dominancia apical, al igual que los demás tratamientos, excepto T0; por lo tanto, solo hubo diferenciación de yemas axilares, pero el desarrollo del tallo principal continuó y por ende la aparición de nuevas yemas axilares. Recordemos que se llevaron a cabo tres aplicaciones con un periodo de 20 días entre ellas y al momento de realizarlas existían “yemas nuevas” las cuales era primera vez que se les asperjaba, estas respondían con su diferenciación pero no con su desarrollo.

Según Letham y Palni, citados por Urbina, 1994; mencionan que los efectos de CPPU están relacionados con el estado fenológico de la planta, y curiosamente la mayoría de las yemas que brotaron en el T2 (CPPU 50%), lo hicieron cuando la planta estaba próxima a floración. Lo cual, según nuestro objetivo, el efecto es demasiado tarde y no es útil.

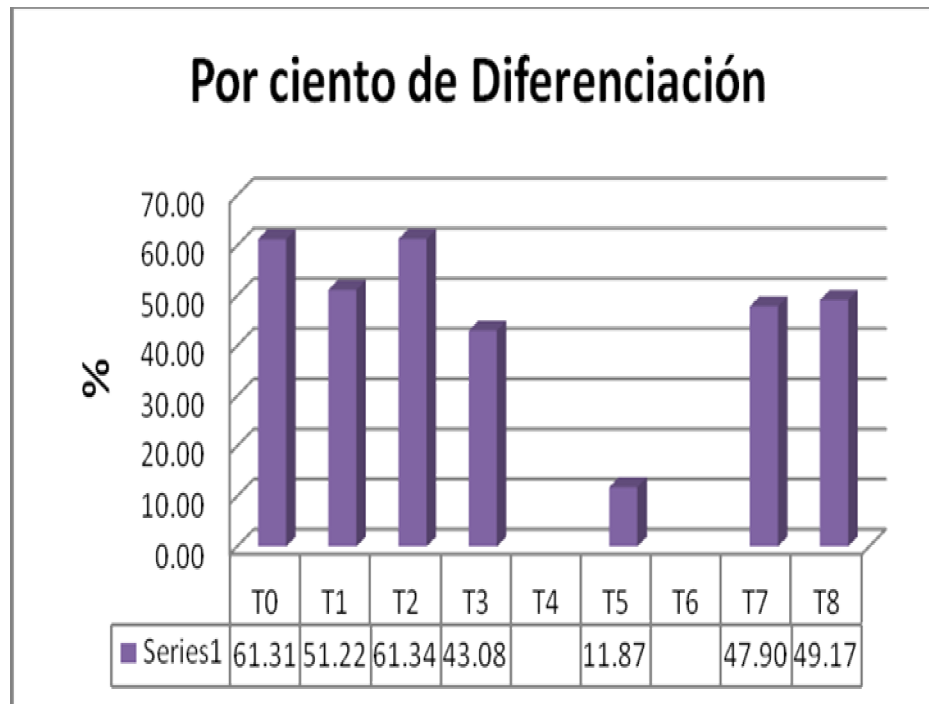
Sin embargo, con el simple hecho de realizar el despunte manualmente, actividad que se realiza una sola vez, se obtiene prácticamente el mismo porcentaje de diferenciación que T2, que se asperjó tres veces y además con el despunte se obtiene el completo desarrollo de la mayoría de las yemas axilares.

Al igual que los demás parámetros, la amilasa aplicada de forma individual no posee la capacidad para inducir la diferenciación de las yemas axilares y tampoco como catalizador. Curiosamente en unas plantas a las que se asperjó con amilasa 50% diferenciaron unas cuantas yemas axilares, pero consideremos que ocasionalmente *Rubus idaeus* L. tiene esta propiedad y probablemente esta fue la ocasión.

Recordemos que en las combinaciones de CPPU y amilasa, el CPPU se encuentra a concentración del 50% y ambos tratamientos (T7 y T8) obtuvieron menos por ciento de diferenciación si lo comparamos con T2, en el solo se aplicaba CPPU 50%, lo que nos indica que la amilasa no tiene efecto catalizador en este proceso.

Bidwell, 1990, menciona que la dominancia apical funciona en mayor o menor grado en la mayoría de las plantas y probablemente en *Rubus idaeus* L. la dominancia

apical funciona en mayor grado por ello el CPPU, la amilasa y las combinaciones de ambos no surgieron efecto en el desarrollo de los brotes. El hecho de despuntar el tallo principal garantiza que la dominancia apical se elimina por completo, lo cual permite la liberación de las yemas axilares y por ende un desarrollo óptimo.



