

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Fertilización del Manzano (*Malus domestica*) a Base de Quelato de Fierro y  
Sulfato de Amonio para la Floración y Amarre de fruto

Por:

**MARIO BARRETO BARRANCO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Mayo de 2017**

---

# INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Manuel Reyes Salas  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez

Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Gerardo Rodríguez Galindo

Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Al creador

A mi Alma Terra Mater

A los maestros de la UAAAN

## **DEDICATORIAS**

A mis padres: Sr. Mario Barreto Aragón y Sra. Leodora Barranco Castillo

A mis hermanos: Josefina Sonia María Guadalupe Benito

A mi esposa e Hijo: Natalia y Emiliano

A mis amigos: Jorge Aragón (+), Chey (+), Martin Jonathan Salazar, Jesús Rodríguez Domínguez, Irving Calero, Víctor Soriano, Gerardo Cocoma, Adán Arias, Felipe Agundez, Martha Solís, Daniel Corona, Rodrigo Solís, Jonathan Vidal, José Luis Guerra, Rigoberto Taxis, Alberto Hernández, Juve García, Ángel López, Karen Alejandra Gonzales, Midel Pliego, Carlos Barreto, Álvaro Gonzales, Jorge Dimas, Javier Becerra, Juan Carlos Montaña, Jaime Gutiérrez, Ismael Nieblas, Miceli Agundez, Alejandro Vázquez, Ulises Benítez, Alexis Aragón, Alberto Zamora, Jesús Salas, Jesús Pérez, Edgar Méndez, Jesús cruz, Jorge Negrete, Irene Jiménez, Elías Coronilla, Alexis Barreto, Patsi Guerrero, Rodrigo Barreto, Enrique Barreto, Roberto Barreto, Fernando Barreto, René Alvarado, Miroslava Carreño, José Vázquez, Alondra Sánchez, Jorge Arenas, Yovani Trujillo, Miguel Valdés, Juan Rosales, Sergio Rivas, Alejandro Dominguez, Daniel Salguero, Israel De Jorge, José Luis Montero, Rodrigo Castillo, José Nuñez, Verónica Leslie Cerezo, Rodolfo Ibarra, Argelia Hernández, Gretta Silva, Yareli Vidal, Barbara Sanchez, Salma Rodriguez, Fabian Cocio, Carlos Gonzales, Gualberto Anzures.

A la familia González Luna: Gracias por el apoyo incondicional.

A los músicos de Saltillo por todos los momentos vividos.

**AGRADECIMIENTOS**  
**DEDICATORIAS**  
**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Resumen.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 INTRODUCCION.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 HIPOTESIS .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>5</b>
<b>REVISION BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Origen del Cultivo .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Morfología del Cultivo.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Clasificación Taxonómica .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Requerimientos Ambientales.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.1 Climáticos .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.2 Hídricos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.3 Edáficos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 Requerimientos de Horas Frío para el Manzano.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Sistema Radicular del Manzano.....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 Floración en manzano .....</b>	<b>13</b>
<b>2.8 Partes florales.....</b>	<b>14</b>
<b>2.8.1 Sépalos .....</b>	<b>14</b>
<b>2.8.2 Pétalos .....</b>	<b>14</b>
<b>2.8.3 Estambres.....</b>	<b>14</b>
<b>2.8.4 Pistilo .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9 Polinización y Fecundación en manzano .....</b>	<b>15</b>
<b>2.10 Polinización Entomófila .....</b>	<b>17</b>
<b>2.11 Amarre de Frutos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.12 Absorción Nutrimental en Manzano .....</b>	<b>19</b>
<b>2.13 Fertilización .....</b>	<b>20</b>

