

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



**EFFECTO DEL FITORREGULADOR HORMONAL "CPPU" SOBRE
EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y CALIDAD DE FRUTO EN
EL CULTIVO DEL MANZANO (*Malus domestica Bork*), CV. Royal
Gala.**

Por:

Joaquín Rubio Domínguez.

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 1998.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**EFFECTO DEL FITORREGULADOR HORMONAL "CPPU" SOBRE
EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y CALIDAD DE FRUTO EN
EL CULTIVO DE MANZANO (*Malus domestica Bork*), CV "Royal
Gala".**

POR:
Joaquín Rubio Domínguez

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO
EXAMINADOR.
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA

DR. ALFONSO REYES LOPEZ
PRESIDENTE DEL JURADO

MC. LEOBARDO BAÑUELOS H.
SINODAL

ING. FCO. JAVIER VALDEZ O.
SINODAL

MC. MARIANO FLORES DAVILA
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 1998.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida, conocimiento y paz en el corazón, lo que me ha servido para tener “fe” en los momentos más difíciles de mi vida y que de alguna manera me ha servido para no dejarme vencer.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por brindarme la oportunidad de seguir preparándome como persona y profesionista, instruyéndome un poco en el difícil camino de la vida del que no se tiene regreso y que ahora es mi propio destino.

Al DR. Alfonso Reyes López por su apoyo, confianza y amistad, por brindarme sus conocimientos y experiencias en la realización de este trabajo.

Al MC. Leobardo Bañuelos Herrera por su apoyo, confianza y amistad para la realización del presente y en sí mi profesión.

Al ING. Francisco J. Valdéz Oyervides por sus sugerencias acertadas, tiempo e interés mostrado para la elaboración final de este trabajo.

Al ING. Juan José Galván Luna por el apoyo moral, conocimientos y experiencias que me brindo a lo largo de la carrera.

A mis maestros que en forma desinteresada me ensaaron para mi formación como profesionista.

IV

A mis amigos de la especialidad por haber compartido momentos inolvidables y apoyo infinito, además porque al igual que yo teníamos una meta trazada, la cual con muchos sacrificios y esfuerzos llegamos a concretar.

A mis amigos de cuarto, por brindarme su apoyo en todos aquellos momentos en los que me sentía confundido y por los momentos compartidos en las buenas y las malas que jamás serán olvidados. Saúl, Hugo, Pedro, Angel, Jesús, Alberto, Edgar, Sergio.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Antonio Rubio Pérez.

Sra. Cerafina Domínguez Sánchez.

Por darme la vida y ser los padres más maravillosos, por la educación que me han instruido para seguir el buen camino como persona de provecho y además por su gran apoyo incondicional, tanto moral como económico que con sacrificios, esfuerzos y consejos supieron encaminar mis más grande anhelos, ayudándome a encontrar soluciones a mis problemas lo que me ha servido para culminar mi profesión.

A MIS HERMANOS:

Yolanda

Susana

Angelina

Thomas Rigue

Por brindarme su apoyo moral y comprensión en todo momento. Con el cariño de siempre. Los quiero mucho.

A MIS CUÑADOS:

Carlos

Gerardo

Juan

Por brindarme su amistad y apoyo incondicional para mi formación como persona y profesionalista.

A MIS SOBRINOS:

Juan Antonio

María Yael

Carlos Rodrigo

Por ser la alegría de la familia.

INDICE DE CONTENIDO

	PAG.
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
I.- INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
HIPOTESIS	3
II.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1.Origen e historia del manzano	4
2.2. Características del CV. Royal Gala	4
2.3. Clasificación taxonómica	5
2.4. Descripción botánica	6
2.5. Amarre de frutos	7
2.6. Crecimiento y desarrollo de frutos	8
2.7. Concepto de hormona	9
2.7.1. Auxinas	10
2.7.2. Giberelinas	11
2.7.3. Citocininas	12
2.8. Concepto de fitorregulador	14
2.8.1. CPPU	14
2.8.2. TDZ	14

2.8.3. Resultados que se han obtenido con PPU y TDZ	15
III.- MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Descripción del sitio experimental	16
3.1.1. Clima	17
3.3. Material vegetativo	17
3.4. Material empleado	18
3.5. Metodología	18
3.6. Descripción de tratamientos	18
3.7. Variables evaluadas	19
3.8. Diseño experimental	20
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	20
4.1. Peso del fruto.	20
4.2. Diámetro polar y diámetro ecuatorial.	23
4.3. Firmeza del fruto.	28
4.4. Sólidos solubles	31
V.- CONCLUSIONES	33
VI.- BIBLIOGRAFIA	34
VII.- APENDICE	38

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAG.
3.7.1. Descripción de tratamientos	18
4.1. Peso del fruto del cv. Royal Gala por efecto de las aplicaciones de CPPU, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997.....	22
4.3. Diámetro polar de fruto del cv. Royal Gala por efecto de las aplicaciones de CPPU, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997	26
4.6. Firmeza de fruto del cv. Royal Gala por efecto de las aplicaciones de CPPU, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997	29
6.1. Análisis de varianza para la variable peso del fruto	38
6.2. Análisis de varianza para la variable diámetro polar	38
6.3. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial	39
6.4. Análisis de varianza para la variable firmeza del fruto	39
6.5. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles	40

INDICE DE FIGURAS

FIG.	PAG.
4.2. Efecto del regulador hormonal CPPU sobre el peso del fruto del cv. Royal Gala, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997	23
4.4. Efecto del regulador hormonal CPPU sobre el diámetro polar del fruto del cv. Royal Gala, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997 ...	27
4.5. Efecto del regulador hormonal CPPU sobre el diámetro ecuatorial del fruto del cv. Royal Gala, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997 ...	28
4.7. Efecto del regulador hormonal CPPU sobre la firmeza del fruto del cv. Royal Gala, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997	30
4.8. Efecto del regulador hormonal CPPU sobre los sólidos solubles del fruto del cv. Royal Gala, en la sierra de Arteaga, Coah. 1997	32

RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano de 1997, en la huerta de manzano, propiedad del Sr. Arturo Huereca Santos, localizada en el ejido de San Antonio de las Alazanas, Municipio de Arteaga Coahuila.

El objetivo fue evaluar el efecto de fitorreguladores (citocininas tipo zeatina) en el desarrollo y calidad de fruto en árboles de manzano cv. "Royal Gala" injertados sobre el patrón MM 111 con una edad promedio de 6 - 7 años. Se utilizó un diseño experimental de completamente al azar con 8 tratamientos y 6 repeticiones, donde se tomo un árbol como unidad experimental.

El producto utilizado fue CPPU aplicado en diferentes niveles (dosis), de las cuales algunas se dividieron en dos aplicaciones en completa floración y 8 días después. El inicio de la aplicación fue el 12 de abril de 1997; las variables evaluadas fueron: Peso del fruto (g); diámetro polar (cm); diámetro ecuatorial (cm); firmeza del fruto (lb/pulg²) y sólidos solubles (° Brix).

De acuerdo a los resultados obtenidos las variables que mostraron significancia son: peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial y firmeza del fruto. Para las variables peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, el mejor tratamiento fue el 6 (200 ppm) dividida en dos aplicaciones (100 ppm y a los 8 días después 100 ppm), aumentando en un 30.13 %, 3.79 % y 4.96 %, respectivamente, con relación al testigo. Mientras que para la variable firmeza del fruto el tratamiento 5 destaco con un 37.15 % con relación al testigo.

I.- INTRODUCCIÓN

La fruticultura nacional es una de las actividades que representa un renglón económico de gran importancia. Se ha llegado a comprender que la actividad frutícola representa una fuente generadora de ingresos en la que se benefician productores y jornaleros.

