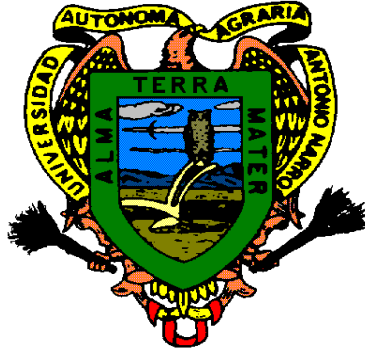


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA



**Efecto de las Giberelinas (GA_{4+7}) para el Control del Paño en
Manzanas cv Golden Delicious (*Malus x doméstica* Borkh.), en la
Región de Arteaga, Coahuila.**

POR:

RENE HERNANDEZ MARTINEZ

TESIS

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA

**Efecto de las Giberelinas (GA_{4+7}) para el Control del Paño en
Manzanas cv Golden Delicious (*Malus x doméstica* Borkh.), en la
Región de Arteaga, Coahuila.**

TESIS

PRESENTADA POR:

RENE HERNANDEZ MARTINEZ

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

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

PRESIDENTE

DR. ALFONSO REYES LOPEZ

Sinodal

Sinodal

M.C. LEOBARDO BAÑUELOS HERRERA

ING. EVANGELINA RODRIGUEZ SOLIS

Sinodal

ING. JUVENTINO PELCASTRE RIVERA

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo de 1999.**

AGRADECIMIENTOS

A mi Querida *Alma Terra Mater* con mucho cariño y respeto por mantenerme en su seno durante todo el tiempo de mi formación profesional y haber logrado uno de mis mayores propósitos en mi vida.

A mi asesor principal *Dr. Alfonso Reyes López* por la revisión, aportación y sugerencias que me dió para la buena presentación de este trabajo.

Un agradecimiento especial al *Ing. Juventino Pelcastre Rivera* y a su esposa la *Ing. Evangelina Rodríguez Solís* por fungir como miembros del H. Consejo Examinador y concederme parte de su valioso tiempo en el asesoramiento y supervisión del presente trabajo; así como por su incondicional amistad brindada tanto dentro como fuera de la Universidad.

A sus hijos *Erika, Toñita y Juventino* por la linda amistad que nos unió, nos une y nos seguirá uniendo para recordar y revivir todos aquéllos momentos que pasamos juntos.

Al *M.C. Leobardo Bañuelos H.* por fungir como sinodal en la presentación del presente trabajo de investigación

Agradezco también al *Dr. Roberto Huereca Farías* propietario de la huerta “El Alto” por las facilidades y atenciones prestadas para la realización y obtención de los datos del trabajo de campo.

A mis amigos de siempre *Ing. Luis Antonio Colli* e *Ing. José Alberto H. Oviedo* por brindarme su humilde y amigable amistad, ofreciéndome siempre desinteresadamente su ayuda para la realización del experimento de campo.

A *Mary, Chano, Almita, Saúl, Lety, Ramón, Ely, Remy y Toñito* por sus amables atenciones y esos ratos alegres de convivencia familiar durante mi estancia como estudiante en la Narro.

Respetuosamente agradezco a *Doña Tina* por su amistad, regaños, comprensión y buenos consejos, pero sobre todo por haber estado conmigo en los momentos cuando más la necesité.

A las familias *Márquez Tovar, Galindo Cepeda* y *Alcalá de la Peña* que sin pedir nada a cambio me ofrecieron su linda amistad, cariño, respeto y confianza durante mi formación profesional.

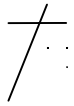
A los 16 de la sección única de Horticultura, **Pilar A., José A., Alfredo, Noé, Sergio I., Miguel A., Onésimo, Salomón, Laurencio, Juan F., Miguel A., Mario E., César, Froylán, Eduardo** de la *Generación LXXXV*.

DEDICATORIAS

Con Fé...

A **Dios Padre** y la **Virgen de Guadalupe** por haberme concedido la existencia, haber iluminado el camino correcto de la verdad, haber engrandecido mi energía interior con vida y salud, por darme la capacidad de esquivar los obstáculos encontrados en el camino para llegar a la meta final de mis estudios; y lo que hasta hoy he aprendido será una ofrenda en su bondad.

A la memoria de mi Padre :

Julián 

Con amor y cariño...

A mi madre :

María Magdalena

Con quien estoy eternamente agradecido por haberme traído al mundo, por sus oraciones que en todo momento me acompañaron, alentándome siempre sin importar el cansancio o dolor alguno, por darme la libertad y confianza de tomar mis propias decisiones, comprender y entender mis sueños anhelados. Gracias madre.

Con paz y bendiciones...

A mis hermanos :

Angela
Maximiliano
Amador
Catarino
Andrés
Aquilino
Blas

A la memoria de mi hermana :

Josefina 

Por los lazos de hermandad que nos unen, el apoyo que siempre me han brindado, por demostrarme que no existe lo imposible heredándome su ejemplo de seguir adelante. A ustedes les debo mis logros, que con sus esfuerzos, sacrificios y desvelos, ven ahora culminado uno de sus más grandes anhelos. ***En especial a ti Max.***

Cariñosamente...

A mis sobrinos :

Citlali

Sandy

Omar

Magdalena

José Carlos

María del Carmen

María Ixel

Porque con su ternura e ingenuidad fortalecieron mi fé recordándome la humildad y sencillez de una persona, que con sus juegos y risas angelicales me han demostrado que nunca se debe dejar la parte que se tiene de niño.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
I.- INTRODUCCIÓN	1
Justificación del Trabajo Experimental	3
Objetivo	4
Hipótesis	4
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Origen de la Manzana	5
2.2 Aspectos Pomológicos	6
2.2.1 Descripción Botánica	6
2.2.1.1 El Arbol	6
2.2.1.2 La Raíz	6
2.2.1.3 El Tallo	7
2.2.1.4 La Hoja	7
2.2.1.5 La Flor	8
2.2.1.6 El Fruto	9
2.2.1.7 La Semilla	9
2.3. Clasificación Taxonómica	10

2.4. Fenología del Manzano	10
2.5. Factores Climáticos y Edáficos del Frutal	11
2.5.1. Clima	11
2.5.2. Suelo	12
2.6. Desarrollo y Crecimiento del Fruto	13
2.7. Períodos de Desarrollo de los Frutos de Pepita	14
2.7.1. División Celular	14
2.7.2. Elongación Celular	15
2.7.3. Maduración	15
2.7.4. Senescencia	17
2.8. Factores Endógenos que Afectan el Crecimiento del Fruto ..	17
2.8.1. Número de Células por Fruto	17
2.8.2. Proporción Hoja-Fruto	17
2.8.3. Abastecimiento de Reservas	18
2.8.4. Época de Maduración de la Cosecha	18
2.8.5. Formación de Semillas y Distribución	18
2.9. Composición Nutricional del Fruto	19
2.10. Hormonas Naturales y Reguladores Sintéticos de Crecimiento	20
2.10.1. Auxinas	20
2.10.1.1. Aspectos Históricos	21
2.10.1.2. Efectos Biológicos	21
2.10.2. Giberelinas	22
2.10.2.1. Aspectos Históricos	22
2.10.2.2. Efectos Biológicos	24

2.10.3. Citocininas	25
2.10.3.1. Aspectos Históricos	25
2.10.3.2. Efectos Biológicos	26
2.10.4. Ácido Abscísico	27
2.10.4.1. Aspectos Históricos	27
2.10.4.2. Efectos Biológicos	29
2.11. Descripción del Producto	29
2.11.1. Provee	29
2.12. Descripción del Paño de la Fruta	30
III.- MATERIALES Y METODOS	37
3.1. Ubicación del Área Experimental	37
3.2. Material Vegetal	38
3.3. Material Químico	38
3.4. Material de Campo	39
3.5. Material de Laboratorio	39
3.6. Metodología de Aplicación de los Tratamientos	40
3.7. Diseño Experimental	41
3.8. Parámetros Evaluados	41
3.9. Forma de Evaluación de los Parámetros	41
3.9.1. Paño o Russeting	42
3.9.2. Firmeza	42
3.9.3. Grados Brix	42
3.9.4. Diámetro	43

3.9.5. Longitud	43
3.9.6. Forma	43
3.9.7. Rendimiento	44
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1 Resultados del Efecto de la Aplicación de GA4+7 (Provide)	
en Manzanas Golden Delicious	45
4.1.2 Efecto del Provide en el Número de Frutos	45
4.1.3 Peso de los Frutos	46
4.1.4 Grados Brix	48
4.1.5 Firmeza	49
4.1.6 Forma del Fruto	50
4.1.7 Daño Basal	51
4.1.8 Daño Medio	52
4.1.9 Daño Apical	53
4.1.10 Rendimiento en el Número de Frutos	55
4.1.11 Rendimiento en el Peso de los Frutos	56
V.- CONCLUSIONES	58
VI.- LITERATURA CITADA	60
VII.- APENDICE	68

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
3.1 Descripción de los tratamientos aplicados con GA ₄₊₇ , dosis y fechas en San Antonio de las Alazanas, Arteaga , Coah.1997.	38
A.1 Análisis de Varianza practicado sobre el Número de Frutos.	69
A.2 Análisis de Varianza practicado sobre el Peso de los Frutos.	69
A.3 Análisis de Varianza practicado sobre los Grados Brix.	69
A.4 Análisis de Varianza practicado sobre la Firmeza.	69
A.5 Análisis de Varianza practicado sobre la Forma de los Frutos.	70
A.6 Análisis de Varianza practicado sobre el Daño Basal.	70
A.7 Análisis de Varianza practicado sobre el Daño Medio.	70
A.8 Análisis de Varianza practicado sobre el Daño Apical	70

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
4.1 Medias obtenidas en la variable Número de Frutos en Manzanas Golden Delicious, Arteaga, Coah. 1997.	46
4.2 Medias obtenidas en el Peso de los Frutos en Manzanas Golden Delicious, Arteaga, Coah. 1997.	47
4.3 Medias resultantes en los Grados Brix en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997. . . .	48
4.4 Medias obtenidas en la Firmeza en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.	50
4.5 Medias resultantes en la variable Forma, en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997. . . .	51
4.6 Medias obtenidas en el Daño Basal en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.	52
4.7 Medias obtenidas en el Daño Medio en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.	53
4.8 Efecto producido en el Daño Apical en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.	54
4.9 Medias resultantes en el Rendimiento del número de Frutos en Manzanas Golden Delicious, Arteaga, Coah. 1997.	56
4.10 Medias obtenidas en el Rendimiento del Peso de los Frutos en Manzanas Golden Delicious, Arteaga, Coah. 1997.	57

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en la huerta "El Alto" en la localidad de San Antonio de las Alazanas, Municipio de Arteaga, ubicada al sureste del estado de Coahuila, ocupando una superficie de 12, 300 ha a una altitud de 2600 m.s.n.m. Esta superficie se ve incrementada continuamente dada la gran producción anual existente ahí al abrir nuevas tierras para cultivo frutícola, principalmente la manzana con fines productivos. El objetivo principal de este trabajo consistió en la evaluación del efecto de la aplicación del Provide (GA4+7) a una concentración del 2% en manzana (*Malus x doméstica* Borkh.) cv Golden Delicious para el control del daño de paño o russetting. Las aspersiones realizadas se llevaron a cabo en forma manual aplicando directamente a las flores de los árboles de manzano dejando a punto de goteo cuando se tenía más o menos un 80% en el cuajado del fruto aplicando el producto en cuatro fechas diferentes a dosis de 0, 5, 10, 15 y 20 cc equivalentes a 0, 10, 20, 30 y 40 ppm disolviendo cada una en agua en una bomba manual de mochila con capacidad de 20 litros de agua. Posteriormente a las aplicaciones, se tomaron los datos de campo, se evaluaron los parámetros en el laboratorio y se llevaron a cabo los análisis estadísticos correspondientes para cada una de ellas, llegando a concluir que las giberelinas (GA4+7) redujeron marcadamente el por ciento de daño de paño en las tres partes evaluadas del fruto (basal, medio y apical), incrementando el número y peso de los frutos a medida que se fueron incrementando las dosis; asimismo no afectó

los parámetros °Brix y firmeza, apreciando los mejores resultados en el tratamiento 4 quien recibió la mayor parte del producto en cuatro fechas de aplicación; en lo que respecta al rendimiento, número y peso de los frutos pudimos obtener con el uso del Provide resultados muy satisfactorios tanto para nosotros como para los productores de manzana. Cabe mencionar también que este regulador de crecimiento no presenta efectos negativos siempre y cuando su uso se haga con el manejo indicado por los laboratorios Abbott.

INTRODUCCION

El manzano (*Malus x doméstica* Borkh .), es considerado como el primer árbol frutal entre los templados del cual habla la historia, y su cultivo se remota a tiempos muy antiguos ya que en Grecia se conocían varios cultivares hacia el año 325 A.C., lo que demuestra que su propagación se inició mucho antes, al igual que en Europa Central. El centro de origen del género *Malus* spp es probable que sea del Oeste de Asia, al noreste de los Montes de Himalaya, donde se localizan grandes bosques de manzanas silvestres. Al continente Americano lo introdujeron e iniciaron su cultivo los europeos después de la conquista y colonización (Real, 1982).