<b>2.14 Efecto del pH en la Disponibilidad de Nutrientes .....</b>	<b>21</b>
<b>2.15 Esencialidad del elemento .....</b>	<b>22</b>
<b>2.16 Hierro (Fe).....</b>	<b>22</b>
<b>2.17 El Fe en el suelo.....</b>	<b>24</b>
<b>2.18 Deficiencia de Fe en el Suelo .....</b>	<b>24</b>
<b>2.19 Deficiencia de Fe en la Planta .....</b>	<b>25</b>
<b>2.20 Quelatos .....</b>	<b>26</b>
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>27</b>
<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Localización del Sitio Experimental.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Material Vegetativo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Descripción del Experimento .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4 Descripción de los Tratamientos .....</b>	<b>28</b>
<b>Cuadro 2.- Tratamientos aplicados para la Floración y Amarre de Fruto en Manzano.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5 Variables a Evaluar .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Resultados y Discusión: .....</b>	<b>29</b>
4.1.1 Número de Flores por Efecto de Quelato de Fierro:.....	29
4.1.2 Número de Flores por Efecto de Sulfato de Amonio: .....	29
<b>Cuadro 3.- Promedio de Número de flores/rama por Efecto de la Aplicación de los Fertilizantes: Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio.....</b>	<b>29</b>
4.1.3 Número de Frutos por Efecto de Quelato de Fierro: .....	30
4.1.4 Número de Frutos por Efecto de Sulfato de Amonio:.....	30
<b>Cuadro 4.- Promedio de Número de frutos/rama por Efecto de la Aplicación de los Fertilizantes: Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Discusión: .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Conclusión .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Bibliografía .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1</b> Requerimientos de horas frío para el Manzano.	<b>11</b>
<b>Cuadro 2</b> Tratamientos aplicados para la floración y amarre De fruto en Manzano.	<b>28</b>
<b>Cuadro 3</b> Promedio de número de flores/rama, por efecto de la aplicación de los fertilizantes Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio en Manzano.	<b>29</b>
<b>Cuadro 4</b> Promedio de número de flores/rama, por efecto de la aplicación de los fertilizantes Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio en Manzano.	<b>30</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el comportamiento de dos fertilizantes: Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio en un huerto de Manzanos de la variedad: Agua Nueva 2 en porta injerto MM27 plantados en el año 2012, el cultivo cuenta con un sistema de riego por goteo.

Fueron aplicadas diferentes dosis de fertilizantes: (10, 15, 20, 25 gr/ árbol). El experimento consta en evaluar la floración y el cuajado de fruto en 24 árboles de manzano (8 tratamientos, 3 repeticiones).

Se promedió el número de flores/rama y se obtuvo el porcentaje de amarre de fruto, encontrándose diferencias en las dos variables; El quelato de Fierro mostró mayor efectividad en cuanto a la floración y cuajado de fruto, comparado con el sulfato de Amonio.

El porcentaje de amarre de fruto fue bajo, y es que además de que los árboles de manzano tienen un bajo porcentaje de cuajado de la fruta, también presentan un problema de dicogamia con leve tendencia a la protoginia.

Existe la falta de un árbol que actúe como polinizador así como colmenas de abejas, puesto que el manzano requiere de una polinización entomófila debido a las características físicas del polen. Ésta garantiza un mejor transporte del grano de polen de las anteras del polinizador a la variedad comercial.

**PALABRAS CLAVE:** Quelato de Fierro, Sulfato de Amonio, Agua Nueva 2, porta injerto MM27, floración, amarre de fruto, riego por goteo, dicogamia, protoginia, polinización entomófila, anteras, variedad comercial.



## **CAPITULO 1**

### **1.1 INTRODUCCION**

Los manzanos son los árboles frutales más antiguos del mundo. Al parecer sus originarios han sido situados entre los Balcanes de Europa, el Cáucaso, Irán, Turkestán y el sur de Rusia, desde donde fue llevada a Grecia siglos A.C. Las variedades cultivadas se conocieron en el siglo XIII y aún persisten. En asentamientos prehistóricos descubiertos en los lagos suizos, se han hallado restos carbonizados de manzanas (SAGARPA 2013); Llegó a América de la mano de los primeros colonos, que llevaban consigo semillas del árbol. Se conservan documentos de la Massachusetts Bay Company, de Estados Unidos, que demuestran que en Nueva Inglaterra ya se cultivaba el manzano en 1630. Indígenas, misioneros y comerciantes llevaron las semillas hacia el oeste de los nuevos territorios (SAGARPA, 2013).

A nivel mundial se producen aproximadamente 60 millones de toneladas de manzana al año en una superficie de 5.6 millones de hectáreas, siendo China el principal productor con más de 20 millones de toneladas, seguido de Estados Unidos de América con 5.0 millones. Estos países aportan el 45% de la producción mundial, mientras que México aporta 0.58 millones de toneladas al año, que representa el 0.97% de la producción mundial (SIAP, 2013).

Actualmente en México la superficie sembrada de manzana es de 61,219.53 ha con una producción de 584,655.18 t de las cuales 39,544.70 ha se trabajan bajo condiciones de riego teniendo una producción de 491,524.34 t y bajo condiciones de temporal se siembran 21,674.83 ha con una producción de 93,130.84 t (SIAP, 2013). Los estados con mayor superficie y producción de manzana son en orden de importancia Chihuahua, Durango y Coahuila.