El manzano (*Malus domestica* Bork) es uno de los frutales más antiguos y que en la actualidad se encuentra distribuido en gran mayoría de las regiones templadas del mundo.

La mayor producción de manzana en la República Mexicana se concentra en el norte del país principalmente, destacando los Estados de Chihuahua, Durango, Puebla, Coahuila.

En nuestro país el cultivo del manzano puede adaptarse en regiones con poco frío, hasta en las regiones altas con abundante frío, ya que se cuenta con una situación geográfica privilegiada con presencia de diferentes condiciones climatológicas para su cultivo.

En el sureste del Estado de Coahuila, específicamente en la región de la Sierra de Arteaga, el manzano es uno de los principales frutales que se explotan siendo las variedades Golden Delicious, Red Delicious, Rome Beauty, Top Red y Royal Gala, las que más se han adaptado a la región y ha permitido su gran diversificación.

Los fruticultores que se dedican a este cultivo se preocupan por aplicar las técnicas de producción más adecuadas con la finalidad de obtener mayores rendimientos por unidad de superficie, y obtener frutos de mejor calidad en los cultivares que actualmente se utilizan. Así como también el introducir nuevas variedades como es el caso de Royal Gala, buscando mayor aceptación en el mercado y así aumentar sus ingresos.

En los últimos años el uso de fitorreguladores se ha convertido en una práctica común, promoviendo o reprimiendo algunos procesos de las plantas y que tienen un efecto en la productividad de los frutales, aumentando los rendimientos, y la calidad de los frutos y por consiguiente los ingresos económicos de los productores.

Por lo anterior y con el propósito de mejorar el tamaño de la manzana, se realiza el presente trabajo de investigación que pretende incentivar el uso de fitorreguladores.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de diferentes concentraciones del fitorregulador hormonal “CPPU” en el crecimiento y desarrollo de frutos cv. Royal Gala.

HIPOTESIS

La aplicación del fitorregulador hormonal “CPPU” estimula el crecimiento y desarrollo, así como la firmeza y calidad de frutos de manzana cv. Royal Gala.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN E HISTORIA DEL MANZANO.

Reyes (1979), menciona que el manzano (*Mallus × domestica* Bork), es originario del Cáucaso en el continente Europeo y del sureste de Asia. El cultivo del manzano es muy antiguo, los frutos originales y primitivos eran bastante pequeños, ácidos y acuosos, actualmente han evolucionado por la selección que ha hecho el hombre, hasta alcanzar la consistencia, sabor y color de las variedades actuales.

Cepeda (1978), señala que el cultivo del manzano fue introducido a nuestro país por los españoles durante la conquista.

2.2. CARACTERISTICAS DEL CULTIVAR ROYAL GALA.

Según Stebbins (1987). Esta manzana es originaria de Nueva Zelanda y es una mutación del cv. Gala. Esta fue introducida al Sur de Africa en el año de 1980 y es ahora preferida en el mercado porque tiene un mejor color rojo. Ha sido introducida a América en los más recientes años, la mayor cantidad fue vendida a los EU y los precios han aumentado rápidamente en mercado de los EU; lo que ha motivado a los agricultores a tener más plantaciones de esta variedad.

Para obtener la Gala, se cruzó la variedad británica, Cox's Orange Pippin × la variedad Delicious, resultando la variedad Kidd's Orange Red, posteriormente, esta variedad se cruzó a su vez con Golden Delicious y el resultado fue Gala. De Gala existen tres mutantes que son: la Royal Gala, Regal Gala e Imperial Gala. La Royal Gala tiene un color rojo más estable, el sabor es dulce, aromático, su vida de anaquel es más larga que la Golden Delicious.

El fruto es de color rojo oscuro, cuando madura al fondo presenta un color amarillo y con franjas rojas superficiales, tiene una apariencia anaranjada; la carne es de color crema, dulce, sabor exquisito y una agradable aroma.

El árbol de Gala es semejante a su padre, Golden Delicious dado que se obtuvo al cruzar Gala por Golden Delicious. Este tiene vigor medio, ramas moderadamente anchas y produce muy temprano. Este cv. puede ser polinizado por cualquier material que se parezca a Golden Delicious o Granny Smith.

2.3. CLASIFICACION TAXONOMICA.

Según Reyes (1977).

Reino	Vegetal.
División	Traqueofitas.
Subdivisión	Pteropsidas.
Clase	Angiosperma.
Subclase	Dicotiledonea.
Orden	Rosales.
Familia	Rosáceas.
Genero	Malus.
Especie	domestica Bork.
Nombre común	Manzano.

2.4. BOTANICA DEL MANZANO.

(Tamaro, 1974). Menciona que la raíz es tipo pivotante superficial y rastrera, alcanzando una profundidad de 1 a 8 m; su principal función es el anclaje, almacenamiento de sustancias de reserva y conducción, las raíces absorbentes se encuentran en su mayoría entre los 15 y los 30 cm de profundidad.

El tallo es un órgano que se desarrolla a partir del embrión de la semilla, de caracteres herbáceos el cual tiende a lignificarse y constituirse en tronco (Calderón, 1977); alcanza ordinariamente de 2 a 2.5 m. de altura, es de color verde dando a café, cubierto de escamas.

Caontanceau (1991), menciona que las hojas son caducas, alternas, acuminadas que terminan en una punta cortada, presenta un color verde oscuro por el haz y blanquecino por el envés. La inflorescencia es un corimbo formado de 6 a 8 flores, pentameras hermafroditas de color rosa pálido y aveces blancas.

Las flores son grandes, séciles con pedúnculo corto, son hermafroditas, de un color rosa pálido o blanco, se agrupan de 3 a 8 flores para formar un corimbo, (Thomas, 1975).

2.5. AMARRE DEL FRUTO.

Nitsch (1952-1965), citado por Weaver (1976), menciona que el fruto es un ovario maduro con partes asociadas. Algunos frutos constan solamente del ovario, puede ser carnoso o seco, dehiscentes o indehiscentes. En otros frutos, hay partes florales como los pétalos, estambres, sépalos, pedúnculo y receptáculo, que se desarrollan al mismo tiempo que el ovario. Desde el punto de vista más fisiológico que morfológico, el fruto puede definirse como una entidad estructural que resulta del desarrollo de los tejidos que responden a los óvulos de una planta. Dicha definición abarca

órganos diferentes como son el eje floral de la piña, receptáculo de la fresa y manzana.

Se le considera amarre de fruto a la retención y desarrollo del ovario después de que hayga ocurrido la polinización, germinación del grano de polen y la fertilización. En ciertas especies, el amarre de frutos se induce partenocarpicamente, es decir sin haber fecundación. El fruto es un pomo y tiene un pericarpio diferenciado en partes, al exterior que comprende al exocarpio y el mesocarpio es carnosos, y la cara del endocarpio coracea y rodea las semillas (Wilson y Loomis, 1968).

2.6. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE FRUTOS.

Bidwell (1979), señala que el crecimiento responde básicamente a tres procesos que pueden darse simultáneamente.

- **División celular:** Este proceso implica la duplicación del DNA, apareamiento y duplicación de los cromosomas y separación de los núcleos hermanos.
- **Elongación celular:** Esta actividad puede llevarse sin que cambie la forma y características. Durante esta etapa, forma una gran vacuola que requiere del estiramiento de la pared celular siendo esta la que limita a la célula. Dicho estiramiento responde; presión de turgencia síntesis cuantitativa de ARN y proteínas, auxinas que regulan la tasa de elongación de la pared celular.
- **Diferenciación celular:** Este fenómeno incluye la especialización de las células.