Wallace, (1966), menciona que la producción comercial de manzanas a nivel mundial es importante en virtud del volumen de la mano de obra que ocupa en cuanto a su manejo, al igual que los ingresos que de él se obtienen debido a que gran parte de la fruta producida es destinada a la exportación e industrialización. Actualmente dentro de la modernización de la fruticultura, se están empleando sistemas extensivos en los cuales los árboles están espaciados ampliamente y también se tienen a los sistemas intensivos en los cuales es necesario tener árboles pequeños que fructifiquen en forma abundante en sus primeros años de vida con un crecimiento vegetativo limitado (Mendel, 1979).

En diferentes regiones con climas templados de La República Mexicana, se encuentran establecidas aproximadamente 70,000 ha de manzano de las cuales 12,300 ha se localizan en la porción sureste del Estado de Coahuila (Sierra de Arteaga), superado únicamente en producción por Chihuahua y Durango, seguidos por Puebla; en menor escala se encuentran Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo, Estado de México, Chiapas y Veracruz.

La región de la Sierra de Arteaga es el principal productor de manzanas contando aproximadamente con 2,500,000 árboles en producción, 1,250,000 árboles en desarrollo y anualmente se establecen alrededor de 100, 000 árboles de manzano (Rodríguez, 1998).

La primer variedad que se implantó en nuestro país fue la Blanca de Asturias, en el estado de Puebla, de donde posteriormente se llevó al sureste del estado de Coahuila por los indios tlaxcaltecas; en la Sierra de Arteaga se inicia su cultivo comercial en el año de 1913 y data de 1980 (Cepeda *et al.*, 1988). Las variedades más cultivadas en esta región son: Golden Delicious, Doble Red Delicious, Rome Beauty y otras que se cultivan en menor escala son: Jonathan, Starking, Rosa Española (Ramírez y Cepeda, 1993).

Viendo la situación actual del mercado, el productor puede confiar de que se tiene más ventaja en no vender toda su fruta en el período de cosecha y siempre tener en cuenta que sólo las manzanas de buen tamaño para el mercado justifican el gasto de su almacenamiento. Toda la fruta de grado

inferior debe ser vendida por las vías ordinarias o destinada a la industrialización en lugar de almacenarla sobre todo en estos momentos en que nuestra agricultura actual tiene que ser capaz de enfrentar la entrada de productos extranjeros a nuestro mercado nacional, esto como uno de los resultados actuales y futuros que moderan la economía nacional (Rodríguez, 1998).

Justificación del Trabajo Experimental

Se ha elegido ésta región para la realización del presente trabajo experimental, por dos razones muy importantes: la primera de ellas es que el cultivo del manzano es una fuente muy importante de empleos e ingresos en el campo mexicano y representa el soporte de la industria manzanera en la región de la Sierra de Arteaga, Coahuila, al norte de México; la segunda razón es porque la manzana cv. Golden Delicious presenta fuertes daños, en todas aquellas regiones productoras de esta variedad, ocasionadas, por fenómenos meteorológicos. Uno de los principales problemas que presenta esta variedad, es la susceptibilidad al daño conocido como paño del fruto o russeting, el cual se presenta en la piel del mismo; a consecuencia de esto, las frutas pierden su valor a simple vista quedando depreciadas en relación a las sanas y además resultan no aptas para su conservación. Este desorden fisiológico parece ser ocasionado particularmente por el medio ambiente húmedo, seguido de temperaturas altas por el día y bajas por la madrugada.

Al respecto los productores necesitan una orientación o asesoría técnica de los posibles niveles de rentabilidad de las líneas de producción; con el objeto de disponer de información actualizada que permita predecir si existen nuevas tecnologías para el control del daño del paño y evite la desigualdad de la división celular de la cutícula de la epidermis del fruto. Una solución a este problema, es mediante el uso de la aplicación de fitorreguladores.

Con esto los productores podrán tomar decisiones más oportunas y acertadas para evitar malas inversiones o la pérdida de cosechas completas, lo cual no es permisible en un medio ambiente exigente que demanda producir más con menos recursos, con precios y calidad competitivos.

Tomando en consideración lo mencionado anteriormente, se plantea el siguiente :

Objetivo

Evaluar el efecto de la aplicación del Provide (Giberelinas 4 y 7) en el cultivo del manzano cv. Golden Delicious para reducir el daño del paño o russetting.

Hipótesis

La aplicación de las Giberelinas reducirá el daño de paño o russetting, aumentará el contenido de los sólidos solubles y se tendrá una mayor consistencia en los frutos.

REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen de la Manzana

El cultivo del manzano se considera oriundo de las regiones templadas de Europa y de las regiones del Cáucaso, del este de Georgia y de Asia central (Tamaro,1974).

Ramírez y Cepeda, (1993) mencionan que el manzano, como fruta “moderna”, se originó en el suroeste de Asia, donde una mezcla de especies nativas *Malus* pudieron dar un fruto de tamaño y calidad atractiva para el hombre. Los primeros pasos en la proliferación de este frutal pudieron iniciarse en el Medio Este o suroeste de Europa con la tecnología utilizada por griegos y romanos.

El cultivar Golden Delicious, es otro segregante sobresaliente que se descubrió en el oeste de Virginia y se introdujo en 1916, siendo un cultivar ampliamente establecido debido a que parece adaptarse a muchas condiciones ambientales. Los árboles de Golden Delicious tienden a amarrar demasiado fuerte el fruto y por lo tanto requieren más raleo que otros cultivares. Pero tienen el defecto de arrugarse al estar almacenados debido a que su cutícula es muy delgada (Ryugo, 1993).

Este frutal fue traído por primera vez a América, a principios de 1600, por pobladores europeos. Su expansión por otros lugares de este continente se realizó por los desplazamientos de los europeos o por sus descendientes donde la propagación de esta especie durante esas épocas fue por semilla dada su facilidad de transporte. En muchos de los valles montañosos de México se puede cultivar el manzano que produce frutas muy ornamentales y de agradable sabor y fragancia (Requejo, 1974). La manzana es la más popular y difundida de las frutas por su facilidad de adaptación a diferentes tipos de climas y suelos, por su valor alimenticio, terapéutico, por la calidad y diversidad de productos que se obtienen en la industria transformadora (Alvarez, 1988).

2.2 Aspectos Pomológicos

2.2.1 Descripción Botánica

2.2.1.1 El Arbol

Se reporta que el manzano es un árbol de tercera dimensión, ya que su altura oscila entre 6 a 10 m, cuyas raíces con magnitudes de 3 a 8 m; su tronco generalmente es tortuoso, tiene ramas gruesas, copa ancha y poco regular (Ramírez y Cepeda, 1993).

2.2.1.2 La Raíz

La raíz del manzano es típica, rastrera, ramificada, con derivaciones secundarias extendidas, una masa de raicillas que en conjunto forman la cabellera, poseen cofia y pelos absorbentes que alcanzan una longitud vertical

de 1.5 a 2.0 m y horizontal de 3.0 a 6.0 m (Informe Agropecuario y Forestal 1978-1981).

Las principales funciones de la raíz son: la alimentación que es por donde los árboles absorben del suelo una parte de los elementos que le son necesarios, a través de los pelos absorbentes. Las raíces almacenan en su tejido, sustancias de reserva procedentes de la savia elaborada que serán necesarias para el primer desarrollo primaveral, la respiración de las raíces aunque débil, es importante porque todo factor que lo impida actúa en perjuicio del árbol, el anclaje es considerado fisiológicamente como secundario e importante por la resistencia que le proporciona al árbol contra las corrientes del viento (Ramírez y Hood, 1981).

2.2.1.3 El Tallo

Es un órgano que se desarrolla a partir del embrión de la semilla; al principio es herbáceo y efectúa cierta acción fotosintética que posteriormente se pierde al hacerse leñoso y constituirse en el tronco definitivo, presentando una corteza cubierta de lenticelas lisas, unida de color ceniciento verdoso sobre las ramas, escamoso y gris pardo sobre las partes viejas del árbol. La altura de tallo es variable, alcanzando a medir de 2.5 a 6.0 m (Countanceau, 1971).

2.2.1.4 La Hoja

Son caducas, alternas, acuminadas, terminando en una punta corta, aserrada con dientes obtusos, que son de un color verde oscuro por el haz,

leñoso y blanquecino por el envés siendo lo doble de largo que el pecíolo, de cuatro a ocho nervios alternados bien desarrollados (Tamaro,1974).

Las hojas son solitarias, ovales y aserradas cuya fineza y forma son características de la variedad (Mendoza,1965). Están formadas por el pecíolo y el limbo presentando en su base un pequeño órgano llamado estípula, de color verde (Countanceau, 1971).

2.2.1.5 La Flor

Countanceau, (1971) describe que las flores son del tipo pentámero, insertándose los estambres en la parte alta del pistilo; el ovario presenta cinco alveólos, albergando dos óvulos en cada uno de ellos. Las flores del manzano son grandes, casi dentadas o cortamente pedunculadas; abren unos días antes que las hojas, son hermafroditas de color rosa pálido y a veces blancas en número de tres a seis unidades en corimbo (Tamaro, 1974).

Las yemas florales se forman lateral o terminalmente sus flores tienen características especiales respecto a su fertilización ya que, la distribución y vida del polen que producen es diferente, según la variedad de que se trate (Mendoza, 1965).

Boulay, (1965) dice que un árbol contiene alrededor de 100,000 flores, pero que sólo bastará con que del 2 al 4% de las flores lleguen a un buen término para que la fructificación sea suficiente y se logre una buena

producción. Kramer; citado por Hernández,(1982), indica que si este porcentaje es del 4 al 5% la producción será buena.

2.2.1.6 El Fruto

El fruto del manzano pertenece al tipo pomo cuenta con cinco alvéolos; el endocarpio es cartilaginoso y en cada alvéolo están las semillas; el pedúnculo del fruto es de longitud variable; el cáliz es persistente y forma el ojo colocado en una depresión más o menos regular y profunda; la forma del fruto depende de la variedad, aunque es generalmente esférica (Ramírez y Cepeda, 1993). El fruto tiene un pericarpio (pared madura del ovario), diferenciado por exocarpio, los que son carnosos (Wilson y Loomis,1969).

2.2.1.7 La Semilla

Según Ruíz, (1979) es un óvulo que al alcanzar su maduración está constituido por tegumentos o cubiertas que le envuelven y otra interna llamada almendra, que forma la mayor parte de la semilla; los tegumentos se encuentran formados por la testa y el tegumento. En el embrión se encuentra la radícula, el talluelo, dos cotiledones que envuelven a la plúmula; estos cotiledones son utilizados como reserva nutritiva. Calderón; citado por (Cepeda *et al.*,1988).

2.3 Clasificación Taxonómica

Sinnot y Wilson, (1975) ubican al manzano de la siguiente manera :

Reino	Vegetal
División	Traqueofitas
Subdivisión	Pteropsidas
Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	Malus
Especie	doméstica

Escobar (1981), cita que la especie doméstica B., es considerada como un subgénero del género *Malus* y que muchos autores definen al manzano con el nombre científico *Malus x doméstica* Borkh.

2.4 Fenología del Manzano

(Countanceau; Cepeda y Hernández; citados por Cepeda *et al.*, 1988), reportan que el ciclo vegetativo anual del frutal empieza con la caída de las hojas a mediados de octubre hasta el 15 de noviembre; momento en el cual comienza el reposo invernal del árbol el cual se prolonga hasta el mes de febrero siguiendo después el desborre en el mes de marzo, cuando se

manifiesta la renovación de la actividad vegetativa; que se presenta a principios del mes de abril continuando la floración y aparición de las primeras hojas junto con el cuajado o amarre del fruto a finales del mismo mes. Posteriormente de mayo a septiembre, empieza el período de máxima vegetación en el cual tiene lugar el desarrollo de las hojas y frutos, así como la acumulación de reservas nutritivas para el próximo ciclo; la cosecha, se inicia a finales de agosto alargándose en algunas regiones hasta finales de septiembre, para que luego se prepare el árbol para la caída de las hojas.

2.5 Factores Climáticos y Edáficos del Frutal

Cualquier árbol frutal para dar altos rendimientos de cantidad y calidad, precisa de condiciones climáticas y edáficas adecuadas; sólo cuando éstas se cumplen se puede garantizar un rendimiento máximo, en especial cada variedad tiene sus propias exigencias de desarrollo.

2.5.1 Clima

La temperatura umbral del manzano se estima en 9°C, es uno de los frutales más exigentes en frío y para romper su período de reposo por lo general son de novecientas a mil horas en el invierno, abajo de los 9°C dependiendo de la variedad.

Tamaro, (1974) menciona que el calor favorece, hasta cierto punto la transpiración y mantiene en actividad la vegetación pero debe de ir acompañada de un cierto grado de humedad en el aire y en el suelo. Countanceau (1971), menciona que la hidrometría, es decir, la cantidad de vapor de agua de la atmósfera, puede ejercer una considerable influencia en la producción del fruto así como en su conservación. El granizo es el más temible de los accidentes meteorológicos que pueden padecer los frutales en la etapa de floración y desarrollo del fruto (Tamaro, 1974). Los vientos aceleran la evaporación con más actividad cuanto más seco, más violento y más cálido es. Los órganos florales son sensibles a las bajas temperaturas, los umbrales de resistencia se sitúan entre -3°C y -9°C , en la fase precedente a la aparición de los pétalos, -1.5°C en el período de floración, a éstas temperaturas se producen daños e incluso cuando los órganos florales están expuestos a ellas durante poco tiempo (Countanceau, 1971).

Nicolás (1980), estudió la importancia del agua en el proceso de desarrollo de los frutales ya que, constituye del 80 al 90% de las plantas herbáceas y más del 50% de las leñosas.