Las tendencias nacionales son estables en superficie pero inestables

en cuanto a la producción dado a factores climáticos como lo pueden ser las heladas tardías y el granizo entre otros. Debido a que el consumo *per cápita* de manzana en México aumentó de 3.7 a 7.9 Kg de 1980 al 2011, la importación de manzana ha cobrado cada vez mayor auge, ya que la producción nacional no abastece las necesidades de los consumidores en el país, lo que obliga a nuestros productores y empresarios a ser más competitivos, ya que debe satisfacerse primero la demanda del mercado nacional y después buscar posicionarse de mejor manera internacionalmente (SAGARPA, 2013).

Actualmente Chihuahua es el principal productor de manzana en el país con aportación de más del 58%, además de que en el estado se selecciona y empaca más del 75% de las cajas a nivel nacional. El nivel de tecnología (tipo de riego, control de enfermedades, mallas antigranizo, control de heladas entre otros) oscila entre el 30% con nivel alto, 40% con nivel intermedio y 30% con nivel bajo, este último tendiendo a desaparecer (SAGARPA, 2013). En el estado de Coahuila de Zaragoza se encuentran sembradas 7,028 ha con una producción total de 59,653.78 t de las cuales 3,063 ha se encuentran bajo condiciones de riego teniendo una producción de 45,776.28 t y bajo condiciones de temporal se tienen 3,965 ha con un producción de 13,877.50 t (SIAP, 2013).

Los manzanos requieren de un ambiente con clima templado, con humedad relativa estable, una temperatura menor a 25° C en verano. Son muy resistentes al frío en invierno en dormancia y al romper la latencia en forma lenta al inicio de la primavera, con ello se reduce el riesgo de heladas tardías en primavera, aunque los órganos anuales como hojas, flores y frutos, sean sensibles (FAO, 2013)

## **1.2 OBJETIVO**

Evaluar el Efecto de dos Fertilizantes: Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio para la Floración y Amarre de Fruto en Árboles de Manzano.

## **1.3 HIPOTESIS**

La Aplicación de Fertilizantes Quelatados y Sulfatados incrementa la Floración y Amarre de Fruto en los Árboles de Manzano (*Malus domestica*).

## **CAPITULO II**

### **REVISION BIBLIOGRAFICA**

#### **2.1 Origen del Cultivo**

Desde la aparición de los hombres sobre la tierra, su objetivo principal para asegurar su propia existencia, fue la obtención de alimento, para adquirir una buena alimentación de mejor calidad y en cantidades necesarias, para ello, era indispensable la nutrición de las plantas (Cosmocel, 1987).

Tamaro (1974), menciona que el manzano es originario de las partes templadas de Europa, las regiones del Cáucaso y del Asia central y se encuentra principalmente en regiones montañosas poco elevadas.

Juscafresa (1978), reporta que se conocen varias especies de manzano, procedentes del hemisferio boreal, que vegetan en estado silvestre desde América del norte hasta la Manchuria.

Cepeda (1987), menciona que el manzano (*Pyrusmalus L.,*) es indudablemente uno de los cultivos más antiguos y que en la actualidad se encuentra distribuido en la mayoría de las regiones templadas, siendo originario de la región del Cáucaso en la URSS, aunque algunos autores reportan que es originario del Asia Central.

Melvin (1982), dice que posee alrededor de 15 especies de las cuales 2 proceden de Europa, 4 del norte de América y el resto de Asia.

## 2.2 Morfología del Cultivo

Edmond (1976), señala que las hojas son simples, alternas y dentadas o lobuladas, varían en forma, tamaño, color, espesor, pubescencia y textura. Mediante estas diferencias se pueden identificar las especies de manzano y dentro de ellas las variedades. Por ejemplo las hojas de la variedad Delicious son moderadamente anchas con respecto a las variedades Jonathan, que son pequeñas y angostas.

Edmond (1976), las flores son perfectas, con cáliz pentalobulado, cinco pétalos separados moderadamente grandes, numerosos estambres separados y un ovario con cinco celdas y estigma. De la yema floral mixta, situada en el extremo de cada espolón, nacen cinco o más flores.

Tamaro (1968), los frutos varían en forma, tamaño y color, época de madurez y otras características. En general las manzanas son esféricas, con cavidades en el extremo basal (tallo) y en el apical (flor) y la piel es verde, roja o amarilla, pudiendo cambiar dos o los tres pigmentos (dependiendo de la variedad), la pulpa es blanca o amarilla.

Tamaro (1968), expresa que el tallo es recto y alcanza ordinariamente de 2 a 5 metros de altura, con corteza cubierta por lentejuelas lisas de color verde ceniciento sobre las ramas. Tienen una vida de 70 a 80 años como término medio, las ramas se insertan en un ángulo abierto con el tallo. El leño es de color pardo, pesado, duro, compacto y susceptible de pulimento; los anillos leñosos del tallo y de las ramas son de color azul oscuro y se hacen compactas muy pronto.