El crecimiento de frutos se da por división celular al principio, y posteriormente por un aumento de volumen de las células; el tiempo que dura la división celular en relación con el tiempo hasta la cosecha es del 20 a 25 %. Se sabe que además de factores de crecimiento vegetativo y área foliar, las semillas constituyen un importante factor en el desarrollo de frutos. En manzana hay una correlación entre la tasa de crecimiento y el contenido de auxinas, giberelinas y citocininas en las semillas (Ramírez y Hoad, 1981; citados por Rojas y Ramírez, 1993), y en muchas ocasiones las manzanas deformadas se deben a que en la mitad del número normal de semillas “llena” y en la mitad en que no hay semillas el fruto no “llena” quedando achatado.

2.7. CONCEPTO DE HORMONA

El término hormona se reserva para aquellos factores reguladores que son compuestos orgánicos.

Una hormona vegetal es un compuesto orgánico que se sintetiza en cualquier parte de la planta y que se transloca a otra parte, en donde a concentraciones bajas causan una respuesta fisiológica (Salisbury, 1994).

El papel de las hormonas, es que pueden lograr un mejor tamaño del fruto, calidad del mismo e incrementar la producción, teniendo en cuenta el tiempo de aplicación, concentraciones, sitios de aplicación y formulación de las aspersiones, también es necesario marcar que es posible que se tengan efectos negativos si se descuidan los aspectos señalados, Schwabe y Mills, (1981); citados por González, (1986).

Actualmente se conocen 4 grupos de hormonas vegetales más importantes, de las cuales tres son conocidas como promotores del crecimiento de las plantas, siendo estas Auxinas, Giberelinas y Citocininas; El cuarto grupo los llamados inhibidores del crecimiento o de otro proceso vegetal, siendo estas el Acido Abscisico y Etileno según (Weaver, 1989).

2.7.1. AUXINAS.

El término Auxina designa cualquier hormona perteneciente al grupo auxinico, pero a menudo se usa como sinónimo del Acido Indolacético (AIA), que es la principal auxina natural y que posiblemente se sintetiza a partir del aminoácido triptófano. La auxina se sintetiza principalmente en el ápice del tallo y ramas jóvenes y en general en los meristemos. El transporte de las auxinas endógenas es basipétalo por el floema con los productos fotosintetizados. Cuando se sintetiza en el ápice de la raíz tiene transporte acropétalo (Rojas y Ramírez, 1989).

Las auxinas pueden iniciar la floración en piña e inducir el amarre de fruto. Las auxinas hacen aumentar en frecuencia el amarre de fruto sobre todo en especies con frutos de mucha semilla, como son los pimientos y las cucurbitáceas. Las aplicaciones de auxinas a frutos jóvenes en desarrollo aumentan su tamaño; se adelanta la maduración de algunos frutos, como los higos (Weaver, 1989).

2.7.2. GIBERELINAS.

Las giberelinas las descubrieron los japoneses, como resultado de sus observaciones e interés por la enfermedad “bakanae” del arroz (*Oriza sativa*).

El descubrimiento de las giberelinas se atribuye a Kurosawuq (1926), un fitopatologo que estudio a las enfermedades del arroz, en Formosa. La enfermedad había sido observada durante más de 150 años en Japón. En las primeras etapas de la enfermedad, las plantas afectadas tienen con frecuencia una altura que superaba en un 50% o más a las de las plantas sanas; pero formaban menos semillas. Así se dio el nombre de bakanac (planta loca). A la enfermedad provocada por hongos Ascomycetos (la forma asexual se denomina *Gibberella fujikuroi* y a la etapa asexual, se le llama *Fusarium moliniforme*). En la década de 1930, T. Yabuta y T. Hayashi aislaron un compuesto activo del hongo, al que le denominaron giberelina.

Normalmente las giberelinas se sintetizan en hojas jóvenes y semillas (Salisbury, 1994). Varios autores demostraron también que las giberelinas pueden reemplazar el tratamiento en frío (vernalización) de algunas plantas. El tratamiento de frío, luz u oscuridad que requiere la germinación de la semilla de algunas especies vegetales y que puede ser reemplazado por tratamientos de giberelinas. Estas también afectan el amarre y el desarrollo de los frutos de muchas especies (Weaver, 1989).

Rojas (1995), reporta que el biozime TS es un fitorregulador complejo; que ha tenido efectos positivos en diversos experimentos en Cuba

e Italia, aumentando el rendimiento del tomate cuando es aplicado en etapa de botón a 2 cc/l de agua, seguido de una repetición a los 15 días.

Farre et-al (1980), Veinbrentes y Miller (1981) y Chavarría (1982), citados por Vázquez (1990); señalan que el Promalin es una combinación de 6(bencilamino) -9-(2 tetrahidropirano) 9-4 purina (PBA) y giberelinas $A_4 + A_7$ ($GA_4 + GA_7$) en la misma proporción; es fabricado y distribuido comercialmente por la compañía Norteamericana Abbot. Su uso principal para mejorar la forma del fruto del cv. "Red Delicious" provocando una elongación del fruto y un desarrollo más prominente de los lóbulos del cáliz, en este aspecto muchos trabajos han demostrado la efectividad de Promalin.

2.7.3. CITOCININAS.

R. Horgan (1984), define a las citocininas como compuestos de adenina sustituidos que promueven la división celular.

D. S. Letham (1974) demostró que la citocinina más activa está constituida por compuestos de zeatina, extraído del endospermo lechoso (granos) de maíz (*Zea mays*).

Las citocininas se encuentran en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las raíces de las plantas (Skene, 1975; Torrey, 1976). Estas se sintetizan en las puntas de las raíces y las transporta a través del xilema a todas las partes de la planta. Lo cual explica su acumulación en hojas jóvenes, frutos y semillas.

Entre los efectos de las citocininas están, la formación de órganos en los tejidos cultivados in vitro, el alargamiento y la división celular, la prevención de senescencia y la inducción de la floración.

(Fosket, 1977, Fosket et-al, 1981), concluyen que las citocininas promueven la división de células en cultivo de tejidos estimulando la mitosis, y que lo hacen incrementando la rapidez de síntesis de proteínas. Algunas de estas proteínas podrían ser enzimas o proteínas estructurales necesarias para la mitosis.

El tratamiento con citocininas hace que los frutos del manzano se ensanchen y desarrollen bien los lóbulos del cáliz (parte apical del fruto). Cuando las manzanas "Delicious" se tratan con N-(purinil-6)- α -fenilglicina, PBA, BA y zeatina, en concentraciones de 100 a 500 ppm y cuatro días después de la floración completa, todos los compuestos estimularon el desarrollo de frutos alargados, con lóbulos del cáliz prominentes y bien desarrollados, lo cual dio a los frutos un aspecto nudoso y cálices más abiertos (Williams y Stahly 1969). Letham (1968) obtuvo resultados distintos, al tratar al manzano "Cox's Orange Pinppin" con zeatina en concentración de 400 ppm, suprimió la elongación de los frutos, aun cuando no se modificó significativamente su peso. Letham llegó a la conclusión de que la forma de la manzana en el momento de la madurez, dependen quizá del equilibrio entre giberelinas y citocininas en los frutitos y que las variedades de manzana difieren en su respuesta hacia esos compuestos.

2.8. CONCEPTO DE FITORREGULADOR HORMONAL.

Los fitorreguladores hormonales son aquellos compuestos orgánicos capaces de intervenir en el metabolismo y que actúan en muy pequeñas cantidades para activar o reprimir algún proceso del desarrollo (Tamaro, 1981).