**Figura 4.4 Por ciento de brotación que representaron los distintos tratamientos 10 días después de haber realizado la última aspersión.**

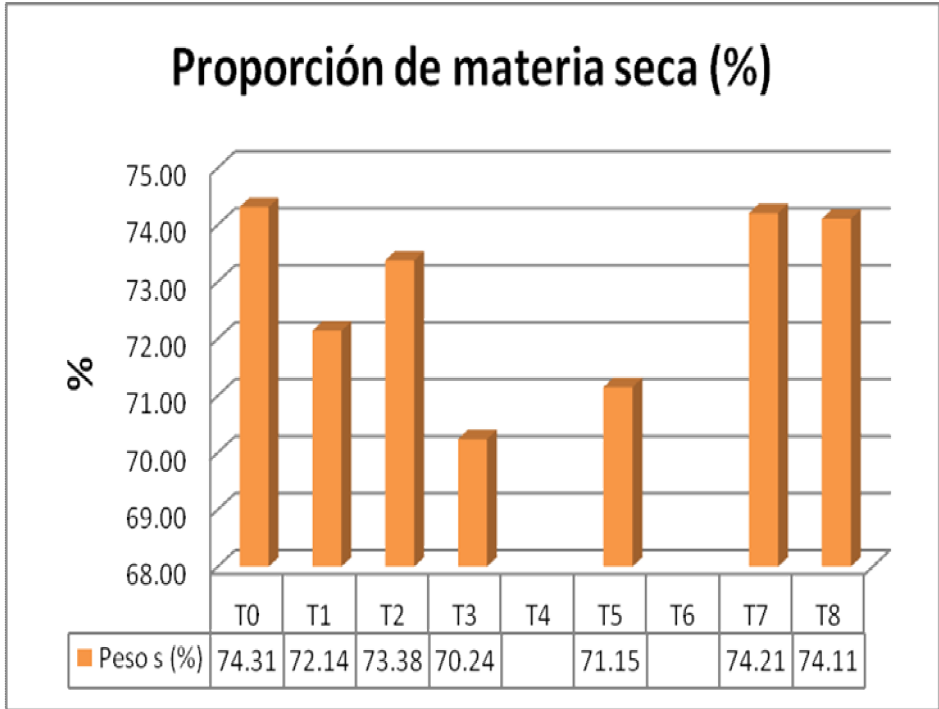
#### Proporción de materia seca

En esta variable, al igual que las demás, se diferencian los tratamientos que generaron brotes con aquellos que no. Dentro de aquellos que indujeron brotación el mejor numéricamente, pero con poca diferencia es T0, con un promedio de 74.31% de peso seco, en último nivel se encuentra T3, con 4.08 unidades menos que T0. Lo cual nos indica la poca variabilidad que existe entre ellos (Figura 4.5).

Para esta variable los resultados del ANVA muestran que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (Cuadro 4). De acuerdo a la prueba de comparación de medias todos los tratamientos son estadísticamente iguales, excepto T4 y T6. Recordemos que estos dos últimos tratamientos ni siquiera indujeron la diferenciación. La comparación de medias indica que todos los tratamientos, excepto T4 y T6, son estadísticamente iguales al despunte; lo que señala que la materia seca no está en función de la longitud ni del grosor del brote. Tampoco nos podemos referir a que exista una eficiencia fotosintética, ya que los brotes de los distintos tratamientos, excepto T0, no se desarrollaron por completo, es decir, como nos vamos a referir a eficiencia fotosintética, cuando ni siquiera se presentan hojas fotosintéticamente activas.

En cuestión a esta variable observemos que la aplicación de CPPU no influye en la composición del brote. De acuerdo a los resultados podemos decir que esta variable está de alguna manera determinada genéticamente y que el uso de estimulantes no alterará la composición de los brotes, esto nos puede hacer pensar que si la dominancia apical se haya eliminado por completo, se obtendrían brotes de la misma calidad que aquellos que se obtienen al realizar el despunte. Aunque numéricamente, concentraciones altas de CPPU no son muy favorables para la obtención de materia seca, ya que el T3 se encuentra en último lugar dentro de los tratamientos que si generaron brotes.





**Figura 4.5** Proporción de materia seca, en relación al peso fresco, que se obtuvo en los brotes generados por los distintos tratamientos.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones que se realizó dicha investigación, se establecen las siguientes conclusiones:

Despuntar manualmente el tallo principal en frambuesa (*Rubus idaeus* L.) es la práctica más efectiva para eliminar la dominancia apical y así obtener el libre crecimiento de ramas fructificantes, ya que este es el tratamiento que presentó mejor comportamiento, en la mayoría de las variables evaluadas.

El uso de CPPU a dosis de 50, 100 y 200 ppm, induce la diferenciación de las yemas axilares, mas no cuenta con la capacidad suficiente para eliminar por completo la dominancia apical, por lo que solo se obtienen plantas de un solo tallo (tallo principal) con sus yemas diferenciadas.

La enzima amilasa, por sí sola, no cuenta con la capacidad de inducir la brotación y así mismo, no funciona como catalizador en el proceso de diferenciación celular al asperjarla junto con el CPPU en las yemas axilares de frambueso (*Rubus idaeus* L.).