Edmond (1976), indica que el sistema radical consta comúnmente de una raíz principal o pivotante relativamente corta y varias raíces laterales grandes y extendidas que se ramifican en una red de raíces más pequeñas.

## 2.3 Clasificación Taxonómica

Sinnto y Wilson (1975) clasifican al manzano de la siguiente manera:

Reino.....Vegetal  
División.....Traqueofita  
Subdivisión....Pteropsida  
Orden.....Rosales  
Familia.....Rosaceae  
Clase.....Angiosperma  
Subclase.....Dicotiledóneas  
Genero.....Pirus  
Especies.....Malus

## 2.4 Requerimientos Ambientales

### 2.4.1 Climáticos

Calderón (1988), refiere que al manzano es una especie poco exigente en cuanto a suelo y clima. Sin embargo, el fruticultor necesita conocer el límite de la tolerancia al frío sin que el árbol sufra daño, su necesidad de frío invernal durante el periodo de reposo, los efectos de heladas sobre la floración, temperatura requerida entre la salida del reposo invernal y la época de floración, sus necesidades de floración, de insolación, humedad, el efecto de las temperaturas de verano y otros datos.

Calderón (1983), asegura que los factores del clima son de más importancia en condiciones normales que los factores suelo y bióticos, ya que el clima prácticamente no puede ser cambiado en un lugar dado, mientras que gran cantidad de condiciones del suelo o bióticos desfavorables, son relativamente fáciles de modificar.

### 2.4.2 Hídricos

Álvarez (1988), afirma que el manzano utiliza gran cantidad de agua, como todos los vegetales de frutos carnosos y un árbol adulto necesita entre 200 y 300 litros de agua por año por kilo de fruta producida. Este consumo está repartido a lo largo del ciclo vegetativo con cifras diarias desde 1 mm/día según los meses de la zona.

Álvarez (1988), si se riegan suelos salinos o con agua salina, más de 0.8 g/lit, se debe pensar en incrementar la lámina a fin de lavar las sales y evitar la degradación del suelo. Esto es importante en riegos como el goteo, y no se debe tener en cuenta en otros sistemas, como los riegos por inundación que por su bajo grado de eficiencia, producen lavados importantes

### 2.4.3 Edáficos

Álvarez (1974), menciona que aunque el manzano posee una gran flexibilidad de adaptación para los diferentes tipos de suelo y se encuentran huertos de manzano en los terrenos más dispares, el rendimiento de cada tipo de suelo no es igual, ni en la calidad, ni cantidad de fruta, ni el desarrollo del árbol; por ello, debe huirse de los suelos con características extremas. No debe aconsejarse nunca el establecimiento de plantaciones de frutales en terrenos muy arenosos o excepcionalmente calizos, ni en los compactos, de encharcamiento fácil y difícil aireación. La calidad del terreno en que se va a realizar la plantación es uno de los factores decisivos en el éxito de la misma.

Juscafresa (1978), dice que la acidez y la alcalinidad del suelo le son de bastantes indiferentes, por lo que se puede desarrollar perfectamente en las tierras consideradas inaptas para otros frutales, sin que causen diferencias notables a causa de estos extremos.

Álvarez (1974), Es de primordial importancia que el suelo tenga una profundidad mínima de un metro y medio de tierra suave y rica contando con un buen drenaje. En suelos ricos y con disponibilidad de riegos esta profundidad puede disminuir.

## **2.5 Requerimientos de Horas Frío para el Manzano**

Los requerimientos de horas frío son propios de cada especie y variedad en particular y existen variedades de alto requerimiento de frío y otras de poca exigencia, que se comportan bien y brotan normalmente (Calderón, 1987).

La presencia de bajas temperaturas es necesaria en frutales caducifolios durante su reposo. La exposición al frío tiene una doble función por un lado induce a que se presente y por otro lado a que se termine el letargo (Calderón, 1990)

Las bajas temperaturas son las que ponen fin al periodo de reposo de las yemas. Es interesante indicar que la acción de las bajas temperaturas invernales para romper el periodo de reposo tiene un efecto puramente local sobre cada yema del árbol, no transmitiendo su efecto de una parte a otra.

En la primavera, las yemas que brotan son casi siempre las apicales, siguen las florales, luego las mixtas y finalmente las vegetativas laterales. Probablemente este orden se debe a las exigencias de frío, por lo que brotan primero las que son satisfechas con menos horas (Calderón, 1990)

Para que el árbol rompa su estado de reposo y brote con normalidad en primavera requiere:

- Que sus necesidades de frío invernal hayan sido satisfechas.
- Que se presenten temperaturas favorables al crecimiento.