2.8.1. CPPU.

Su nombre químico es N - (2 - Cloro 4 - piridil) - N fenilurea (CPPU), y es un sustituto del N - fenil - N - (4 - pyridyl) urea.

Steward, (1955). Difenil-Urea, es una las citocininas sintética que tiene una considerable función en la actividad de las citocininas. Bruce et-al, (1995). La función que sustituye difenil-urea por zeatina resulta un compuesto con más espectro en similar actividad que el compuesto zeatina.

2.8.2. THIDIAZURON (TDZ).

El thidiazurón es el nombre comercial de este biorregulador, su formula química es (N - fenil - N - 1,2,3 - Thidiazol - 5 - ylurea).

Fordhman et-al, (1987), dicen que el thidiazurón es un compuesto semejante a citocininas que recibe mucha atención, es una química originalmente registrada en 1976 como un defoliante del algodón, el thidiazuron fue designado como SN49537, más tarde fue nombrado Dropp. Thidiazuron induce abscisión en la hoja de algodón.

Las citocininas usadas juntamente con giberelinas tienen buenas influencias sobre la forma del fruto de manzana por incrementar la longitud y diámetro (Martín et-al, 1970).

2.11.3. RESULTADOS QUE SE HAN OBTENIDO CON CPPU Y TDZ.

CPPU es una de la fenilurea que tiene una fuerte actividad como citocininas.

CPPU ha sido utilizado en varios experimentos tales como en células de zanahoria, para estimular la división celular, para mejor proliferación de petunia, formación de brotes en mora cultivados in vitro.

Karanov y Alexiena et-al (1992), reportan que las fenylureas como 4 -PU - 30, tipo citocininas a 15 ppm aumentan el rendimiento en plantas de trigo, cebada; y a 10 ppm en girasol, así como a 20 ppm en cebolla.

Greene (1989), descubre que el CPPU a concentraciones altas reacciona como un raleador en manzana “McIntosh”/M.7. Además que aspersiones foliares con CPPU en manzanas “Golden Delicious” y “Granny Smith”, el aumento es prolongado en diámetro en proporción (L:D) y en peso del fruto, pero en amarre y producción no hubo respuesta. También encontró que esta misma citocinina a concentraciones altas reduce una pequeña cantidad de semillas en los frutos.

Thidiazurón es extremadamente efectivo en el aumento de crecimiento de callos in vitro, de frijol lima (*Phaseolus lanatus* L), Mok et-al citado por Fordhman et-al (1987).

Van Nieuwekerk et-al (1986), reportan que thidiazurón puede ser utilizado en proliferación de brotes de manzana in vitro y es efectivo a concentraciones bajas. También con thidiazurón se activa la estimulación de brotes adventicios.

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCION DEL SITIO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en el ciclo de 1997, ubicándose en la huerta particular del Sr. Arturo Huereca Santos, cerca del poblado de San Antonio de las Alazanas. Ubicado en la Sierra de Arteaga, Coahuila, formando parte de la Sierra Madre Oriental y su localización geográfica es: Latitud 25° 15' N y 100° 35' de longitud y una altitud de 2200 msnm.

3.2. CLIMA.

La precipitación media anual de este lugar es de 500 mm y la temperatura promedio anual es de 15 a 17 °C. El clima según la clasificación de Koppen, modificado por García (1973), se clasifica como (BS1 kw (X') (e')) y se describe de la siguiente manera:

B: Grupo de climas secos.

BS: Por su localización y por el total de lámina precipitada al año (500 mm) pertenece a un clima intermedio entre los muy áridos BW y los húmedos AC.

K : Indica que la condición de temperatura es templada con verano cálido. La temperatura promedio por año fluctúa entre los 12 y 18 °C y la del mes más frío de -3 °C.

W (x'): Cuando el régimen de lluvias tiene por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvias en el mes más húmedo de la época caliente del año, que en el mes más seco.

(E'): Indica la oscilación anual de las temperaturas mensuales cuando es muy extremo con variaciones de más de 14 °C.

3.3. MATERIAL VEGETATIVO.

En este experimento se utilizaron árboles de manzano de 7 - 8 años de edad del cultivar “Royal Gala”, sobre el patrón MM 111, a una distancia de 3×4 m.

3.4. MATERIAL EMPLEADO.

- Mochila manual de aspersión de una capacidad de 15 l.
- CPPU.
- Adherente.
- Vernnier.
- Báscula.
- Penetrómetro.
- Refractrómetro.

3.5. METODOLOGIA.

Los árboles en estudio se marcaron con una franja de pintura azul para su identificación. Cada uno de los árboles fueron asperjados hasta punto de goteo utilizando una aspersora manual, posteriormente se marcaron con

etiquetas en una de las ramas principales, cada uno con su número de tratamiento y repetición, y se considero como una unidad experimental, teniendo como fecha de aplicación el día 12 de abril de 1997.

3.6. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	DOSIS EN (ppm)
1 (Testigo)	Sin aplicación
2	100 CPPU
3	200 CPPU
4	400 CPPU
5	100 CPPU
6	200 CPPU
7	400 CPPU
8	15 TDZ

NOTA. Los tratamientos 1 (Testigo), 2, 3, 4, se hicieron en una sola aplicación, en completa floración, los tratamientos 5, 6, 7, se dividieron en dos aplicaciones (una en completa floración y a los ocho días después la segunda aplicación).

3.7. VARIABLES.

- Peso del fruto (g).
- Diámetro polar (cm).

- Diámetro ecuatorial (cm).
- Firmeza del fruto (lb/pulg²).
- Sólidos solubles (°Brix).

Para evaluar el peso del fruto se tomaron 5 frutos al azar de cada repetición en cada uno de los árboles, los cuales fueron trasladados al laboratorio de Biotecnología del Departamento de Horticultura de la "UAAAN", donde se pesaron, se les midió firmeza y sólidos solubles, para que posteriormente se sacara una media por tratamiento. Para evaluar la firmeza se utilizó un penetrómetro, mientras que para sólidos solubles un refractómetro.

Para las variables diámetro polar y ecuatorial, estas se evaluaron midiendo el diámetro con un vernier de todos los frutos de cada uno de los árboles, para que se sacara una media por repetición de cada uno de los tratamientos.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y 6 repeticiones, dándonos 48 unidades experimentales.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. PESO DEL FRUTO.

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos al 0.01 %, con un coeficiente de variación de 16.07 %. De acuerdo a los datos se realizó la prueba de rango múltiple DMS al 0.05 %, donde se observa la diferencia entre los tratamientos (Cuadro 4.1). En la figura 4.2 se representan las medias de los tratamientos; de los cuales el tratamiento número 6 fue el mejor con un peso de 142.76 g, en un segundo nivel se encuentran los tratamientos 3, 7, 1 (testigo), con un peso de 125.65, 113.17 y 109.79 g., respectivamente, y por último el tratamiento 5 con un peso de 98.20 g.

En lo que respecta al peso del fruto solo los tratamientos 6, 3, 7 superan al testigo (1), con un aumento del 30.13 % para el tratamiento 6 y 14.44%, 3.07% para los tratamientos 3 y 7, respectivamente; teniendo una diferencia de 32.97 g. Para el tratamiento 6 con respecto al testigo.

Para el caso del tratamiento 8 (TDZ) no supero al testigo, teniendo un peso de 102.67 g.; cabe mencionar que todos los tratamientos con CPPU superan al tratamiento con TDZ, a excepción de los tratamientos 4 y 5.