2.5.2 Suelo

El manzano precisa terrenos bien drenados y aireados con humedad suficiente en los períodos críticos de la floración y de rápido crecimiento. La

fertilidad del suelo es relativamente menos importante que las características físicas y la buena localización, el Ph (potencial de hidrógeno) más favorable oscila entre 5.5 y 6.5, pudiéndose desarrollar en terrenos con Ph de 4 (valor mínimo) y 8.5 (valor máximo). La calidad de un terreno viene fijada por sus características físicas, químicas y biológicas, complementadas con otra serie de condiciones, como son humedad, temperatura y aireación. En cuanto a las exigencias del cultivo del manzano para su establecimiento son mínimas ya que se adapta a la gran mayoría de los suelos, salvo los muy secos o cenagosos, prefiere sobre todo las tierras siliceo-arcillosas o arcilloso calcáreas (Del place, 1969). Las frutas de mayor calidad se encuentran en los terrenos arcillo-calizas o arcillo-silíceos. En los terrenos húmedos y arcillosos, adquiere un valor extraordinario, pero después es atacado por los musgos y por consiguiente fructifica irregularmente (Fabregas, 1969).

Algunos factores importantes que actúan en el desarrollo del manzano son: altitud, topografía del terreno, orientación, pendiente, proximidad a grandes masas de agua, incluido el mar (Wallace, 1966).

2.6 Desarrollo y Crecimiento del Fruto

La producción de frutos está limitada en una determinada época por el número de:

(1) Yemas florales que diferencian

(2) Yemas que continúan hasta la antesis

(3) Flores que subsecuentemente amarran y desarrollan en frutos maduros.

El desarrollo del fruto depende esencialmente, (sobre la planta paterna) de la presencia de una serie de estímulos propios del crecimiento, que son proporcionados en el momento en que se desarrolla la semilla dentro del fruto (Janick, 1965).

El ovario y el óvulo en desarrollo son órganos complejos en donde cada uno está compuesto de diferentes tejidos. En forma similar los frutos clasificados en su mayor parte exhiben un patrón común de desarrollo o periodicidad del crecimiento con variaciones ligeras, el cual es un reflejo de los cambios morfológicos integrados que ocurren dentro de los frutos. Estas variaciones pequeñas entre las especies y cultivares son atribuidos a la duración de la división celular, el tiempo de la diferenciación de los tejidos, la carga de frutos, época de maduración y si el fruto ha amarrado con semillas o partenocárpicamente (Ryugo,1993).

2.7 Períodos de Desarrollo de los Frutos de Pepita

2.7.1 División Celular

En frutos como manzana y pera, continúa en el tejido cortical del ovario por casi ocho semanas después de la plena floración, prosiguiendo con el

proceso las células epidérmicas por un corto tiempo. La duración de este período es de unas tres o cuatro semanas; puede ser extendido reduciendo el número de inflorescencias o infructescencias en el árbol. Cuando se promueve la separación celular, resulta un incremento en el número de células por fruto; y al finalizar la fase, las células individuales se alargan al mismo tiempo que el fruto en su totalidad.

2.7.2. Elongación Celular

Al inicio de este período, las células están poco desarrolladas, comprimidas y ricas en sustancias citoplásmicas conteniendo vacuolas pequeñas que empiezan a ocupar una gran proporción del volumen celular y los diferentes tejidos del fruto se vuelven distinguibles uno de otro, a medida que las células individuales dentro de cada tejido se diferencian, adquiriendo sus características morfológicas maduras (Ryugo, 1993).

2.7.3. Maduración

Durante la maduración se producen en los frutos ciertos cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos. Los cambios físicos incluyen disminución de la consistencia, cambios en la textura, disminución de la clorofila e incremento de carotenos y xantofilas (cambio de color verde a ocre), un aumento de antocianinas (que contribuyen a la formación de tonos rojos o azules más intensos). Los cambios químicos-fisiológicos internos incluyen una disminución

de almidón (en algunos frutos) así como un incremento en azúcares, sólidos y pectinas solubles, un bajo contenido de acidez; así como una reducción de la actividad respiratoria (Westwood, 1982).

Lamonarca, (1972) menciona que el proceso de maduración de los frutos consiste en la degradación de complejos aminoácidos orgánicos y sustancias pécticas contenidos en ellos; también en la aparición de determinados caracteres de consistencia en sus pulpas, color de la piel, sabor y aroma; el cual a partir de estos podrá llegar a ser aceptable en el mercado para el consumo. Este no finaliza cuando el fruto está enverado, sino que se prolonga hasta su madurez definitiva (Kramer *et al.*, 1983). Por lo común debemos distinguir la madurez fisiológica y la hortícola.

Madurez: Se da este nombre al estado final de la maduración.

Madurez fisiológica: corresponde al máximo desarrollo, que debido a su total estado de madurez tiende a caer o desprenderse del árbol.

Madurez hortícola: es cuando el fruto, por su grado de madurez, resiste la manipulación, embalaje y transporte y la piel ha adquirido la coloración óptima de la variedad para un determinado objetivo. Esta finalidad debe ser especificada para que se puedan establecer los criterios de madurez (Westwood,1982).

2.7.4 Senescencia

Se conoce como una etapa de destrucción de procesos fisiológicos que pasan a ser de anabólicos a catabólicos, unidos al envejecimiento de los frutos hasta antes de su muerte. Esta fase de desarrollo puede presentarse de manera parcial y completa. La primera consiste en la destrucción y muerte de diversos órganos vegetales tales como las hojas, tallos, frutos y flores. La segunda se refiere a la vejez o muerte total de la planta exceptuando las semillas.

2.8 Factores Endógenos que Afectan el Crecimiento del Fruto

2.8.1 Número de Células por Fruto

El tamaño final del fruto depende del número de células por fruto y de su potencial para crecer.

2.8.2 Proporción Hoja-Fruto

Arboles maduros de manzano y ciruelo japonés suelen tener más de 100 000 flores en completa floración. Afortunadamente, la mayoría de ellos no amarran, y un porcentaje de aquellos que si amarran, sufrirán abscisión durante la caída de junio, atribuída a la competencia entre los frutos en desarrollo y el crecimiento vegetativo que está tomando lugar en forma simultánea.

2.8.3 Abastecimiento de Reservas

La energía inicial para el crecimiento vegetativo y la floración proviene de los alimentos de reserva en las células de almacenamiento de ramas, tronco y raíces. Esas reservas son distribuidas al cambium lateral que se dividen en forma rápida así como sus derivados, promoviendo la brotación de yemas vegetativas y florales durante la antesis.

2.8.4 Epoca de Maduración de la Cosecha

La competencia entre la cosecha en desarrollo y el crecimiento vegetativo por alimentos de reserva y fotosintatos actuales es aguda en cultivares que maduran a finales de la primavera y principios del verano. La cosecha de esos cultivares coinciden con el gran periodo de elongación de los brotes cuando aproximadamente el 60% del área foliar final está presente.

2.8.5 Formación de Semillas y Distribución

El tamaño es proporcional al número de semillas maduras viables en frutos de desarrollo que normalmente producen muchas semillas como el manzano. Se ha encontrado experimentalmente que frutos de manzana continúan creciendo aunque se extraigan sus semillas siempre los lóculos sean llenados con bolas pequeñas de algodón empapadas con auxinas (Ryugo, 1993).

2.9 Composición Nutricional del Fruto

Por lo que se refiere a la manzana, su composición alimenticia y analítica depende de las diferentes variedades así como la medida de los componentes por 100 gramos de pulpa fresca se estima :

Agua	84%
Calorías	56
Proteínas	0.2 g
Grasas	0.6 g
Carbohidratos	14.1 g
Vitamina A	90 i.u
Vitamina B1	0.03 mg
Vitamina C	7.0 mg
Niacina	0.1 mg
Calcio	7.0 mg
Fósforo	10.0 mg
Fierro	0.3 mg
Sodio	1.0 mg
Potasio	110 mg

El perfume o la esencia de la manzana, está constituida principalmente por ésteres amílicos de los ácidos fórmico, acético y caprónico. La riqueza en azúcares es considerable, así como en sustancias pécticas: (protopectina,

pectina y ácido péctico), encontrándose la pectina en forma hipocolesterolemizante, de enorme interés contra la arteriosclerosis.

2.10 Hormonas Naturales y Reguladores Sintéticos de Crecimiento

Las hormonas vegetales se definen como compuestos que se han sintetizado en una parte de la planta y traslocado a otra parte donde provocan ciertas respuestas de crecimiento. Estas actualmente se dividen en cinco clases de hormonas que son: auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno. Exceptuando este último, el cual se presenta como gas, los otros existen en forma libre o conjugados (como péptidos y ésteres glucosados de una hormona), (Ryugo, 1993).

2.10.1 Auxinas

Desde el punto de vista químico, las auxinas son generalmente ácidos con un núcleo no saturado o bien derivados de ellas. Todos los compuestos que poseen actividad como auxina son de origen orgánico que puede ser de estructura simple, aún cuando la mayoría son complejos que contienen hidrógeno (H) y oxígeno (O) en diferentes proporciones, así como algunas veces cloro (Cl). Este término genérico se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes. Algunas auxinas son naturales y otras son producidas sintéticamente. La hormona se encuentra en tejidos tales como el ápice de un brote y el

endospermo; algunos de los papeles atribuidos a esta hormona son la expansión de las paredes celulares, geotropismos, fototropismos, respuestas táctiles, y la inducción de producción de etileno.

2.10.1.1 Aspectos Históricos

El ácido indolacético (AIA), fue la primer hormona en ser aislada, purificada y descrita por los científicos. De 1942 a 1946 en Estados Unidos; los primeros trabajos con auxinas demuestran que en baja concentración estimulan el crecimiento, mientras que en alta lo inhiben. Además, existe una estrecha relación entre la cantidad del ácido empleado y el tipo de respuesta de la planta. Después de 1945, surgieron las giberelinas y las citocininas como otros tipos importantes de hormonas del crecimiento. Además se reconoció la importancia de los inhibidores de crecimiento, incluyendo el ABA, que pueden considerarse en la actualidad como una cuarta categoría importante de reguladores de las plantas.

2.10.1.2 Efectos Biológicos

Weaver, (1982) menciona que las auxinas desempeñan varias funciones importantes en las plantas como por ejemplo, expanden las células de tallos y coleóptilos, estimulan también la división celular; frecuentemente fomentan el desarrollo de callos de los que se desprenden crecimientos similares a raíces, hacen aumentar el amarre de frutos sobre todo en especies con frutos de

muchas semillas. La aplicación de auxinas realiza con frecuencia la dominancia apical. Los efectos de las auxinas en los vegetales son múltiples y de gran importancia. Intervienen de manera esencial en la elongación celular; en la respiración, en el metabolismo energético, en la transferencia de energía de la respiración al proceso de la formación de la pared celular y en el cambio del tipo de ARN, de enzimas y proteínas, como base de muchos otros efectos auxínicos (Calderón; citado por Colli, 1998).

2.10.2 Giberelinas

La giberelina puede definirse como un compuesto que tiene un esqueleto de gibane y estimula la división o la prolongación celular o ambas cosas (Paleg; citado por Weaver, 1982). Esta hormona se encuentra libre o conjugada en muchos tejidos y órganos pero principalmente en aquéllos que presentan una división celular acelerada. Las funciones del AG están relacionadas con la elongación celular y la síntesis de enzimas (Ryugo, 1993).

2.10.2.1 Aspectos Históricos

Es interesante saber que la investigación moderna sobre las auxinas surgió de las observaciones de Darwin en cuanto a la forma en que se doblan los coleóptilos y que las giberelinas las descubrieron los japoneses, en base a sus observaciones e interés por la enfermedad “bakanae” del arroz (*Oriza sativa*). El descubrimiento de las giberelinas se atribuye a (Kurosawa; citado

por Weaver, 1982), un fitopatólogo que estudió las enfermedades del arroz, en Formosa. La enfermedad bakanae había sido observada durante más de 150 años en Japón. En las primeras etapas de la enfermedad, las plantas afectadas tenían con frecuencia una altura que superaba en un 50% o más de las plantas sanas adyacentes. Después de 1946, se observó que la aplicación de giberelinas incrementaba notablemente la longitud del tallo de las plantas. Brian y Hemming; citado por Weaver,(1982), demostraron que los guisantes (chícharos) enanos alcanzan un nivel normal de crecimiento, si se les aplica GA_3 ; poco después de ese descubrimiento, (Phinney; citado por Weaver,1982), demostró que ciertos mutantes enanos de maíz de gene simple , crecían hasta alcanzar una altura normal después de aplicarles giberelinas. Se ha observado que algunas plantas enanas son útiles para efectuar bioanálisis con giberelinas y ese descubrimiento ha acelerado los progresos logrados en el estudio de esas sustancias.

Varios investigadores han demostrado también que las giberelinas pueden reemplazar el tratamiento en frío (vernalización) u oscuridad que requiere la germinación de las semillas de algunas especies vegetales. Estas últimas afectan el amarre y desarrollo de los frutos de muchas especies, estimulando la división celular, aun cuando para ello se requiere también de la presencia de ciertas auxinas (Weaver,1982).

2.10.2.2 Efectos Biológicos

Los efectos determinados por ellas dependen de muchos factores, tales como la especie de que se trate y el órgano vegetal en desarrollo sobre el cual actúe. Intervienen en el rompimiento del letargo de la vegetación en árboles de hoja caduca. La interrupción de la biosíntesis de giberelina por el uso de retardantes del crecimiento promueve la floración, acelera o retrasa la producción de clorofila y prolonga el periodo de reposo de las semillas. El efecto más sorprendente de asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento. Los tallos de las plantas asperjadas se vuelven generalmente mucho más largos que lo normal (Stowe y Yamaki; citado por Weaver, 1982). El número de entrenudos no cambia y se estimula el crecimiento de los más jóvenes e individuales.