Mientras que cualquiera de estas condiciones no se presenten en forma debida, el árbol continuará estando en descanso, siendo la primera de ellas la causante en regiones tropicales, del llamado reposo prolongado (Calderón, 1990).

El frío es el requisito más importante para el rompimiento del letargo. El letargo requiere un periodo prolongado de enfriamiento, el requerimiento de temperatura varia con la especie, (Bidwell, 1993) señala que la temperatura benéfica está próxima a los 5<sup>0</sup>C y temperaturas muy por encima o inferiores son ineficientes.

Ryugo (1993), por su parte señala que para la mayoría de las yemas frutales de hueso y pepita así como semilla, la temperatura de 6 <sup>0</sup>C a 7 <sup>0</sup>C, parece ser la óptima para satisfacer las necesidades de frío.

Los requerimientos de frío se miden o expresan comúnmente por el término “hora/ frío”. Todo el tiempo en que durante el reposo invernal este expuesto el árbol a temperaturas iguales o menor a 7.2<sup>0</sup>C, puede sumarse y expresarse el total obtenido en horas.

Las horas frío requeridas para la obtención de un 50 % de brotación de yemas, se considera el momento en el que el requerimiento de frío ha sido satisfecho para ese cultivar. El final del reposo no es predecible por una simple suma de horas por debajo de 7.2<sup>0</sup>C, debido a que temperaturas ligeramente superiores a 7.2<sup>0</sup>C también tienen influencia en el rompimiento del reposo: las temperaturas abajo del punto de congelación son aparentemente ineficientes (Ryugo, 1993).

Los rangos de requerimiento de frío son muy extensos entre las diversas variedades. No resultando correcto, por lo tanto, hablar de necesidades de frío del manzano, sino que debe de referirse a necesidades de frío según sea su variedad (Calderón, 1990).

Es difícil determinar la cantidad precisa de frío que se requiere para salir del reposo. De hecho, el tiempo exacto para la floración depende de la variedad, la región, y la temperatura de exposición (Gill, 1997).

Malgarejo, expone que los requerimientos de horas frío para el manzano se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro 1.-** Requerimientos de Horas Frío para el Manzano.

VARIEDAD	HF
Anna	300
Gala	600
Granny Smith	650
Jonathan	700
Agua Nueva 2	550
Red Delicious	800
Golden Delicious	850
Starking	850
Rome Beauty	1000

La presencia de horas frío en exceso, por arriba de las necesidades mínimas de la variedad no causan ningún daño o perjuicio.

Al igual que para entrar al letargo, o al salir de él, hay un periodo de quietud, de modo que aunque las yemas hayan cubierto sus necesidades o requerimientos de frío, no brotarán hasta que haya condiciones externas de temperatura y horas luz adecuadas, así que en este estado final necesitan acumular horas calor (González- Cepeda,1972)

## 2.6 Sistema Radicular del Manzano

(Childers et al; 1992), las raíces del manzano con fines de nutrición y agua deben cumplir las siguientes funciones claves: a) Anclaje, b) Absorción mineral, c) Síntesis de ciertas hormonas del manzano y d) Tamaño de raíz que afecta el tamaño del árbol y el espaciamiento entre ellos. Para el establecimiento de una huerta de manzano el suelo debe tener en los primeros 0.3 m una buena aireación y drenaje, para permitir un desarrollo extensivo de las raíces.

(Maib et al., 1996), el árbol de manzano con un patrón estándar tiene un sistema radicular formado por raíz principal o de extensión, raíz lateral o adventicia y raíces de absorción, es considerada una raíz superficial entre los frutales, porque más del 70 % de su volumen radicular está entre los primeros 0.4 m de profundidad del suelo, por lo cual ésta es la zona de absorción de agua y nutrientes en árboles con crecimiento estándar.

En el árbol de manzano, las raíces pueden dividirse en dos tipos: raíces de extensión y raíces laterales. Las raíces de extensión son las que engruesan y sobreviven. El crecimiento de las raíces blancas varía de 0.3 a 2 mm y las raíces de extensión tienen un crecimiento de 1 cm/día, ambos crecimientos son mayores por la noche. (Del-Real-Laborde et al., 1990).

(Maib et al., 1996), Los pelos radicales donde se realiza la mayor absorción de agua y nutrientes, tienen una longitud de 0.025 a 0.05 mm, los exudados de éstos pelos radicales contienen carbohidratos como malato, citrato y oxalato, que son señales para los procesos de absorción de nutrientes y de la interacción con los microorganismos del suelo.