Aparentemente la dosis de CPPU dividida en dos aplicaciones tiende a incrementar el peso de fruto con relación al testigo, sin embargo este incremento no es muy significativo a excepción del tratamiento 6 que se dispara notoriamente, pero el tratamiento 3 que es en una sola aplicación, también tiene un efecto favorable por lo que no podemos concluir lo antes mencionado. Para la obtención de estos resultados pudo haber favorecido el raleo de frutos que se realizó.

Estos resultados se pueden corroborar con los trabajos realizados por (Greene, 1993), donde reporta que al aplicar CPPU a dosis de 25 ppm en dos aplicaciones (25 ppm en completa floración más 25 ppm después de dos semanas) incrementan considerablemente el peso del fruto en el cv. “Golden Delicious”.

CUADRO 4.1. PESO DEL FRUTO DEL CV. Royal Gala POR EFECTO DE LAS APLICACIONES DE CPPU, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

TRATAMIENTO CONCENTRACION (ppm)	PESO DEL FRUTO (g)	TRATAMIENTO	PESO DEL FRUTO (g)
---------------------------------------	--------------------------	-------------	-----------------------

1 (Testigo)	109.79	6	142.76 a
2 (100 ppm CPPU)	108.64	3	125.65 ab
3 (200 ppm CPPU)	125.65	7	113.17 bc
4 (400 ppm CPPU)	98.67	1 (Testigo)	109.79 bc
5 (100 ppm CPPU)	98.205	2	108.64 c
6 (200 ppm CPPU)	142.76	8	102.67 c
7 (400 ppm CPPU)	113.17	4	98.67 c
8 (15 ppm TDZI)	102.67	5	98.205 c

Tratamientos con letras semejantes son estadísticamente iguales: (DMS 0.05 %).

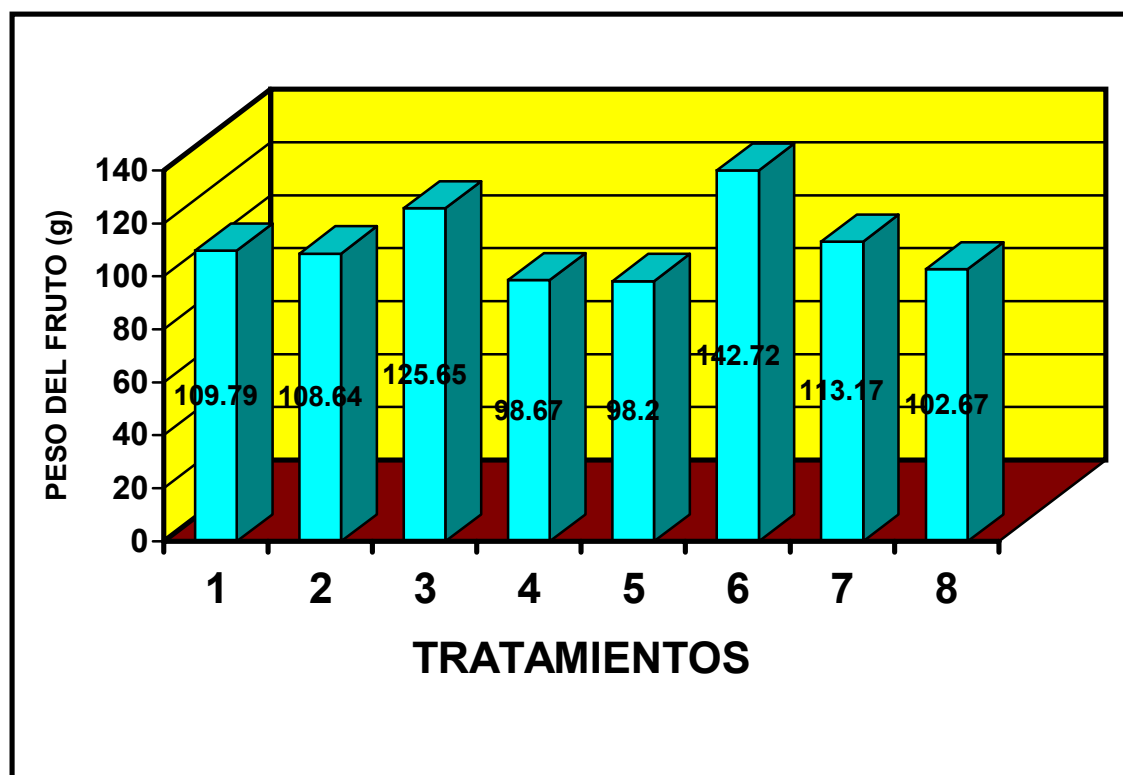


FIG. 4.2. EFECTO DEL REGULADOR CPPU SOBRE EL PESO DEL FRUTO DEL CV. Royal Gala, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

4.2. DIAMETRO POLAR Y DIAMETRO ECUATORIAL.

Para el caso del diámetro polar, el análisis de varianza muestran diferencia altamente significativa al 0.01 % entre tratamientos. Con un coeficiente de variación de 5.65 %. De acuerdo a los resultados se realizó la prueba de medias según DMS al 0.05 %, donde se observa la diferencia significativa entre los tratamientos (cuadro 4.3). En la figura 4.4 se representan las medias de los tratamientos, donde se puede observar que los tratamientos 6, 7, 1 (testigo) son los mejores con un diámetro polar de 5.75, 5.68, 5.54 cm, respectivamente; y por último el tratamiento 5 con diámetro de 5.11 cm. El tratamiento 8 (TDZ) no supero al testigo al igual que en la variable anterior, teniendo un diámetro de 5.18 cm.

Para el diámetro ecuatorial el análisis de varianza se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variación de 5.40 %. En la figura 4.5 se representan las medias de los tratamientos; donde numéricamente el tratamiento 6 y 7 superan al testigo, siendo los valores de 6.55 y 6.39 cm. Respectivamente; y para el testigo (1) un diámetro de 6.24 cm. Al igual que en las variables anteriores el TDZ no tiene ningún efecto.

Numéricamente el tratamiento 6 fue el mejor con un diámetro polar de 5.75 cm y un diámetro ecuatorial de 6.55 cm., siguiendo los tratamientos 7 y 1 (testigo). Superando al testigo en un 3.79 % para el diámetro polar y un 4.96 % para el diámetro ecuatorial. Si bien es claro que el tratamiento destacó en la variable anterior (peso del fruto), se puede decir que existe una relación entre el diámetro del fruto con el peso del fruto.

Aparentemente las concentraciones divididas en dos aplicaciones muestran tener un mejor efecto. El incremento en el diámetro tanto polar como ecuatorial, no es muy significativo, pero la prueba DMS es altamente significativo en el caso del diámetro polar lo que nos permita decir que esta prueba no es muy estricta y por lo tanto es menos confiable para emplearla en los trabajos de investigación.

De acuerdo a los resultados podemos decir que estas variables estan de alguna manera determinadas genéticamente y que con el uso de fitorreguladores quizás podamos alterarlas, pero va a depender del cv. Que se trabaje. Como lo menciona Letham (1968), que al tratar al manzano “Cox’s Orange Pinppin” con zeatina en concentración de 400 ppm, suprimio la elongación de frutos, aun cuando no se modifico significativamente su peso, llegando a concluir que la forma de la manzana

en el momento de la madurez, dependen quizás del equilibrio entre giberelinas y citocininas en los frutitos y que las variedades de manzana difieren en su respuesta hacia esos compuestos.

Sin embargo los trabajos realizados por (Greene 1993), donde reporta que al aplicar CPPU a dosis de 12.5 ppm en dos aplicaciones aumenta el tamaño del fruto en un 15 % en el cv, "Golden Delicious" y (Greene 1996), incrementa el diámetro final en un 25 % en el cv, "McIntosh" a 15 ppm en dos aplicaciones.