Las giberelinas pueden provocar la floración en muchas especies que requieren temperaturas frías, como son la zanahoria, la escarola, la col y el nabo. Uno de los efectos más notables de las giberelinas es que producen plantas enanas. Las giberelinas pueden terminar con el reposo de las semillas de muchas especies. En muchas plantas la dominancia apical se estimula mediante el tratamiento con giberelinas. Uno de los efectos mejor conocidos de la inducción de enzimas debida a las hormonas, es la producción de α -amilasa provocada por las giberelinas en el proceso de germinación de algunas

semillas. También promueve la formación de flores en ciertas plantas de día largo-corto, al sustituir el requisito de día largo (Weaver, 1982).

2.10.3 Citocininas

Son sustancias de crecimiento de las plantas, que provocan la división celular. Muchas citocininas exógenas y todas las endógenas derivan probablemente de la adenina, una base nitrogenada de purina.

2.10.3.1 Aspectos Históricos

A principios de 1940, (Van *et al.*, 1942), demostraron que el desarrollo de embriones en cultivos de tejidos, el cual se ve estimulado considerablemente por el agua de coco. El descubrimiento de la primera citocinina que es la cinetina se logró durante experimentos derivados de investigaciones de cultivos de tejidos, en los laboratorios de Skoog y Strong, en la Universidad de Wisconsin. Se cultivaron en un medio sintético, segmentos de tallos de tabaco (*Nicotiana tabacum* Wisconsin 38).

Skoog y Miller (1957), demostraron que la cinetina resultaba eficaz en la formación de yemas en cultivos de tejidos de meristemo. Se demostró que el tamaño de las hojas aumentaba debido a la cinetina, a causa de la elongación de las células. Wickson y Thimann (1958), demostraron que la dominancia apical se vence mediante aplicaciones de cinetina a *Pisum sativum* Alaska.

También se ha señalado que la aplicación de una citocinina terminan con el letargo en semillas de lechuga, tabaco, trébol blanco y otras plantas y la estimulación del crecimiento de plantas intactas de lenteja acuática.

No pasó mucho tiempo sin que se sintetizaran otras citocininas nuevas y más activas; una de las primeras fue la 6-bencilamino purina. Se demostró que este compuesto, conocido también como Verdan, resultaba eficaz prolongador de la vida en almacenamiento de vegetales frondosos, al reducir la rapidez de descomposición de las proteínas y otros constituyentes de las plantas (Van y Loeffler, 1962). Letham (1964), extrajo el material de endospermos de maíz, lo aisló en forma cristalina, definiéndolo y denominándolo zeatina. Este compuesto fue la primera citocinina natural que se aisló a partir de una planta superior (Weaver, 1982).

2.10.3.2 Efectos Biológicos

Dos efectos sorprendentes de las citocininas son provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados. Además de fomentar la división celular, las citocininas influyen en la diferenciación de los cultivos, interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes de crecimiento, provocan también la elongación de algunas hojas y la elongación de segmentos de tallos etiolados. Otro efecto es retrasar el envejecimiento de los tejidos vegetales.

Son también importantes para el fenómeno de la movilización de las sustancias nutritivas de las plantas; por ejemplo, cuando la parte de una hoja se trata con citocininas, los aminoácidos y otros elementos nutritivos se ven atraídos hacia la parte tratada (Letham; citado por Weaver, 1982). La aplicación de estas hormonas a las yemas axilares de los manzanos permiten vencer la dominancia apical (Chvojka *et al*; Williams y Stahly; citado por Weaver, 1982). Mediante el tratamiento de citocininas puede ponerse fin al reposo de las yemas del manzano.

2.10.4 Acido Abscísico

Es un retardante del crecimiento que aparece en forma natural y actúa como agente inductor de la abscisión y del letargo prolongado.

2.10.4.1 Aspectos Históricos

La hormona vegetal ABA, es quizá uno de los más importantes y difundidos inhibidores que se encuentran en las plantas, las aplicaciones del ABA en la agricultura no se han establecido todavía debido a que el compuesto se encuentra disponible sólo en cantidades muy pequeñas y se tienen relativamente pocos datos con respecto a sus efectos en plantas de cultivo. Las sustancias inhibitorias contribuyen a impedir que las plantas crezcan demasiado y afecten el letargo, crecimiento, reproducción y otras actividades de las plantas.

(Addicott *et al.*, 1968), dice que el ABA, fue aislado a partir de frutos jóvenes de algodón (*Gossypium hirsutum*), un componente que aceleraba la defoliación, este trabajo fue realizado por un grupo que dirigió Carns. Se ha aislado el ABA de hojas, tallos, rizomas, tubérculos, yemas, polen, frutos, embriones, endospermos y las cubiertas de semillas de más de treinta especies vegetales, incluyendo algunas tan distintas como papa, frijol, manzano, aguacate, helecho, sauce, rosas, durazno, coco y varias hierbas. El compuesto se encuentra presente habitualmente en tejidos maduros y senescentes; pero se ha encontrado también en hojas y frutos jóvenes.

Por lo general las plantas contienen muchas sustancias inhibidoras. Hay procesos, como la germinación de las semillas, la supresión del crecimiento de brotes y el letargo de las yemas, que los inhibidores controlan, al menos en parte. Desde 1949, los científicos han clasificado los inhibidores, por lo general, como uno de los principales grupos de reguladores vegetales. Se han encontrado inhibidores en casi todas las partes de las plantas. Los inhibidores naturales del crecimiento comprenden un grupo muy variado de compuestos; aunque los más comunes son sustancias orgánicas aromáticas. Muchos de ellos son compuestos de fenil, incluyendo fenoles, ácidos benzoicos y otros compuestos de cadenas más largas (Weaver, 1982).

2.10.4.2 Efectos Biológicos

El ABA, parece actuar como inductor general del envejecimiento, y frecuentemente las aplicaciones del ABA en el follaje provocan cambios en el color senescente de las hojas. El ABA inhibe el crecimiento de muchas plantas y partes vegetales, según se ha demostrado en coleoptilos, plántulas, discos de hojas, secciones de raíces, hipocotilos y radículas. Otro de los efectos biológicos del ABA es provocar el reposo de muchas semillas, como las de berro y lechuga, también en las yemas de algunas especies, incluyendo algunos frutales de hoja caduca, cítricos y papas. El descubrimiento de que los días cortos aumenta la cantidad de ABA en las hojas, ha despertado gran interés por los efectos del ABA en la floración. No se conoce el sitio de acción del ABA; sin embargo, su interacción con las hormonas promotoras del crecimiento, sugiere que desempeña una función importante en el metabolismo de ácidos nucleicos y en la síntesis de proteínas. La acción del ABA puede deberse a la inhibición de la síntesis de las moléculas enzimáticas específicas de RNA o a la prevención de su incorporación a una unidad activa de síntesis enzimática (Weaver, 1982).

2.11 Descripción del Producto

2.11 Provide

El Provide es un regulador de crecimiento de las plantas, elaborado por los laboratorios abbott para la realización de aplicaciones específicas como

lo es para el caso de las manzanas. El ingrediente activo de este regulador es una combinación de hormonas de plantas naturales (Giberelinas 4+7), la cual es elaborada comercialmente mediante un proceso natural.

Abbott (1995), menciona que el Provide actúa únicamente en la disminución del daño de paño o ruseting que es causado por factores bruscos, ocasionado por temperaturas altas en el día y bajas por las madrugadas, durante el desarrollo temprano del fruto. El provide no reduce el paño en los frutos que son dañados por efectos mecánicos, pesticidas, insectos y otros enemigos naturales que puedan presentarse.

2.12 Descripción del Paño de la Fruta

El daño del paño conocido también como ruseting, se trata de una reacción defensiva del árbol contra cualquier alteración o desorden fisiológico suscitado durante el desarrollo inicial de los frutos y conforme estos incrementan su tamaño, el daño se va presentando con mayor grado de incidencia en diferentes partes de la epidermis de los mismos (basal, medio y apical).

Inicialmente, el desarrollo del paño está estrechamente asociado con el resquebrajamiento de la epidermis y células muertas, el cual resulta con la formación de felógeno epidérmico y lleva el desarrollo de la epidermis de 2 a 3 semanas posteriormente. Generalmente la etapa más crucial para la iniciación

del paño ocurre dentro de un plazo de 2 a 3 semanas después de la caída de los pétalos de la flor del manzano (Skene; citado por Meador y Taylor, 1987).

El paño o russeting, se trata de perturbaciones en la epidermis del fruto en forma de manchas o grietas de color gris parduzco, presentando también un aspecto de acorchado. Estas perturbaciones disminuyen la buena presentación del fruto y en consecuencia, su difícil y escasa comercialización, aún conservando sus características cualitativas de buen gusto para el consumidor (Porta *et al.*, 1969).

Alvarez (1974), menciona que el paño se trata de una virosis no sistémica que está extendida en todos los países donde se cultiva el manzano, que solamente afecta la belleza y calidad del fruto, que resulta de escaso valor comercial al formarse en su epidermis diferentes manchas suberosas o leñosas que a veces resultan agrietadas; también el tamaño del fruto se ve reducido. Los síntomas más severos se producen en tiempo de frío húmedo y con poco sol, principalmente en mayo-junio, pudiendo llegar a confundirse estos síntomas con otras causas, como por ejemplo: daños por tratamientos fitoterapéuticos, condiciones climáticas y del suelo (abonado). La variedad Golden es sensible a esta enfermedad y hasta ahora no se conocen variedades tolerantes ni inmunes.

Alvarez (1988), menciona que el russeting consiste en el pardeamiento y aspereza de la piel del fruto, defecto de tipo fisiológico que resta presentación a

la fruta provocado al parecer, por su deficiente circulación de savia bajo la piel de los frutos jóvenes. Las causas pueden estar influenciadas por factores diversos tales como: el frío después de la floración, las sequías prolongadas en la estación primaveral, los terrenos encharcados, suelos mal aireados, enfermedades en el sistema radicular, lesiones mecánicas por efecto de los tratamientos, entre otros. Este desorden fisiológico, disminuye la apariencia de la manzana Golden delicious, causando pérdidas económicas y reduciendo su calidad. Muchas condiciones ambientales, por ejemplo: heladas, ciertos pesticidas y especialmente la exposición de la fruta a períodos prolongados de humedad relativamente altas, están asociados con el daño del paño (Faust, Shear y Walter; citados por Meador y Taylor, 1987).

Creasy, 1980; encontró que el desarrollo del paño estuvo altamente correlacionado con altas humedades y precipitaciones durante los 16-20 días posteriores a la floración. Sin embargo, calculando el embolsamiento de la fruta llevaron a Creasy y Swartz a sugerir que el desarrollo del paño es determinado en un período de 25 a 50 días después de la floración (Byers, s/f).

De los muchos factores que contribuyen al desarrollo del paño de la fruta del manzano en los huertos locales, se pueden mencionar las características del suelo, las condiciones climáticas y algunos agentes patológicos, identificando cada uno de ellos como sigue: lluvia temprana durante el desarrollo de la fruta, alta humedad, exceso de nitrógeno en el suelo, noches con altas temperaturas después de la floración, lento secado de la lluvia, rocío e

infección de polvos del hongo *Mildiu*. Tales efectos como precipitaciones y temperaturas no pueden ser controladas, pero su daño sobre la fruta algunas veces pueden ser reducidos por el uso de reguladores de crecimiento como lo es el Provide (GA 4 + 7), (Moulton *et al.*, 1994).

El agua en forma de humedad y la lluvia, es más importante en la etiología del paño (Brown y Koch; citado por Colli, 1998). Por lo tanto los huertos situados en regiones secas usualmente son menos expuestos al paño que aquéllos con humedad y/o áreas frías (Faust, Shear y Creasy; citados por Steenkamp y Westraad, 1988). El paño es también más prevaleciente en microclimas húmedos tales como a lo largo de los ríos (Eccher y Boffelli; citado por Colli, 1998). En presas o bien donde las mañanas neblinosas son frecuentes (Tukey; citado por Steenkamp y Westraad, 1988).

Aproximadamente el período de completa floración es de seis semanas, de ahí en adelante es cuando la superficie de la fruta está bajo la inmensa tensión debido al rápido crecimiento. Esta es la etapa más crítica para el desarrollo del paño (Simons y Wertheim; citados por Steenkamp y Westraad, 1988).

Morfológicamente, el desarrollo del paño sobre la epidermis del fruto, puede presentarse de las siguientes cuatro formas :

- 1.- Terminal del pedicelo.

- 2.- Terminal del cáliz.
- 3.- Lateral o en forma de red o mancha.
- 4.- Lenticelas o en forma de pecas.

Las primeras tres formas de paño, son debido a la formación de un callo y de una oxidación color café a causa de un daño en la superficie del fruto, al crecimiento diferente de la cutícula y la epidermis o por el estiramiento y las contracciones del fruto, a la absorción de agua de las lluvias, el rocío y la alta humedad de las mañanas neblinosas ocasionan heridas expuestas a capas hipodérmicas. Estas heridas pueden ser causadas por demasiada agua sobre el fruto, alta y baja humedad, heladas, exceso en la aplicación de elementos nutritivos (nitrógeno), mala aplicación de ciertos pesticidas o por el mal manejo de las prácticas mecánicas.