## 2.7 Floración en manzano

El éxito de un huerto de manzano depende totalmente de la fenología de floración del polinizador compatible (donador de polen) y la movilidad de la abeja entre las variedades compatibles (polinización cruzada), para lograr un óptimo cuajado de fruto y buen rendimiento. Durante el verano y otoño tiene lugar la progresiva diferenciación de los órganos florales, después del reposo invernal, la diferenciación precede, siempre incluyendo a la yema en la formación de gránulos de polen y de los óvulos. Las yemas florales son las primeras en abrirse en el mes de abril, dando origen a flores completas, listas para la fecundación (Goldway *et al.*, 2001).

La inflorescencia del manzano es un corimbo formado de 3 a 8 flores hermafroditas del grupo pentámero, cada botón floral tiene en su base dos yemas de madera; los botones florales pueden ocupar una posición lateral sobre la madera de dos años, o una posición terminal en la ramilla de dos años. Un árbol carga aproximadamente 100 000 flores, pero sólo es suficiente del 2 al 4 % de estas lleguen a un buen término para que la fructificación sea suficiente y se logre una buena producción (Ramírez y Cepeda, 2001); sin embargo Mc Gregor (1976), menciona que con un 5 % se producirá una cosecha comercial. Estudios realizados en la región manzanera de Arteaga, reportan que se requiere 3.5 flores para cosechar un fruto de óptima calidad, siempre y cuando se cuente con la presencia de colmenas fuertes de abejas durante la floración del manzano (Mata, 2002).

Las condiciones de nutrición en los árboles de manzano influye sobre la calidad de la flor, los niveles de nitrógeno, boro y calcio afectan directamente el desarrollo de los órganos reproductores (Ryugo, 1988), también se observan efectos similares cuando la condición hídrica de la planta es deficiente en el momento del inicio de la formación de flores (Ramírez y Uriu, 1976). En la

variedad Golden Delicious, el nitrógeno induce una mayor formación de primordios florales y amarre de fruto (Vermaet *al.*, 2005).

## **2.8 Partes florales**

### 2.8.1 Sépalos

Del latín *separ*, separado. Es cada una de las partes que componen el cáliz, ordinariamente de color verde o en algunos casos del mismo color que los pétalos (Salvat, 1976). Los sépalos protegen las partes internas de la flor en las yemas. En algunos frutales los sépalos persisten durante toda la vida de la flor, incluso del fruto. Los sépalos pueden estar libres entre sí, constituyendo el cáliz dialisépalo, o soldados, formando una sola pieza; llamado cáliz gamosépalo. Esta parte de la flor permite que las abejas lleguen por medio de su aparato succionador con mayor o menor facilidad a los nectarios (León, 1999).

### 2.8.2 Pétalos

Los pétalos son de color rosa pálido y blancos, algunas veces pueden estar manchados de color púrpura (Agusti, 2004). Se encuentran dentro de los sépalos y se les llama colectivamente corola. El color fuerte de los pétalos; así como el perfume, constituye un atractivo para los insectos, particularmente para las abejas, que ayudan a la polinización. Puede suceder como en el cáliz, que sus piezas están libres entre sí (corola dialisépala) o que los pétalos están soldados (corola gamopétala); esta disposición es de sumo interés por cuanto en la base de los pétalos están los nectarios en la mayoría de las plantas.

### 2.8.3 Estambres

Del latín *stamen*, urdimbre. Es el órgano masculino que trae los sacos polínicos en las angiospermas, el estambre es homólogo a un microsporofilo y consta, generalmente, de dos partes: el filamento y la antera, que suele estar

formada por dos tecas unidas por una porción estéril. Cada teca suele llevar en su seno dos sacos polínicos (Salvat, 1976). La flor del manzano tiene numerosos estambres aproximadamente 15 y se encuentran en la parte alta del pistilo. Los granos de polen del manzano se asemejan a diminutas partículas amarillas de polvo. Son redondos o gruesamente triangulares, con un diámetro de 25 micras. Cada antera contiene cerca de 3,500 granos de polen, dado que existen 20 anteras en promedio habrá por flor más de 70,000 granos de polen. El polen del manzano es pegajoso y se adhiere al cuerpo piloso de la abeja que visita las flores en busca de néctar. Es así que cada abeja puede transportar 100,000 granos de polen (Childers *et al.*, 1995)

#### 2.8.4 Pistilo

1Se le conoce como el órgano femenino, y se compone de tres partes: la parte basal u ovario que contiene los óvulos jóvenes que, con otras partes forma el fruto, los estilos, unidos al ovario, que llevan en el ápice las superficies receptoras adherentes conocidos como estigma, donde caen, se adhieren y germina los granos de polen (Childers *et al.*, 1995). La flor del manzano, tiene un pistilo con un ovario compuesto por cinco alvéolos formados por la testa y el tegumento, cada alvéolo está provisto de dos óvulos, si todos fueran fecundados la manzana contendría 10 semillas (Lalatta, 1990).