CUADRO 4.3. DIAMETRO POLAR DEL FRUTO CV. Royal Gala POR EFECTO DE LAS APLICACIONES DE CPPU, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

TRATAMIENTOS CONCENTRACION (ppm)	DIAMETRO POLAR (CM)	TRATAMIENTOS	DIAMETRO POLAR (CM)
1 (Testigo)	5.54	6	5.75 a
2 (100 CPPU)	5.15	7	5.68 a
3 (200 CPPU)	5.14	1	5.54 a
4 (400 CPPU)	5.14	8	5.18 b
5 (100 CPPU)	5.11	2	5.15 b
6 (200 CPPU)	5.75	3	5.14 b
7 (400 CPPU)	5.68	4	5.14 b
8 (15 TDZ)	5.18	5	5.11 b

Tratamientos con letras semejantes son estadísticamente iguales: (DMS 0.05 %).

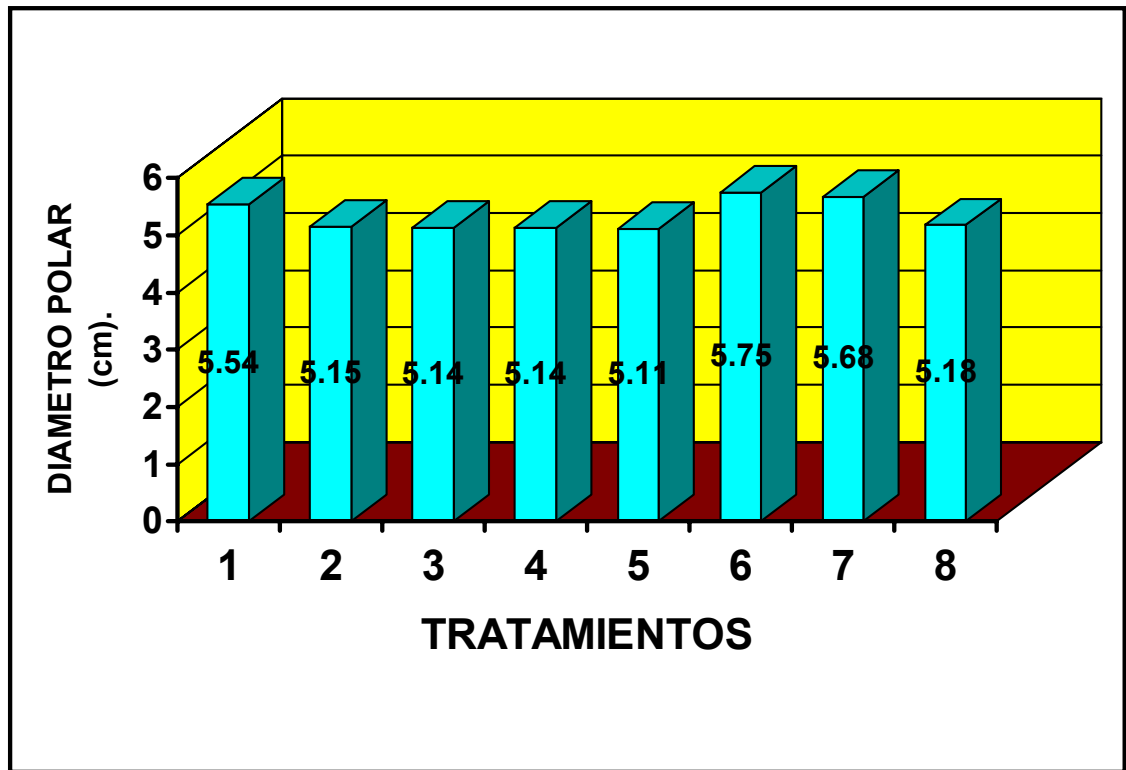


FIG. 4.4. EFECTO DEL REGULADOR CPPU SOBRE EL DIAMETRO POLAR DEL FRUTO DEL CV. Royal Gala, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

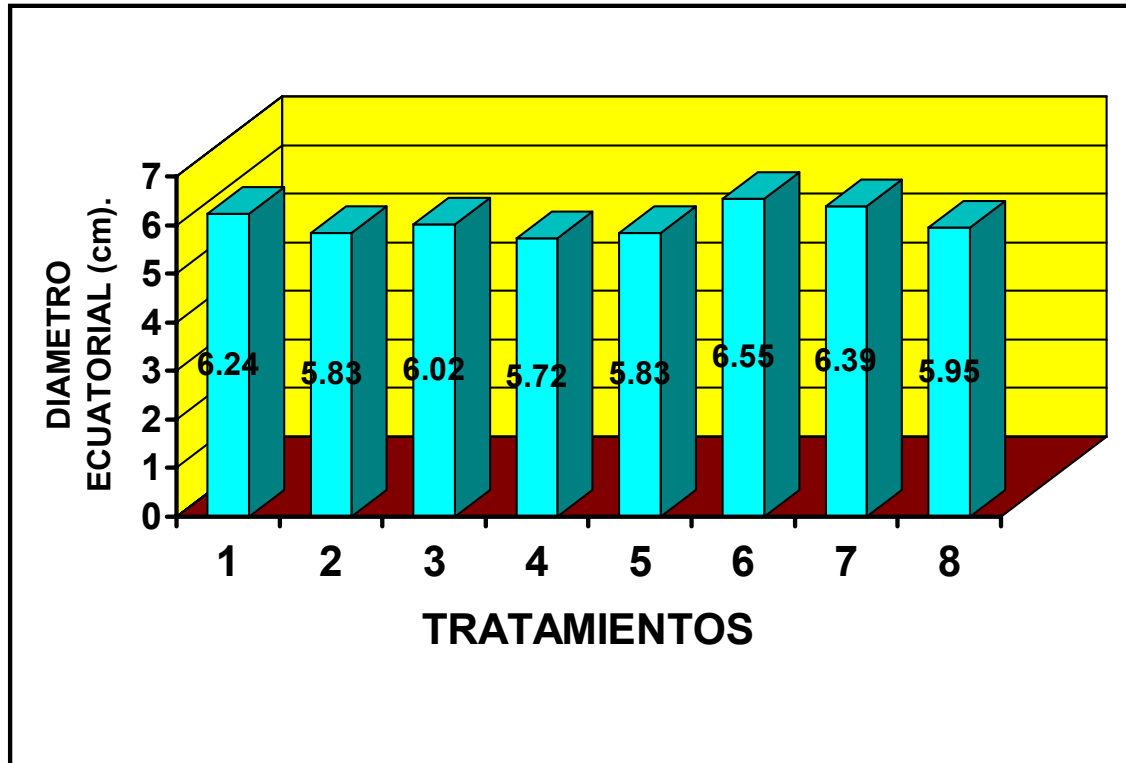


FIG. 4.5. EFECTO DEL REGULADOR CPPU SOBRE EL DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO DEL CV. Royal Gala, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

4.3. FIRMEZA DEL FRUTO.

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa al 0.01 % entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variación del 5.85 %. De acuerdo a los datos se realizó la prueba de rango múltiple DMS al 0.05 % (Cuadro 4.6). En la figura 4.7 se representan las medias de los tratamientos, destacando en primer nivel los tratamiento 5, 4 con 24.77 y 24.67 lb/pulg², respectivamente; y por último el tratamiento 1 (testigo) con 18.06 lb/pulg².

El incremento de la firmeza del fruto es muy significativo, dado que el tratamiento 5 supera al testigo en un 37.15 %, teniendo una diferencia de 6.71 lb/pulg².