El paño en forma de pecas, ha sido correlacionado con la caída de pelos (tricomas) y a la muerte de los estomas 30 días después de la floración, dejando espacios abiertos expuestos a la absorción de agua y algunos productos químicos.

Desde que la literatura científica afirma que los productos químicos con y de diferentes modos de acción reducen el paño, estos deberían ser combinados con otros de efecto aditivo para una mayor acción y efectividad. Estas formas de acción en el interior de los frutos podrían ser clasificadas de la siguiente manera: alteración en proporción al crecimiento o estructura de células

epidérmicas e hipodérmicas, la elasticidad y plasticidad de la célula, el rechazo al agua, la alteración de la cera amorfa y estimulación de aceites naturales o la producción de cera.

Simons *s/f* citado por Colli, (1998), estudió el desarrollo anatómico del paño de varios clones de manzana cv Golden Delicious, su trabajo demostró que el factor genético es muy significativo. Cumminis *et al.*, *s/f*; citado por Colli, (1998), también han demostrado que algunos clones son superiores a otros (los *spur* fueron más susceptibles al paño).

Algunas disminuciones del daño del paño de la fruta, han sido gracias a las aplicaciones de dióxido de silicio, a la combinación de giberelinas GA4+7 y Tuzet (mezcla de fungicidas que contiene metilarsénico-bis-dimetil-(ditiocarbonato), ziram y thiram). Se ha determinado que ciertos fungicidas como el Captán, Poliram y Dikar han mejorado la calidad y presentación de la fruta Golden delicious al ser comparados con las frutas no tratadas (Byers, *s/f*).

Las giberelinas GA4+7 son aplicados comercialmente a los frutos de árboles de manzana para reducir el daño fisiológico que presentan y en combinación con benzyladenina (bencina), para extender o elongar la fruta (Greene, 1993).

Las aplicaciones foliares de una combinación de GA4 y GA7 cerca a la etapa de la caída de pétalos, resultó tener menos incidencia de paño en la

cutícula de los frutos de árboles de manzana variedad Jonathan y Golden Delicious, visto al momento de efectuar la cosecha. El nivel de daño de paño, disminuyó con cada aumento en la concentración de GA4+7 de 25 a 200 ppm (Taylor, 1975).

Las giberelinas GA4+7, al ser aplicadas con un intervalo de 8 días después de la completa floración, han demostrado un estímulo en la uniformización de la cutícula del fruto de manzana, asimismo, han promovido la elasticidad de las células de los frutos. Como resultado se obtiene el desarrollo de frutas con epidermis de mayor resistencia a las tensiones superficiales y considerablemente disminuye la incidencia del paño o russeting (Eccher y Boffelli; citados por Steenkamp y Westraad, 1988).

MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del Area experimental

Las aplicaciones realizadas en este trabajo experimental se efectuaron en el mes de mayo de 1997 en la huerta denominada “El Alto”, propiedad del Dr. Roberto Huereca Farías ubicada en el ejido San Antonio de las Alazanas, Municipio de Arteaga, Coahuila. Geográficamente el lugar se encuentra ubicado a 25°16'15" Latitud Norte y 100°33'30" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 2600 m.s.n.m.; con clima templado subhúmedo y un verano fresco muy extremoso, en mayo que es el mes más cálido la temperatura media es de 24.92°C y una temperatura media anual de 28.30°C.

La precipitación pluvial media anual es de 663.48 mm con dos épocas máximas de lluvia: la primera ocurre en los meses de abril a junio, con un período de sequía intraestival en los meses de julio y agosto, y la segunda época de lluvia se presenta en septiembre y octubre (Angeles, 1990). Se puede llegar a este huerto por la carretera 57 de Saltillo-México tomando el entronque hacia el lugar antes mencionado.

3.2 Material Vegetal

El material experimental utilizado fueron árboles de manzano cv Golden Delicious (por la susceptibilidad que presentan al daño de paño o ruseting), injertados sobre portainjertos MM-106 de 10 a 12 años de edad aproximadamente, bajo condiciones de riego por goteo y protegidos con mallas antigranizo, utilizándose para este trabajo de investigación un total de 80 árboles.

3.3 Material Químico

Para llevar a cabo las aspersiones foliares directas a las flores del manzano, se utilizó el Provide a una concentración del 2% teniendo como ingrediente activo una combinación de hormonas naturales de crecimiento que son las giberelinas 4 y 7.

Cuadro 3.1. Descripción de los Tratamientos Aplicados con GA 4+7, Dosis y Fechas en la huerta “El Alto” San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.

TRATAMIENTO	DOSIS	FECHA DE APLICACIÓN
Testigo	Sin aplicar	Sin aplicar
1 aplicación	10 ppm	03-Mayo-97
2 aplicaciones	20 ppm	03 y 09-Mayo-97
3 aplicaciones	30 ppm	03-09 y 16-Mayo-97
4 aplicaciones	40 ppm	03-09-16 y 23-Mayo-97

La primer aplicación fue hecha en la fase de caída de pétalos y las siguientes tres con un intervalo de ocho días respectivamente.

3.4 Material de Campo :

- 1.- Material vegetal (árboles de manzano cv Golden Delicious)
- 2.- Producto químico (Provide 2% GA4+7)
- 3.- Agua destilada
- 4.- Probeta de 50 ml
- 5.- Bomba manual de mochila de 20 lts
- 6.- Pintura vinílica
- 7.- Vernier
- 8.- Brochas
- 9.- Cajas de plástico
- 10.- Báscula manual de 50 kg

3.5 Material de Laboratorio :

- 1.- Refractómetro
- 2.- Penetrómetro
- 3.- Navaja
- 4.- Agua destilada
- 5.- Papel secante

3.6 Metodología de Aplicación de los Tratamientos

1.- Antes de iniciar con las aplicaciones se seleccionaron los árboles de manzano cv Golden Delicious que se utilizaron como tratamientos.

2.- Una vez identificados los árboles, se procedió a la marcación en la parte baja del tronco, utilizando para ello pintura vinílica de diferentes colores e indicando con letras las diferentes dosis de aplicación de los tratamientos, mismos que fueron registrados en un croquis de identificación.

3.- Como tercer paso se preparó la primer dosis del producto químico (Provide) midiendo en una probeta de 50 ml a 5 cc y las otras tres a 10, 15 y 20 cc equivalentes a 10, 20, 30 y 40 ppm, mezclando cada cantidad en una bomba manual con capacidad de 20 litros de agua.

4.- Finalmente se realizó la primer aplicación con la bomba manual de mochila, asperjando directa y perfectamente a las flores dejando a punto de goteo. Esta aplicación se realizó a caída de pétalo cuando el cuajado del fruto se encontraba más o menos en un 80%. Para llevar a cabo las siguientes tres aplicaciones se siguieron los mismos pasos mencionados en los puntos 3 y 4 de la metodología de aplicación, únicamente se fueron incrementando las cantidades de las dosis para cada tratamiento.

3.7 Diseño Experimental

El diseño utilizado para la experimentación del producto fue un completamente al azar con cinco tratamientos y dieciséis repeticiones cada uno, para lo cual la unidad experimental fue un árbol.

3.8 Parámetros Evaluados

- 1.- Paño o russeting
- 2.- Firmeza
- 3.- Grados brix
- 4.- Diámetro
- 5.- Longitud
- 6.- Forma
- 7.- Rendimiento

3.9 Forma de Evaluación de los Parámetros

La evaluación de los diferentes parámetros se llevaron a cabo en el laboratorio de post-cosecha en el departamento de Horticultura de la UAAAN, utilizando 10 frutos para cada parámetro evaluado y las herramientas de medición correspondientes para cada uno de ellos.

3.9.1 Paño o russeting

Rodríguez y Reyes (1997), explican que para la medición del russeting se recolectaron los frutos al azar por árbol y se les determinó el grado de paño utilizando una escala subjetiva de 6 (1,2,3,4,5 y 6) grados, en donde el número uno correspondió al fruto limpio sin ningún daño, y el número seis fue quien presentó mayor incidencia en cuanto al daño.

3.9.2 Firmeza

Para medir el grado de firmeza, se les hizo a cada uno de los frutos un corte en dos puntos opuestos de la parte ecuatorial con una navaja, con el fin de remover la cutícula de los frutos, facilitando así la entrada del penetrómetro y observando el punto en el cual la pulpa se rinde, o el grado en que el fruto se vuelve deforme, para medir la presión en libras sobre pulgada cuadrada en cada uno de los puntos y sacando el promedio para cada uno de los frutos evaluados. La resistencia del tejido al hundimiento se determina con los medidores de presión o penetrómetros Effegi de 1.59 centímetros de diámetro que se usa para el caso de las manzanas (Ryugo, 1993).

3.9.3 Grados brix

La medición de los sólidos solubles, se realizó un momento después de haber medido la firmeza, en la que se tomaba una gota de jugo de la fruta

perforada por el penetrómetro para después depositarla en el refractómetro manual dirigida hacia la luz solar, tomándose la lectura del por ciento de sacarosa o grados brix y obteniendo así el promedio para cada una de las manzanas.

3.9.4 Diámetro

Se obtuvo mediante el empleo de un vernier midiendo la parte ecuatorial de cada uno de los frutos.

3.9.5 Longitud

La longitud se obtuvo midiendo la parte polar de los frutos mediante el empleo de un vernier.

3.9.6 Forma

Para la determinación de este parámetro se efectuó la división de la longitud entre el diámetro de los frutos utilizados en cada uno de los tratamientos.

3.9.7 Rendimiento

En lo referente a la determinación del rendimiento medio de los frutos se utilizó una balanza manual de 50 kg, contabilizando y pesando el número total de frutos por repetición al momento de realizar la cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar la aplicación del regulador de crecimiento Provide al 2% de i.a. que es una combinación de las giberelinas (GA_{4+7}), en la huerta de manzana denominada "El Alto" propiedad del Dr. Roberto Huereca Farías en San Antonio

de las Alazanas, Arteaga, Coahuila, los resultados que se obtuvieron en la presente investigación fueron presentados de la siguiente manera :

4.1.- Resultados del Efecto de la Aplicación de GA₄₊₇ (Provide), en Manzanas " Golden Delicious".

4.1.2 Efecto del Provide en el Número de Frutos.

En la figura (4.1) se puede observar el efecto de la aplicación del producto sobre la variable Número de Frutos en donde estadísticamente no existe diferencia significativa pero numéricamente si entre el tratamiento 2 con una media de 42.56 y el testigo con 42.06, sin embargo, con los otros tres tratamientos apreciamos que existe una diferencia estadística altamente significativa con relación al testigo encontrando el resultado más alto en el tratamiento 4 presentando una media de 52.06 seguido del 1 con 50.68 y por último tenemos al 3 con una media de 43.81.

El análisis practicado sobre esta variable y mostrado en cuadro A.1 del apéndice, nos indica que estadísticamente si existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual puede explicarse de que el hecho de realizar las aspersiones de las giberelinas (GA₄₊₇) en forma foliar, estas actuaron a las pocas semanas de ser aplicadas para lo cual era el tiempo en que los frutos pequeños ya habían manifestado un desarrollo considerado por lo que el número de frutos por unidad experimental ya estaba definido, pues cabe

mentar que durante la etapa completa de desarrollo del fruto no se realizó ningún tipo de raleo.

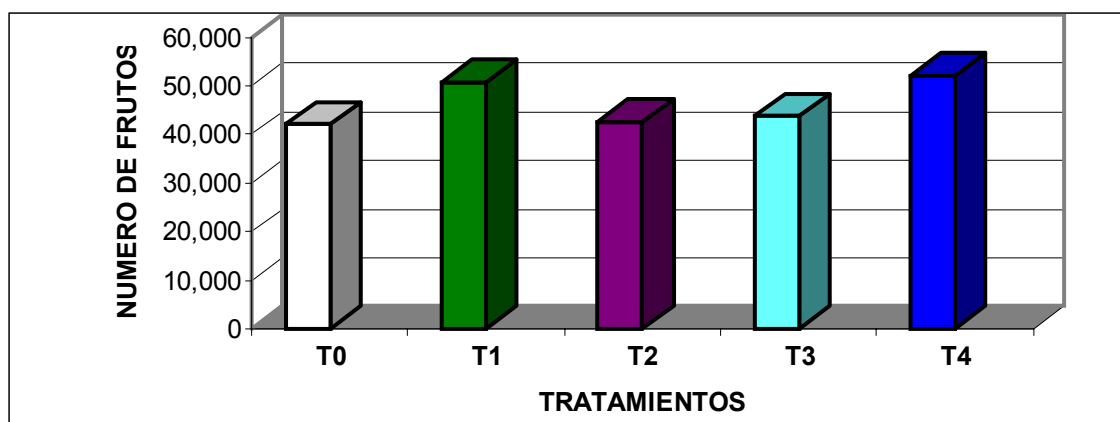


Figura 4.1.- Medias Obtenidas en la Variable Número de Frutos, en Manzanas

Golden Delicious, Arteaga, Coah. 1997

4.1.3 Peso de los Frutos

En lo referente al peso de los frutos (Fig. 4.2) podemos mencionar y ver que en la localidad donde se aplicó el producto existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados encontrándose de esta manera una media de 7.93 kg en el tratamiento 4 seguido del 1 con 7.78 kg, el 3 con 7.06 kg y por último se encuentra el tratamiento 2 con 6.90 kg, superando todos los aplicados al testigo quien obtuvo la media más baja de 5.93 kg. Lo anterior indica que con las aplicaciones foliares de las giberelinas directas a los frutos pequeños, el resultado que se obtiene por consiguiente es un incremento en el número de frutos y al igual que

un mayor peso de los mismos. Con los resultados obtenidos se aprecia que numéricamente también existieron diferencias altamente significativas entre los aplicados en relación al testigo.