## LITERATURA CITADA

- Bidwell, R. G. S. 1990. Fisiología vegetal. AGT Editor. 1ª edición.
- Borlando V., Patricio A. 2006. Efecto de la aplicación de CPPU en arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) "Bluehaven". Memoria de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. Chillán, Chile.
- Castilla, Y. 2005. Cultivo de tejidos de rosas (*Rosa sp*): Un acercamiento a investigaciones recientes. Cultivos Tropicales. Vol. 426, no. 4. pp 43-47.
- Castro, J. y Flores, D., 2007. Establecimiento in vitro y pruebas preliminares de micropropagación en medio semisólido y líquido de frambuesa (*Rubus idaeus* L.). Tecnología en Marcha. Vol. 20-3
- Devlin, Robert M. 1982. Fisiología vegetal. Ediciones Omega. 4ª edición. Barcelona.
- Fernández S., José M. 2005. Hidratos de carbono y su aprovechamiento. Dpt. Ingeniería Química. Ampliación de tecnología de los alimentos. Ingeniero Químico.
- FreePatentsOnline.com. Raspberry plant named `Holyoke`. Copyright 2004-2009. Disponible en <http://www.freepatentsonline.com/PP11094.html>
- Galindo, M., González, V., López, A., Sánchez, P., Soto, R., Muratalla, A., 2006. Sistemas de manejo para producir dos o tres cosechas por año en frambuesa roja en clima templado. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 29 (1): 69-77.
- Garza D., Luis E. 1993. Efecto de la cianamida hidrogenada, TDZ y CPPU como estimulantes de brotación en manzano (*Malus sylvestris* Mill) cv. Criterion. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp: 20-23.
- Guzmán, E., García, R., Muratalla, A., García, G., y Mora, J.2004. Análisis de precios de la frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) producida en Valle de Bravo, México. Agrociencia 38:565-571.

- Hatmann, H. y Kester D. 1987. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Editorial Continental. México.
- Herrera, J., A. R., y G. E. 1994. Efecto del forclorofenurón sobre la ramificación y floración en china (*Impatiens balsamina*). Agronomía costarricense. 18(2): 211-216.
- Hurtado M, Daniel V. 1987. Cultivo de tejidos vegetales. Editorial Trillas. México.
- Jankiewicz, L. 2003. Reguladores del crecimiento desarrollo y resistencia en plantas. Propiedades y acción. Ediciones Mundi Prensa. México. pp: 94
- López P., Luis. 2005. El cultivo del frambueso (*Rubus idaeus* L.). Monografía. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.
- Martínez, F. Gil. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Ediciones Mundi Prensa. España
- Muñoz R., Manrribio y Juárez, María del R. 1995. El mercado mundial de la frambuesa y zarzamora. Chapingo. pp:4-10
- Padrón Estadístico Agropecuario del Municipio de Jocotepec, 2003. Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. SAGARPA.
- Paglietta, Roberto. 1986. El Frambueso. Ed. Mundi Prensa. España. pp: 15-19
- Rubio D., Joaquín. 1998. Efecto del fitoregulator hormonal CPPU sobre el crecimiento, desarrollo y calidad del fruto en el cultivo del manzano (*Mallus domestica* Bork) cv Royal Gala. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Salisbury, Frank B y Ross, C. W. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. pp: 407-429.

- Sistema de información agropecuaria de consulta (SIACON), 2007. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola por Cultivo. Cíclicos y Perennes. Modalidad: Riego + Temporal. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Anuario1.htm>
- Tamayo C., Rocío. 1989. Ensayo de propagación de frambuesas *Rubus idaeus* L. cv. Heritage a partir de esquejes con hoja y estacas de raíz. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro.
- Urbina Z., Claudio L. 1994. Aplicación de CPPU en paltos (*Persea americana* Mill) Hass, Fuerte y Edranol para favorecer la retención de frutos y producción de los árboles. Taller de Titulación. Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. pp: 22-39.
- Wanadoo, 2005. (En línea) Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento. Disponible en [http://psro.Wanadoo.es/pedrogruen//hormonas vegetales y reguladores.htm](http://psro.Wanadoo.es/pedrogruen//hormonas%20vegetales%20y%20reguladores.htm)
- Weaver, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Universidad de California Davis. Editorial Trillas. México.

# APÉNDICE

**Concentración de datos y análisis de varianza, para la variable Proporción de materia seca**

Tratamientos	Repeticiones			Media	
	1	2	3		
T0	58.148	59.974	60.559	59.560	
T1	53.537	61.383	57.789	57.569	
T2	57.348	60.613	58.901	58.953	
T3	57.658	55.994	57.178	56.943	
T4	0.181	0.181	0.181	0.181	
T5	59.736	57.512	55.372	57.539	
T6	0.181	0.181	0.181	0.181	
T7	58.655	61.091	58.726	59.490	
T8	59.855	60.486	57.931	59.424	
<b>Análisis de Varianza</b>					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	8	15892.53516	1986.566895	619.6088**	0
Error	18	57.710938	3.206163		
Total	26	15950.24609			
** Altamente significativo					
CV = 3.93 %					
<b>Comparación de Medias</b>					
	Tratamiento	Media			
	T0	59.5603	A		
	T7	49.4997	A		
	T8	59.4240	A		
	T2	58.9540	A		
	T1	57.5697	A		
	T5	57.5400	A		
	T3	56.9433	A		
	T4	0.181	B		
	T6	0.181	B		
Nivel de significancia = 0.01					
Tratamientos con letras semejantes son estadísticamente iguales					