De acuerdo a los resultados toda aplicación de citocininas tiene un efecto positivo sobre la firmeza del fruto, la cual es muy importante para tener una vida de anaquel durante más tiempo y resistir los golpes en la hora de la cosecha y post-cosecha.

Sin embargo estos resultados no concuerdan con los trabajos de (Greene 1993 y 1996), reporta que no hubo efecto sobre la firmeza del fruto al aplicar CPPU.

CUADRO 4.6. FIRMEZA DEL FRUTO CV. Royal Gala POR EFECTO DE LAS APLICACIONES DE CPPU, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

TRATAMIENTOS CONCENTRACION (ppm)	FIRMEZA DEL FRUTO (lb/pulg²)	TRATAMIENTOS	FIRMEZA DEL FRUTO (lb/pulg²)
1 (Testigo)	18.06	5	24.77 a
2 (100 CPPU)	23.50	4	24.67 a
3 (200 CPPU)	21.9	2	23.50 ab
4 (400 CPPU)	24.67	7	22.95 bc
5 (100 CPPU)	24.77	3	21.9 cd
6 (200 CPPU)	20.99	8	21.67 cd
7 (400 CPPU)	22.95	6	20.99 d
8 (15 TDZ)	21.67	1	18.06 e

Tratamientos con letras semejantes son estadísticamente iguales:
(DMS 0.05 %).

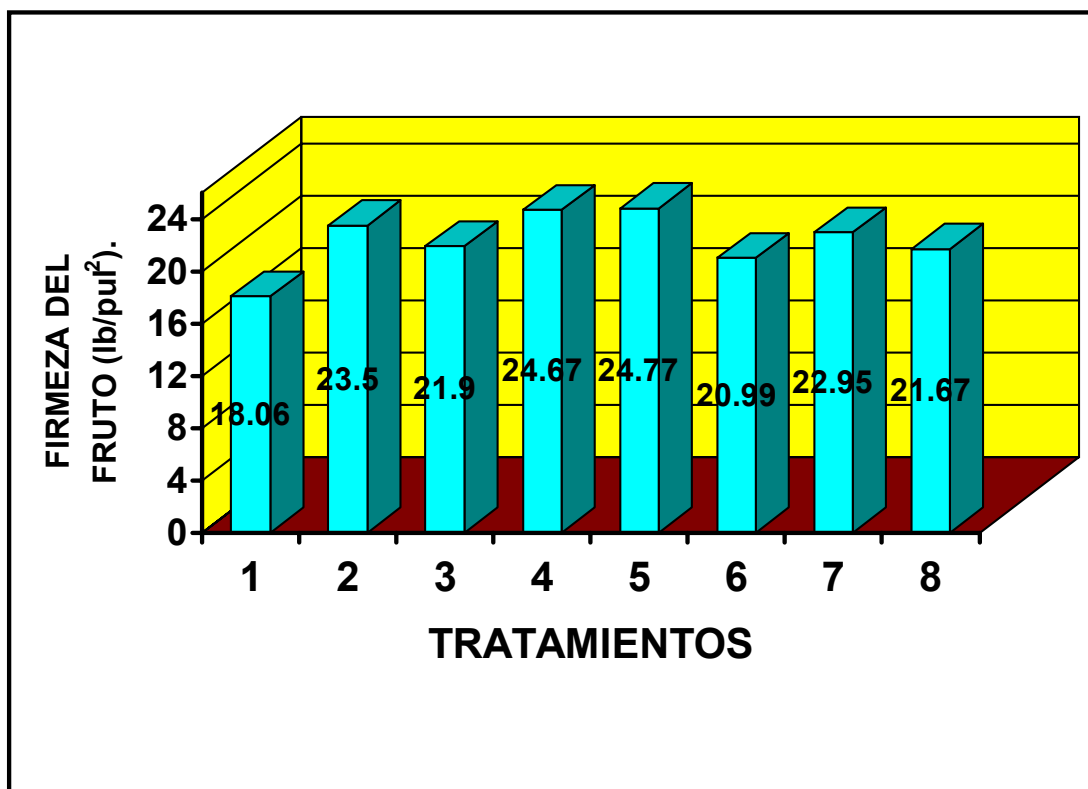


FIG. 4.7. EFECTO DEL REGULADOR CPPU SOBRE LA FIRMEZA DEL FRUTO DEL CV. Royal Gala, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

4.4. SOLIDOS SOLUBLES

Para esta variable los resultados del análisis de varianza se encontró que no existe diferencia significativa entre tratamientos, con un coeficiente

de variación del 3.69 %. Por lo que no se realizó la prueba de medias. Más sin embargo en la figura 4.8 se representan las medias de los tratamientos.

En base a los resultados, podemos pensar que no hubo ningún efecto porque las citocininas son retardadoras de la senescencia, dado que se pudo observar que los frutos tratados mostraban un color más pobre que los no tratados, lo que nos puede permitir retener por más tiempo la fruta en el árbol.

Estos resultados se pueden corroborar con los trabajos de Greene (1993 y 1996), donde menciona que no hubo efecto sobre esta variable.

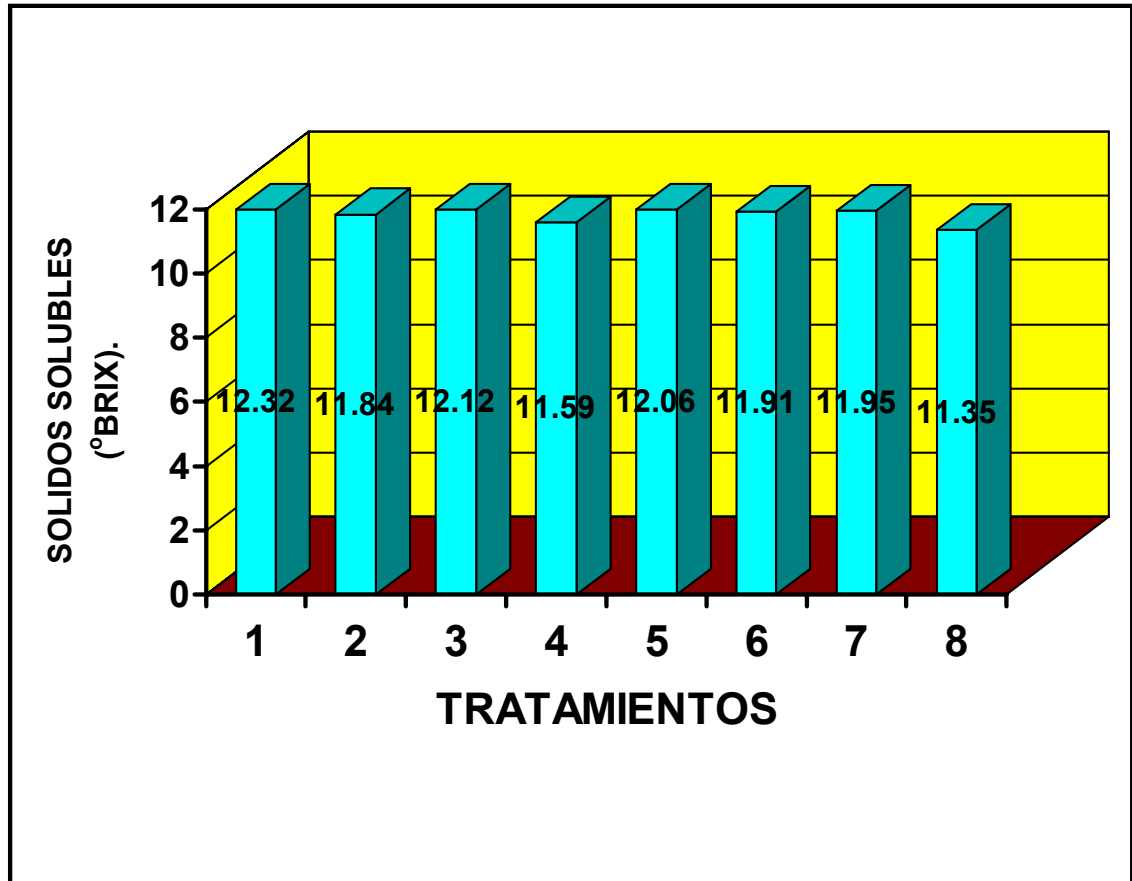


FIG. 4.8. EFECTO DEL REGULADOR CPPU SOBRE LOS SOLIDOS SOLUBLES DEL FRUTO DEL CV. Royal Gala, EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAH. 1997.