Se puede sugerir que los resultados obtenidos coinciden con Macías (1991) quien encontró pesos superiores en los tratamientos que fueron aplicados con GA₄₊₇ en comparación con el testigo en donde se obtuvieron los pesos más bajos.

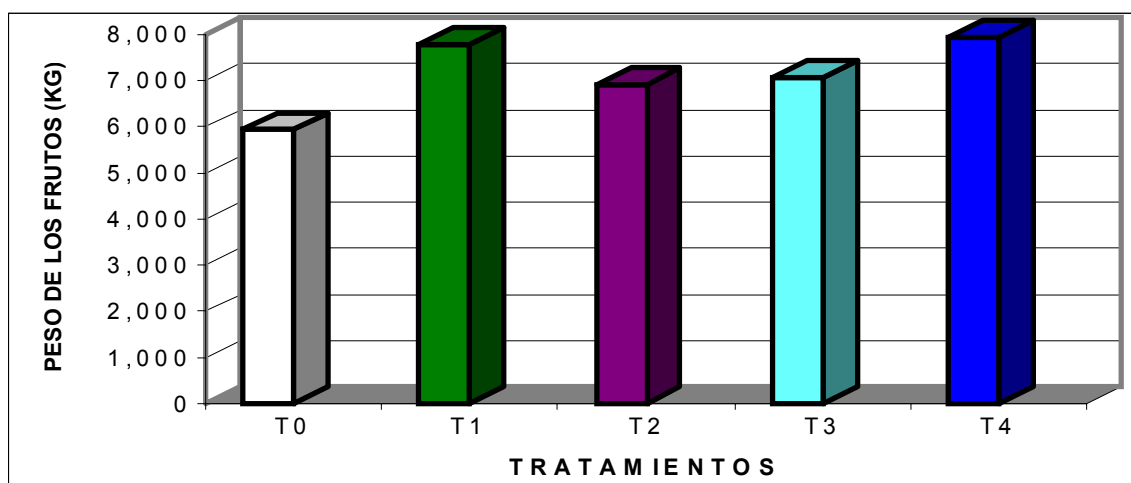


Figura 4.2.- Medias Obtenidas en el Peso de los Frutos, en Manzanas Golden Deliciosos, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.4 Grados Brix

Esta variable fue evaluada con la finalidad de determinar el contenido de azúcares de los frutos de los diferentes tratamientos en comparación con el testigo (Fig.4.3) en la que podemos apreciar que no existen diferencias significativas encontrando el resultado más alto en el tratamiento 2 con una media de 12.11, seguido por el con 11.96; por otro lado vemos que el testigo con una media de 11.91 superó al tratamiento 3 con 11.87 y al 4 con una media de 11.51. En las comparaciones hechas al no existir diferencias significativas se puede decir que la aplicación del regulador actuó como retrasador de la maduración no afectando la calidad de los azúcares internos de los frutos.

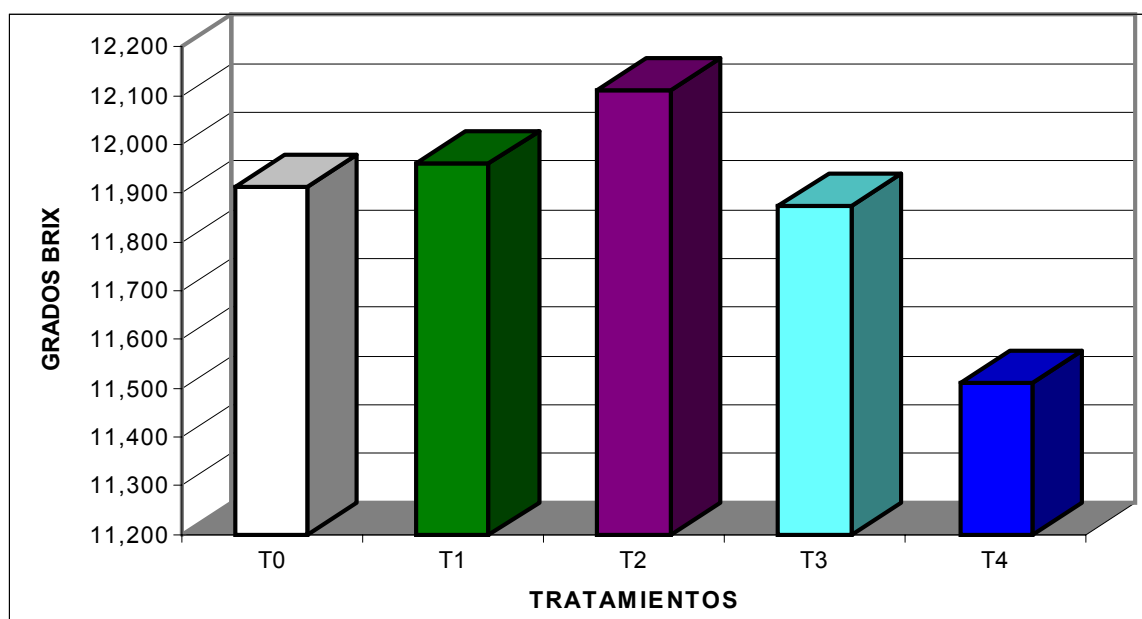


Figura 4.3.- Medias Resultantes en los Grados Brix, en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.5 Firmeza

Como podemos observar (Fig.4.4) que al realizar el análisis estadístico correspondiente en esta variable no se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados con las giberelinas al 2% en donde el primero reportó la media más baja de 19.75 Lb/pulg², apreciando el resultado más alto en el tratamiento 4 con una media de 20.22 Lb/pulg², seguido del 3 con 19.96 Lb/pulg², continuando con el 2 quien obtuvo una media de 19.93 Lb/pulg² y por último el 1 obteniendo una media de 19.90 Lb/pulg².

Estos resultados nos demuestran que aplicando el producto a una mayor dosis nos mantiene más firme la cutícula de la fruta, por lo que se sugiere que, con la aplicación de las giberelinas es más fácil guardar la fruta por un tiempo más prolongado posterior a la cosecha evitando así pérdidas muy importantes por pudriciones, facilitando también su manejo al momento de transportarla a los mercados de abastos nacional como al internacional y finalmente presentar una fruta deseable al consumidor de excelente calidad.

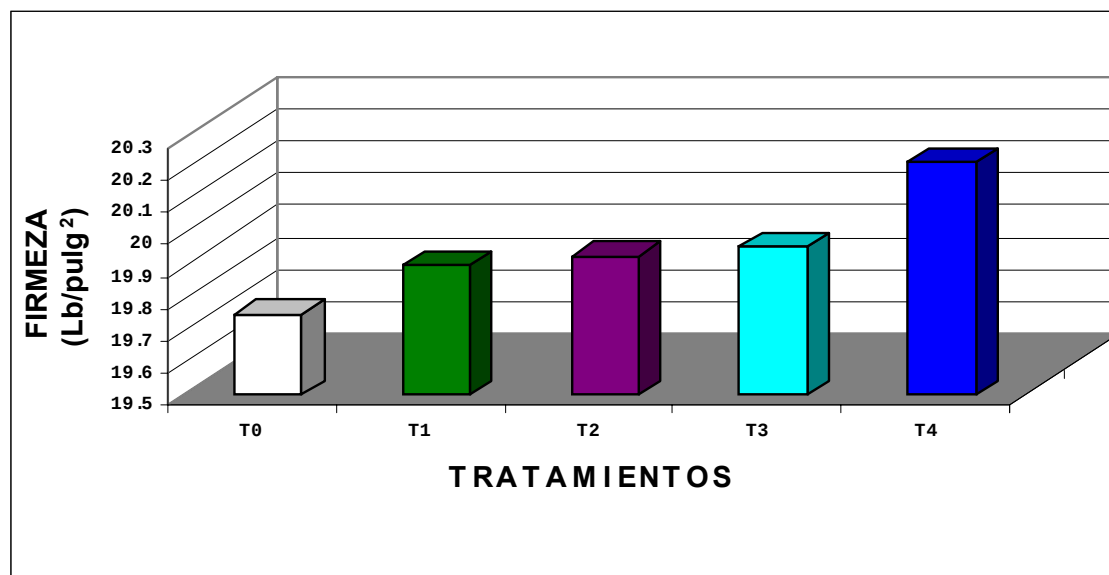


Figura 4.4.- Medias obtenidas en la Firmeza, en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.6 Forma del Fruto

Con respecto al análisis de esta variable (Fig.4.5) podemos observar que el efecto de las giberelinas (GA_{4+7}) mostraron un incremento en el diámetro tanto polar como ecuatorial de los frutos en algunos de los tratamientos asperjados foliarmente. Al realizar la comparación de medias se tuvo una igualdad entre el testigo y los tratamientos 1 y 3 que fue de 0.97 cm, siendo superada esta media por los tratamientos 2 y 4 con una media de 1.0 cm; en esta comparación se encontró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los aplicados y el testigo por lo que se indica que la forma reportó mínimas variaciones con la aplicación del producto como se muestra en la presente figura.

Retomando lo mencionado por Angeles (1990) y Macías (1991) para el caso de esta variable, los tratamientos que reportaron la mayor forma fueron aquellos que recibieron y mantuvieron la aplicación por un tiempo más prolongado, este efecto respalda el hecho de que con frecuencia los reguladores de crecimiento fomentan un aumento en el tamaño del fruto.

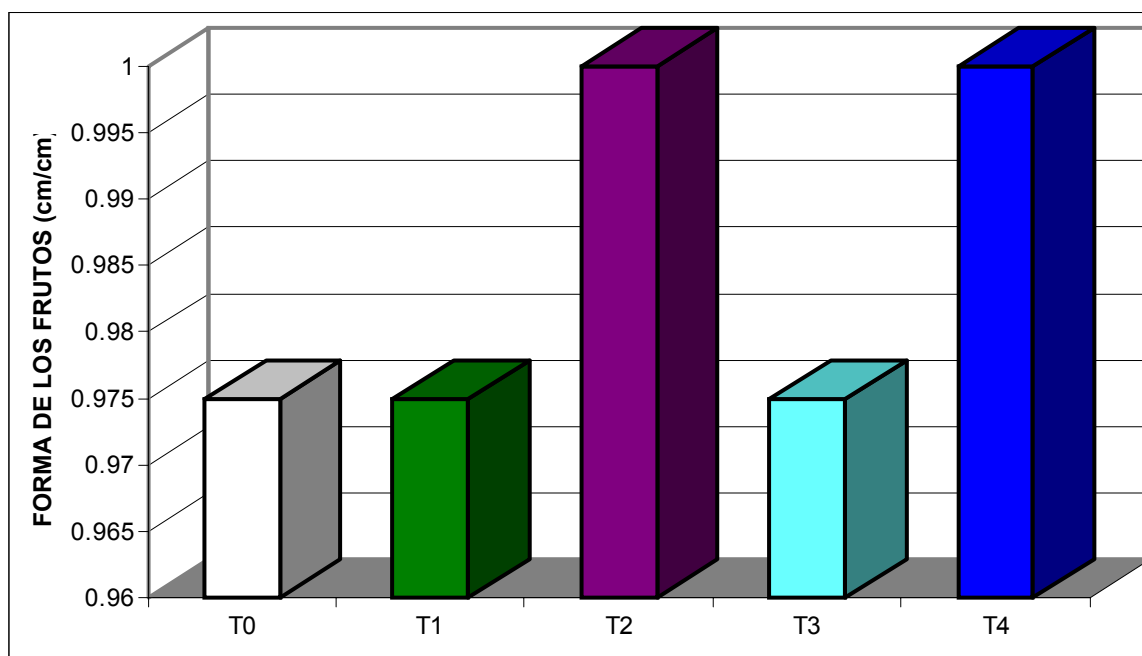


Figura 4.5.- Medias Resultantes en la Variable Forma, en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.7 Daño Basal

En lo correspondiente al daño en esta parte del fruto (Fig.4.6) podemos apreciar que al hacer el análisis estadístico se encontró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos en comparación con el testigo resultando la media más alta en el tratamiento 4 que fue de 1.80, continuando

con el 1 con una media de 1.82, el 2 y 3 con tan sólo 1.85 y finalmente tenemos al testigo quien reportó la incidencia de paño más alta con una media de 2.42. Analizando estos resultados confirmamos que todos los tratamientos superan altamente al testigo.

Este resultado concuerda con la investigación de Taylor (1975), donde indica que el mejor tratamiento en la reducción del paño, fue aquél que recibió la mayor concentración de giberelinas.