### **2.9 Polinización y Fecundación en manzano**

La formación del fruto del manzano, comprende dos fases: a) Polinización, es decir el transporte de los granos de polen de la antera al estigma del ovario. b) La fusión del núcleo espermático del polen con el núcleo femenino, de tal fusión surge la semilla mientras que del ovario y de los tejidos circundantes, tiene origen el fruto. Este proceso se llama amarre de fruto. La fecundación del manzano solo se dará, cuando el polen transportado contenga alelos diferentes, si los alelos son iguales que los del pistilo serán rechazados y ocurrirá la autoincompatibilidad (Goldway *et al.*, 2001). En el manzano existe

el fenómeno común de autoincompatibilidad, que consiste en que el polen de una cierta flor no es apto para fecundar el ovario de la misma flor, ni tampoco los ovarios de flores de la misma variedad, por lo general es esterilidad masculina, dicho fenómeno previene la endogamia y promueve el cruzamiento (Goldwayet *al.*, 2001).

Es donde recae la necesidad de incorporar abejas a los huertos, por ser las encargadas de transportar el polen de una variedad al ovario de otra variedad, con la finalidad de llevarse a cabo efectivamente la fecundación y la fusión del núcleo, al momento de ocurrir este proceso de combinación aumenta el balance hormonal de la flor autoinfértil (Valdés, 1983). La posibilidad de éxito aumenta cuando se tienen diversas variedades polinizadoras, la selección se realiza con el criterio que la variedad polinizadora cuente, con polen en cantidades abundantes y de alta germinación (Hjeltnes and Nornes, 2007), durante, antes y después de su floración completa.

Las abejas son las responsables de la polinización cruzada, que es el intercambio de pólenes entre plantas de la misma especie pero de distinta variedad. Un gen simple polimórfico, llamado S-Locus, es el responsable de la polinización en las variedades auto incompatibles (Goldwayet *al.*, 2001).

Es importante considerar a las condiciones ambientales, así el clima en el momento de floración juega un papel importante en la polinización y por ende en la fecundación. Las condiciones óptimas para la germinación del grano de polen en el estigma y el crecimiento del tubo polínico deben estar entre 21 y 27°C (Childerset *al.*, 1995).

A medida que la temperatura cae a -2 °C, la formación de hielo dentro de los tejidos de la flor puede causar lesión en la capa superficial del fruto. A los

-3 °C y a temperaturas más inferiores, los estilos y óvulos pueden ser destruidos, evitando la fecundación. A los 5 °C puede hacer que el polen no germine y a los 10 °C el crecimiento del tubo polínico sea muy lento (Norton,2002).

Existen algunos casos de productores que utilizan polen comercial importado de EEUU., para tratar de garantizar la polinización, sin embargo el costo del polen es bastante alto, como también la labor de aplicarlo manualmente; es por eso que Cedeño (1999), indica que se puede prescindir del polen importado, ya que la sola polinización con abejas garantiza un amarre de fruto del 30 %, suficiente para una cosecha comercial, aparte los costos de polinización con abejas se pueden disminuir si el productor utiliza colmenas de su propiedad.

### **2.10 Polinización Entomófila**

La polinización del manzano es entomófila, lo que significa que recae en la acción de los insectos para transportar los granos de polen, las abejas son los principales agentes polinizadores. Esto se debe a las características del polen del manzano, que lo hacen pesado y pegajoso, limitando la acción del viento como un vector eficaz para este cultivo. La polinización cruzada se conoce como la transferencia del polen de la antera al estigma de una flor de la misma planta o entre diferentes plantas (Monoicas y Dioicas). De ahí que, una buena cosecha de manzana depende de la polinización cruzada acertada, por lo que es fundamental que una fuente de polen compatible esté presente en la huerta (Wilson and Elfving, 2003).



Para llevarse a cabo una adecuada polinización es necesaria una armonía entre el polinizador y la flor receptiva, siendo la abeja melífera la más apta en este proceso (Gupta, 2005). La efectividad de la abeja como polinizadora del manzano también depende de otros factores, algunos relacionados con las colmenas y otros con factores ambientales o con la presencia de flora competitiva (Persano, 2002).