V.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizo este trabajo de investigación se establecen las siguientes conclusiones.

1.- El fitorregulador hormonal CPPU si tiene un efecto positivo sobre las variables peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial y presión de turgencia, no teniendo efecto en los sólidos solubles del fruto.

2.- El mejor tratamiento es el 6 que contiene 200 ppm en dos aplicaciones (en completa floración 100 ppm y a los 8 días otras 100 ppm), afectando positivamente el peso del fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial.

3.- CPPU finalmente aumento en un 30 % el peso del fruto, 3.79 % el diámetro polar, 4.95 % el diámetro ecuatorial y un 37.15 % la firmeza del fruto.

4.- La fecha optima de aplicación del regulador hormonal CPPU, es en plena floración.

SUGERENCIAS

En experimentos futuros se puede recomendar evaluar fuentes de citocininas y giberelinas juntas, para así tener un trabajo más completo y evaluar las variables como amarre de fruto, retorno a floración y rendimiento, dado que este último no se evaluó debido a que se presento una helada en completa floración, lo que repercutió en el número de frutos

por árbol, además de que en ese estadio se tenían problemas fuertes con *Cenicilla polvorienta* y realizaban aplicaciones de fungicidas pudiendo así perjudicar el amarre de frutos.

VI.- BIBLIOGRAFIA

Bidwell R. S. 1979. Fisiología Vegetal. AGT Editorial, México, D.F.

Bruce, M. I., J.A. Zwar and N. P. Kefford 1995. Chemical structure and plant Kinin activity. The activity of urea and thiourea derivatives. Life Sci. 4: 461 - 466.

Calderón , A. M. 1977. Fruticultura general. ECA México.

Cautanceau, M. 1971. Fruticultura. 2ª. Edición Folleto; Seminario de la Maestría en Parasitología Agrícola. ITESM – Monterrey, N.L.

Cepeda, S. M. 1978. El cultivo del Manzano. Folleto; seminario de la Maestría en Parasitología Agrícola, ITESM - Monterrey, N.L.

Emanoil Karanov, Lyubomir Iliev, Gorgit. S. Georgier, Tsolura, Vera Alexieva, and Irina Puneva 1992. Physiology and Aplication of Phenylurea Cytikinins.

Fosket, D. E. 1977. The regulation of the plant cell cycle by cytokinin. T. L. Rost and E. M. Gifford, JR (eds). Mechanisms and control of cell division. Doqden, Hutchinson and Ross, Stroudsbury.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. México.

Greene, 1989. CPPU influences "McIntosh" apple crop load and fruit characteristics. HortScience. 24:94-96.

González B. R. J. 1986. Efecto de Biorreguladores y polinización en manzano cv. Red Delicious. Tesis. UAAAN. Saltillo, Coahuila.

Horgan, R. 1984. Cytokinin. Pages 53-75 in M. B. Wilkins (ed), Advanced plant Physiology. Ptman, London.

Letham, D. S. 1974. Regulators of cell division in plant tissues. XX. The cytokinins of coconut milk. Physiologi plantarum. 32:66-70.

Martín, G. C. 1970. Apple shape changin possible with cytokinin and giberellin sprays. Calif. Agr. 24:74.

Reyes, L. A. et-al. 1979. Uso de un sistema de enfriamiento por evaporación del Manzano, en la sierra de Arteaga, Saltillo Coah.

Rojas, G. V. 1995. Manual de Herbicidas y Fitorreguladores y productos Agrícolas. Tercera edición, México.

Rojas, G. M. Y Ramírez, R. H. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. 1ra. Edición. Ed. Limusa, México.

Salisbury, F. B. 1994. Fisiología Vegetal. Ed. Iberoamericana. S.A. de C.V.

Shatz, E. M. And F. C. Steward. 1955. The identification of compound a from coconut mikas 1,3-diphenylurea. J. Amer. Chem. Soc. 17:6351.

Stebbins, R. L. 1987. A new Early-Maturing apple variety Gala PNW 319.

Skane, K. G. M. 1975. Cytokinin production by roots as a factor in the control of plant growth. Pages 365-396 in J. G. Torrey and D. T. (eds).

Tamaro, D. 1981. Fruticultura. Editorial Gustavo gil, S.A. España pp 939.

Thomas – Domerech. 1975. Atlas de Botánica. Joves. Barcelona, España.

Van Nieuwkerk J. P., Richard H. Zimmerman, and Ingrid Fordhman, 1986. Thidiazuron Stimulation of apple shoot Proliferation in vitro, HortScience, V. 21 (3), pag. 516 –518.

Vázquez, R. F.J. 1990. Efecto de cuatro reguladores de crecimiento sobre el desarrollo de Plantas de Chile y Tomate. Tesis. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
Weaver, R. J. 1989. Reguladores de crecimiento de las Plantas en la Agricultura. 6ª. Reimpresión. Ed. Trillas, México.

Williams, M. W. And E. A. Stahly. 1969. Effect of cytokinins and giberellin on shope of Delicious apple fruits. J. Amer. Soc. hortSci. 94:17-19.

Wilson, O. Y W. Loomis, 1968. Botánica. Tercera Ed. UTEHA, México.

VI.- APENDICE

6.1. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DEL FRUTO.

FV	GL	SC	CM	Fc	P>F	Ft 0.05 0.01
Trat.	7	9621.5625	1374.5089	4.2107 **	0.002	2.25 3.12
Error	40	13057.375	326.4343			
Total	47	22678.9375				

CV = 16.07 %

** Altamente significativo.

6.2. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO POLAR.

FV	GL	SC	CM	Fc	P>F	Ft 0.05 0.01
Trat.	7	3.132202	0.447457	4.9040 **	0.001	2.25 3.22
Error	40	3.64599	0.091150			
Total	47	6.77819				

CV = 15.45 %

** Altamente significativo.

6.3. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO ECUATORIAL.

FV	GL	SC	CM	Fc	P>F	Ft 0.05 0.01
Trat.	7	0.007042	0.001006	1.0165 NS	0.435	2.25 3.22
Error	40	0.039585	0.000990			
Total	47	0.046627				

CV = 5.40 %

NS No significativo.

6.4. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA FIRMEZA DEL FRUTO.

FV	GL	SC	CM	Fc	P>F	Ft 0.05 0.01
Trat.	7	41.819336	5.974191	17.0045 **	0.000	2.25 3.12
Error	40	14.053223	0.351331			
Total	47	55.872559				

CV = 5.85 %

** Altamente significativo.

6.5. ANALISIS DE VARIANZA PARA SOLIDOS SOLUBLES.

FV	GL	SC	CM	Fc	P>F	Ft 0.05 0.01
Trat.	7	2.694336	0.384905	1.9676 NS	0.085	2.25 3.12
Error	40	7.848633	0.196216			
Total	47	10.542969				

CV = 3.39 %

NS No significativo.