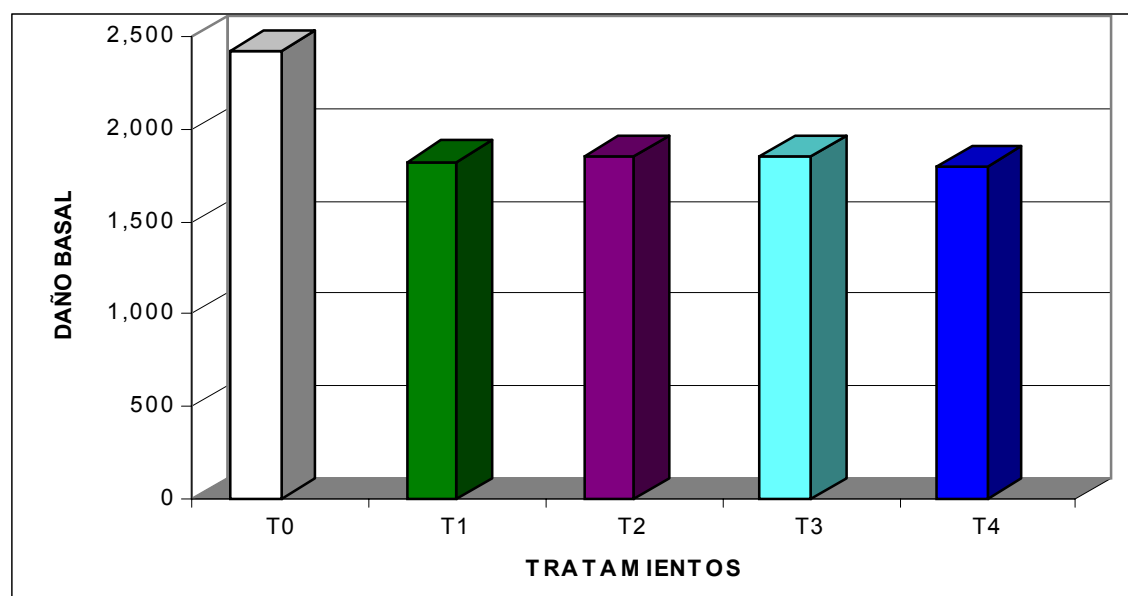


Figura 4.6.- Medias Obtenidas en el Daño Basal, en Manzanas Golden Deliciosos San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.8 Daño Medio

El análisis de varianza practicado sobre el daño medio de los frutos de manzano mostrado en el cuadro A.7 del apéndice, estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos asperjados con GA₄₊₇

con respecto al testigo. Es muy clara la modificación de este daño con la aplicación del Provide (Fig.4.7) notando que la incidencia de paño se tuvo en mayor grado en el testigo alcanzando la media más elevada de 2.15 y en los aplicados la incidencia se mantuvo en un rango entre 1.00 y 1.07, lo que indica que en esta parte los frutos resultaron limpios. Lo cual concuerda con Rodríguez y Reyes (1997) quienes mencionaron que con la aplicación el GA₄₊₇ se reduce el paño en la parte media del fruto de manzana cv Golden Delicious.

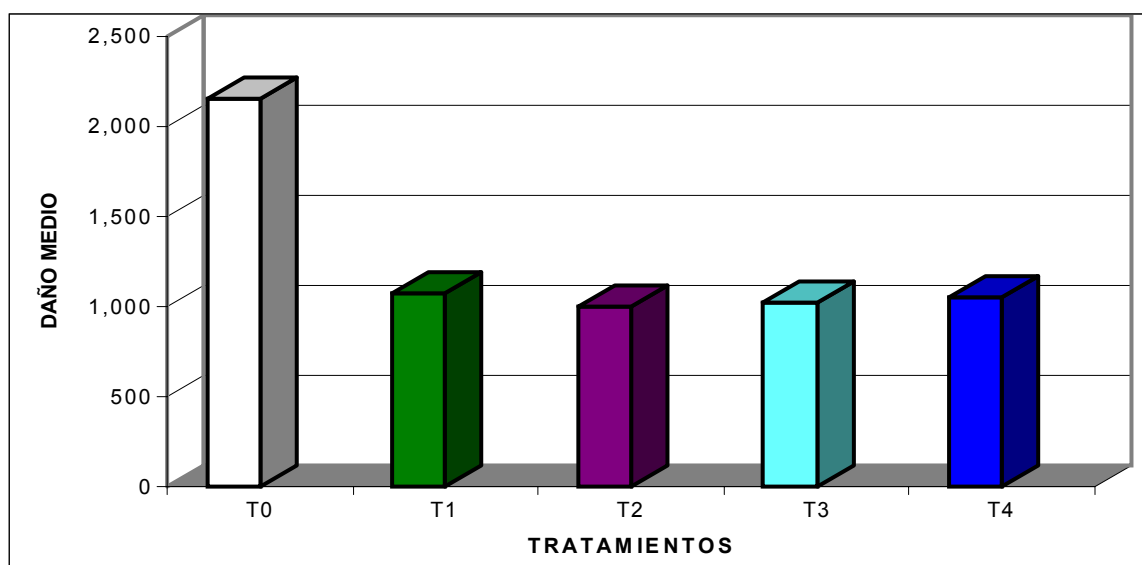


Figura 4.7.- Medias Obtenidas en el Daño Medio, en Manzanas Golden Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.8 Daño Apical

Con las aplicaciones hechas (Fig.4.8) vemos que el efecto del producto sobre el daño de paño en esta parte fue muy marcado disminuyendo la incidencia del daño no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto al testigo; los valores de las medias

obtenidas fueron para el testigo 1.70 quien no recibió ninguna aplicación resultó ser la más alta en cuanto a la incidencia del daño y para los aplicados al igual que el anterior la media se mantuvo entre 1.00 y 1.05.

Con estos resultados y los dos anteriores (Fig.4.6 y 4.7) podemos reafirmar lo establecido por Eccher y Boffelli; (1981) citado por Steenkamp y Westraad (1988), quienes señalan que con la aplicación de GA₄₊₇ aproximadamente después de la completa floración, estimulan un uniforme aumento de la cutícula promoviendo la elasticidad de las células desarrollándose frutas más resistentes con menor incidencia de paño. Estos resultados coinciden también con lo reportado por Rodríguez y Reyes (1997), quienes afirman que el daño se ve reducido con la aplicación de GA₄₊₇ en dos o cuatro aspersiones continuas con intervalos de 7 a 10 días empezando después de la floración o pétalo caído para la obtención de buenos resultados.

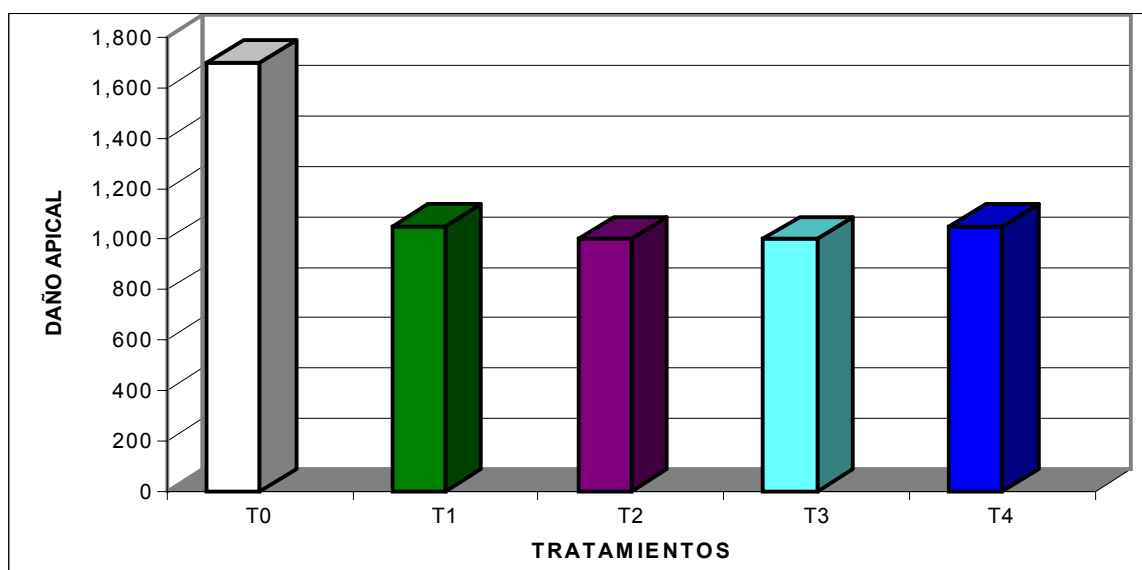


Figura 4.8.- Efecto Producido en el Daño Apical, en Manzanas Golden

Delicious, San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.9 Rendimiento en el Número de Frutos

Respecto a la obtención del rendimiento de esta variable (Fig.4.9) podemos mencionar y observar que en la huerta comercial El Alto que fue donde se llevaron a cabo las aplicaciones, los resultados que se obtuvieron fueron un tanto variables entre las cuatro fechas de aplicación comparado con el testigo habiendo una diferencia altamente significativa entre el testigo con una media de 190 frutos en comparación con las fechas de aplicación 1 y 3 quienes obtuvieron una media de 163 y 178 frutos respectivamente; en la fecha de aplicación 2 se encontró una media de 189 frutos no habiendo diferencia significativa y por último encontramos a la fecha 4 con una media de 228 frutos siendo esta la mejor, existiendo estadísticamente una diferencia altamente significativa con relación al testigo.

Analizando los datos de los tratamientos que presentaron menor número de frutos podemos indicar que no fue debido a la mala aplicación del producto sino que al momento de realizar las aplicaciones, los frutos por unidad experimental ya estaban definidos, no afectando esto en nada la calidad de la fruta para su almacenamiento y comercialización como se demuestra en las variables anteriormente evaluadas.

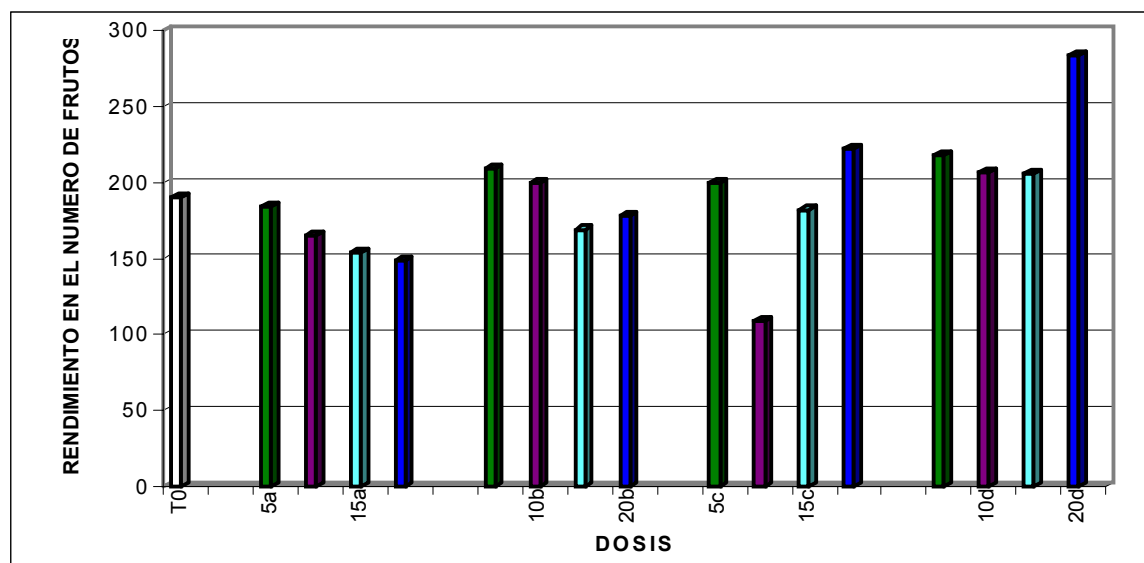


Figura 4.9.- Medias Resultantes en el Rendimiento del Número de Frutos en Manzanas, Golden Delicious, Arteaga, Coah. 1997.

4.1.10 Rendimiento en el Peso de los Frutos

Como podemos ver (Fig. 4.10) donde se muestra el efecto del producto a base de GA₄₊₇ al 2% los resultados obtenidos en la evaluación del rendimiento en esta variable son muy marcados en las cuatro fechas de aplicación; el mayor resultado se obtuvo en la fecha de aplicación 4 reportando una media de 36.2 kg seguida de la fecha 3 con 28.5 kg, continuando con la fecha 2 con una media de 28.3 kg y por último tenemos a la fecha de aplicación 1 en donde se encontró una media de 25.6 kg superada por el testigo con una media 26.7 kg.

Con la obtención de estos resultados podemos mencionar que el peso se ve modificado en gran medida con la aplicación del Provide, indicando que al mantener los frutos por más tiempo la aspersion del producto, la consistencia interna también se ve modificada por lo que se tiene un incremento en el peso; cabe mencionar que el peso se ve incrementado a medida que se tiene un incremento considerado en el número de frutos.

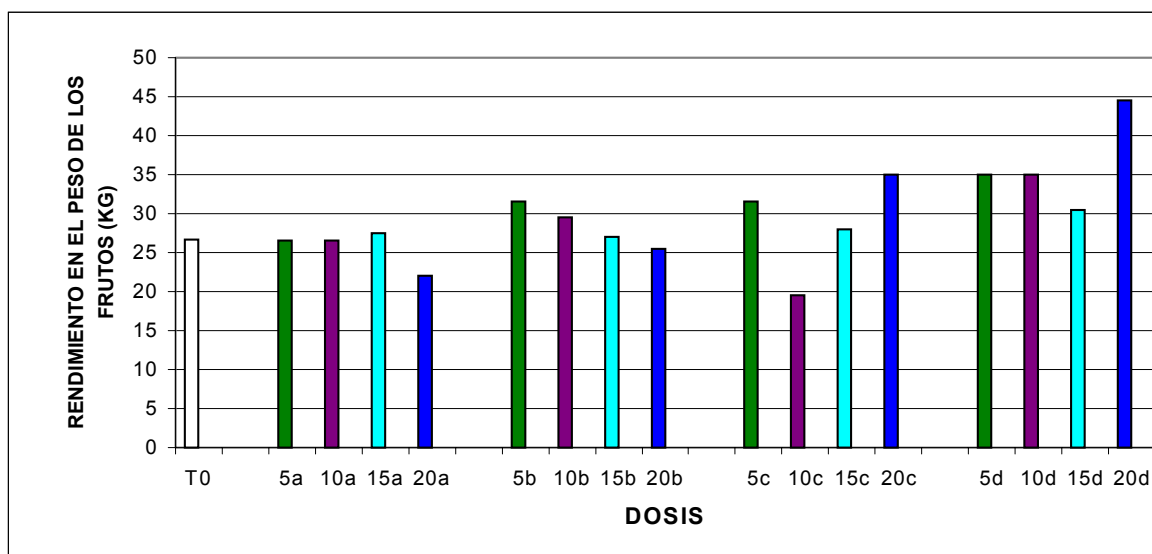


Figura 4.10.- Medias Obtenidas en el Rendimiento del Peso de los Frutos en

Manzanas Golden Delicious, Arteaga, Coah. 1997.

CONCLUSIONES

Una vez realizado, analizado y culminado con grandes esfuerzos y sacrificios todo un largo proceso de investigación requiriendo para ello de múltiples salidas a la huerta comercial "El Alto" para la obtención de los datos de campo y tomando muy en cuenta los objetivos planteados en el presente trabajo que fue la evaluación del efecto de las giberelinas (GA_{4+7}) para disminuir la incidencia del daño de paño en manzanas Golden Delicious y considerando la revisión de literatura cotejada con los resultados y discusión realizada de las variables evaluadas se puede llegar a concluir de la siguiente manera :

- * Con la aplicación del Provide al 2% de GA_{4+7} , se tuvo un incremento muy marcado en el número de frutos que fue de 5.2 frutos, asimismo hubo un incremento en el peso de 1.4 kg con respecto al testigo.

- * La aplicación del regulador de crecimiento mejoró el contenido de los sólidos solubles ($^{\circ}$ brix) no afectando en nada la calidad interna de los azúcares de los frutos.

- * En cuanto a la firmeza encontramos que los frutos mantuvieron firme la cutícula por más tiempo evitando así pérdidas importantes e irreparables en post-cosecha.

* En la variable forma se tuvo un incremento de 0.98 cm después de haberles aplicado el Provide en mayo de 1997.

* En esta variable la reducción del daño basal fue de 30.52 %, el daño medio se redujo en un 17.25 % y en el daño apical se tuvo una reducción del 17.08 %.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos concluimos que aplicando las giberelinas a diferentes dosis en distintas fechas y considerando los intervalos de tiempo establecidos el daño fisiológico se ve reducido, notando claramente la efectividad del producto mejorando así la calidad de la fruta e incrementando los rendimientos en el número y peso de los frutos.

LITERATURA CITADA

Abbott Laboratories. 1995. Descripción del producto.

. R.; Conforth, J. W.; Lyon, J. L.; Milborrow, B.V; Ohkuma, K.; Ryback, Addicott, F. T.; Carns, H G.; Smith, O. E.; Thiessen, W. E. y Warein P. R.1968. Absciscic acid : a proposal for the redesignation of abscisin II (dormin). En la obra de Wightman y Setterfield, 1968. P. 1527-1529.

Alvarez, R. S. 1974. El Manzano. Editorial Ministerio de Agricultura. Barcelona, España. p 46-50.

_____1988. El Manzano. 5a. Ed. Editorial AEDOS, S. A Barcelona, España. pp. 15-35.

Angeles, G. H. O. 1990. Evaluación de provide en el paño de la manzana Delicious. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Arguindegui, P. R. J. 1983. Nematodos asociados al cultivo del Manzano (Pyrus malus), en el Municipio de Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional UAAAN. 77 p.

Byers, R. E. s/f. Causes and prevention of Russet in Golden Delicious Apple
Virginia Agricultural Experiment Station, Virginia Polytechnia Institute and
State University, Winchester, VA22601. U.S. A.

Boulay, H. 1965. Arboricultura y producción frutal. Tomo 1 Trad. Del
francés. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 102 p.

Calderón, A. E. 1983. La poda de los árboles frutales. 3a. Ed. Editorial México.
p 375-380.

Cepeda, S. M. 1978. Identificación y comportamiento, hábitos alimenticios,
evaluación de población y control de seis especies de rata de campo,
encontradas en huertos de manzano (*Pyrus malus* L.), en el Cañon de
Carbonera, Mpio. de Arteaga, Coah. Tesis Profesiona UAAAN. 80p.

-----1979. El cultivo del Manzano *Pyrus malus* L. Folleto de seminario de la
Maestría en Parasitología Agrícola. ITESM. Monterrey, N. L. 8 p.

----- H. Ramírez y B. Castillo M. 1988. El manzano. UAAAN. Buenavista,
Saltillo, Coah. 172 p.

Colli, T. L . A . 1998 . Control de paño mediante el uso de Giberelinas (GA4 y
GA7), en manzanas Golden Delicious en la Sierra de Artega, Coahuila.
Tesis de Licenciatura. UAAAN. 47 P.

Countanceau, M. 1971. Fruticultura técnica y económica de los cultivos de las rosáceas leñosas productoras de fruto. Ed. Oikos, Tau, S. A. Barcelona, España. 608 p.

Creasy, L. L. 1980. The correlation of weather parameters with russet of Golden Delicious apples under orchard conditions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (5): 735-738.

Del Place, E. 1969. Manual de Arboricultura Floral. 3a. Ed. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 300 p.

Escobar, R. 1981. Enciclopedia agrícola y de conocimientos afines. 2a. Ed. México. 327 p.

Fabregas, R. J. 1969. Cultivo del Manzano. Editorial Sintesis. Barcelona. p 31-33.

Greene, B. W. 1993. Effects of GA4 and GA7 on flower bud formation and russet development on apple. J. Hort. Sci. 68 (2): 171-176.

Hernández C., F.D. 1982. Evaluación de cuatro productos fungicidas y observación de prácticas culturales para el control de la roña de la manzana *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint, en huerto de manzano

(*Pyrus malus*), en el Cañón de Los Lirios, Municipio de Arteaga, Coah.

Tesis Profesional UAAAN 109 p.

Informe Agropecuario y Forestal. 1978-1981. SARH. Subsecretaría de Agricultura y Operación. Dirección General de Economía Agrícola.

Janick, J. 1965. Horticultura Científica e Industrial. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

Kramer, S.; Achuricht R.; Friedrich G. 1983. Fruticultura. 2a. Impresión. Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V. México. p 41,43.

Lamonarca, F. 1972. Los Arboles Frutales. Editorial De Vecchi, S. A. Barcelona. p 217, 218.

Letham, D. S. 1964. Isolation of a kinin from plum fruitlets and other tissues En la obra de Nitch, p 104-119.

Meador, D. B.; Taylor B. H. 1987. Effect of Early Season Foliar Sprays of GA4+GA7 on Russeting and return Bloom of Golden Delicious Apple. Hort. Science 22 (3): 412-415.

Mendel, S.F. 1979. El control del crecimiento y la floración en el manzano. Agro sur. 7(1): 35-46.

Mendoza, V. M. 1965. El cultivo de la manzana. Centro Nacional de Productividad. México. p27.

Moulton, G. A.; King J.; Gundersen B. 1994. Field Trials of Provide on Jonagold Apple. W S U. Mount Vernon.

Nicolás, L. J. M. 1980. Efecto de cuatro niveles de humedad en el suelo sobre el comportamiento del manzano (*Malus sylvestris* Mill), cv Golden Delicious. Tesis Profesional UAAAN. 91 p.

Porta, M. P.; Badia, S. M.; Mitjana, B. J. 1969. Guía Práctica de Tratamientos Peral-Manzano. España Dilagro.

Ramírez, R. H. y Hood, G. V. 1981. Effects of growth substances on the process of fruitbud initiation in apple, Acta Horticulture 120: 131-136.

-----y Cepeda S. M. 1993. El Manzano. 2a. Ed. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México. p 11-18, 29.

Real L. J. I. del. 1982. Métodos de evaluación del período de descanso en Manzano bajo las condiciones de Arteaga, Coah. 1971-1972 y 1979-1980. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 91 p.

Requejo, A. S. 1974. El Manzano. Publicaciones de extensión agrícola. 3a. Ed. Editorial Ministerio de Agricultura. Madrid España. p 23-30- 349.

Rodríguez, S. E. Y Reyes L. A. 1997. Distribución y Control del Paño (Russeting) en Manzana Golden Delicious en la Sierra de Arteaga, Coah. VII Congreso Nacional de Horticultura. Culiacán, Sinaloa, Méx. Vol. 5 No. 1 p 176.

-----1998. Distribución y Control del Paño (Russeting) en Manzana Golden Delicious en la Sierra de Arteaga, Coah. Tesis de Maestría, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Ruíz, O. M. 1979. Tratado elemental de botánica. 15a. Ed. Editorial ECLALSA. México.

Ryugo. 1993. Fruticultura. Ciencia y Arte. 1a. Ed. AGT. Editor, S. A. México. p 139-408.

Sinnott, E. y K. Wilson. 1975. Botánica; principios y problemas. Editorial Continental. México. 548 p.

Skoog, F., y Miller, C. O. 1957. Chemical regulation of growth and organ formation in planta tissue cultures in vitro. Symp. Exptl. Biol. 11: 118-131.

Steenkamp J.; Westraad I. 1988. Effect on Gibberellin A4+7 on Stem-and Calyx-End Russetting in Golden Delicious Apples. *Scientis Horticulturae* 35: 207-215.

Tamaro, D. 1974. *Tratado de Fruticultura*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, España. p 31-32.

Taylor, B. K. 1975. Reduction of apple skin russetting by gibberellin A4+7. *J. Hort. Sci.* 50: 169-172.

Van, O. J., Conclin, M. E., y Blakeslee, A. F., 1942. Cultivation in vitro of small *Datura* embryos. *Amer. Jour. Bot.* 29: 472-477.

-----y Loeffler, J. E. 1962. SD, 4901 N⁶ -bencyladenin e delays postharvest deterioration of vegetables. Paper presented to 1st Int. Cong. Food Science Technol., Londres, p18-21.

Wallace, T. F. 1966. *Producción comercial de manzanas y peras*. Editorial Acribia. Zaragoza España. p 3-5.

Weaver, R. j. 1982. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. 2a. reimpresión. Editorial Trillas, S. A. p 28-132.

Westwood, M. N. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ediciones mundiprensa. Madrid. p 251, 252, 351, 352.

Wickson, M., y Thimann, K. V. 1958. The antagonism of auxin and kinetin in apical dominance. *Physiol. Plantarum*. 11: 62-72.

Wilson, C. y W. Loomis. 1969. Botánica. Editorial UTEAH. México. p. 324-325

APENDICE

Cuadro A.1 Análisis de varianza practicado sobre el Número de Frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	4	1448.796875	362.199219	0.6848 *	0.608
FACTOR B	3	1711.640625	570.546875	1.0786 **	0.366
INTERACCION	12	3597.296875	299.774750	0.5667 NS	0.860
ERROR	60	31736.750000	528.945862		
TOTAL	79	38494.484375			

C.V. = 49.74%

* Significativo

Cuadro A.2 Análisis de varianza practicado sobre el Peso de los Frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	4	40.843750	10.210938	1.0408 **	0.394
FACTOR B	3	56.274902	18.758301	1.9121 **	0.136
INTERACCION	12	79.506348	6.625529	0.6754 NS	0.769
ERROR	60	588.625000	9.810416		
TOTAL	79	765.250000			

C.V. = 43.96%

** Altamente significativo

Cuadro A.3 Análisis de varianza practicado sobre los Grados Brix.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	4	7.875000	1.968750	3.4539 **	0.010
FACTOR B	3	8.544922	2.848307	4.9970 **	0.003
INTERACCION	12	8.853516	0.737793	1.2944 **	0.225
ERROR	180	102.601563	0.570009		
TOTAL	199	127.875000			

C.V. = 6.36%

** Altamente significativo

Cuadro A.4 Análisis de varianza practicado sobre la Firmeza de los frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	4	41.789063	10.447266	2.5736 **	0.039
FACTOR B	3	19.953125	6.651042	1.6385 **	0.181
INTERACCION	12	68.476563	5.706380	1.4057 **	0.166
ERROR	180	730.679688	4.059331		
TOTAL	199	860.898438			

C.V. = 9.96%

** Altamente significativo

Cuadro A.5 Análisis de varianza practicado sobre la Forma de los Frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.003000	0.000750	0.5001NS	0.738
ERROR	15	0.022499	0.001500		
TOTAL	19	0.025499			

C.V. = 3.93%

NS = No significativo

Cuadro A.6 Análisis de varianza practicado sobre el Daño Basal.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.135010	0.28375	4.8643**	0.010
ERROR	15	0.875008	0.058334		
TOTAL	19	2.010017			

C.V. = 12.39%

** Altamente significativo

Cuadro A.7 Análisis de varianza practicado sobre el Daño Medio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	3.972992	0.993248	50.5038 **	0.000
ERROR	15	0.295002	0.019667		
TOTAL	19	4.267994			

** Altamente significativo

C.V. = 11.13%

Cuadro A.8 Análisis de varianza practicado sobre el el Daño Apical.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.467999	0.367000	2.6723 **	0.072
ERROR	15	2.060001	0.137333		
TOTAL	19	3.528000			

C.V. = 31.95%

** Altamente significativo