### **2.11 Amarre de Frutos**

Se conoce como amarre de frutos a la unión de los gametos masculinos y femeninos, que al momento de efectuarse genera estímulos hormonales que evitan la abscisión o caída del fruto y promueven el desarrollo y crecimiento, tanto del ovario como de tejido adyacente para formar el fruto. El amarre del fruto está acompañado por el marchitamiento y caída de los pétalos, pero no todas las flores amarran aunque cada flor del racimo floral sean polinizados y la planta se encuentre en buen estado nutricional e hídrico; por lo tanto se presenta una caída natural de frutos pequeños que varía según la variedad y el manejo del huerto. En manzano se ha reportado que la caída natural puede ser de hasta un 95 % o más de sus flores y frutos jóvenes (Westwood, 1993).

Los frutos de mejor calidad se producen sobre los crecimientos de brindillas, coronadas y lamburdas que se encuentran en madera de dos años. Para mantener la proliferación de estos brotes en el próximo año, necesitamos llevar a cabo la defoliación del follaje y en seguida efectuar la poda de fructificación en periodo invernal (Agustí, 2004).

En la región manzanera de Arteaga, Coahuila, se lleva a cabo la práctica de defoliación aplicando una solución de sulfato de cobre e hidróxido de calcio, para eliminar el follaje restante del verano, permitiendo que el árbol almacene reservas para la próxima primavera. Sin embargo el amarre de los frutos es

afectado por múltiples factores tanto antes como después de la floración y en la región productora de manzano de la sierra de Arteaga, Coahuila., la deficiencia de frío, estrés de agua, heladas, granizo, etc., limitan la capacidad productiva (Mata,2008b).

Estudios efectuados en la sierra de Arteaga, Coahuila, señalan que la presencia de abejas favorecen al amarre de fruto en 75 % para Golden Delicious y 76.5 % para Red Delicious, además de establecer que el utilizar dos colmenas por hectárea aseguran la visita de las abejas a la mayor cantidad de flores dentro de la huerta, considerando que dichas colmenas tengan una alta capacidad de trabajo para hacer más eficiente la polinización (Mata *et al.*, 1998), así mismo estudios realizados en la misma región manzanera afirman que en un periodo de floración ausente de la presencia de las abejas el amarre de fruto descendió a solo 2.7 % y con la presencia de abejas se logra una permanencia de 35.75 frutos de alta calidad a la cosecha, en 25 yemas florales. (Mata, 2002).

## **2.12 Absorción Nutricional en Manzano**

Los puntos de crecimiento de la raíz y los pelos radicales son conocidos como raíces de absorción de nutrientes y de agua. Tanto las raíces blancas y las leñosas translocan en los nutrientes y el agua, pero las raíces blancas tienen mayor absorción que las raíces leñosas. (Marschner, 1995).

El agua tiene un camino desde la raíz hasta las hojas siguiendo un gradiente descendente de potencial hídrico, el potencial hídrico es el estado energético con que se encuentra el agua en el continuo suelo-planta-atmósfera, y se puede expresar en forma de peso, masa o volumen y actualmente se expresa en unidades de Pascal (Pa).(Marschner, 1995).

El movimiento de los nutrientes en solución a través de membranas selectivamente permeables, se conoce como vía simplasto, este movimiento es mediante transportadores para mover los iones a través de la membrana celular en contra de un gradiente químico y electroquímico, la energía utilizada es proporcionada por la proteína transmembranal en forma de Adenosina Tri Fosfato (ATP por su siglas en inglés). (Marschner, 1995).

### **2.13 Fertilización**

La fertilidad natural de un suelo normalmente no aporta los suficientes nutrimentos para cumplir con la demanda de los cultivos, necesaria para obtener su máximo rendimiento y producción, por lo tanto, se requiere de complementación con fertilizantes (Etchevers, 1997; Alcántar y Sandoval, 1999).

La fertilización consiste en añadir al terreno abonos orgánicos y minerales, o bien, correctores y enmiendas, para elevar el nivel nutritivo de los árboles y eliminar así un factor que limita la producción. (Lalata, 1988).

Trocme (1997) cita que son muchos elementos requeridos en la planta para su desarrollo, algunos son utilizados por ella en mayor cantidad que otros.

Ravel (1976), menciona que la fertilización es necesaria y tiene por objeto: 1) Proporcionar a la planta nutrición de la que tiene necesidad para vivir, desarrollarse y dar buena producción. 2) Restituir al suelo los principales elementos que ha cedido a la cosecha, para conservarlo en buen estado de fertilidad.

Los elementos necesarios en cantidades relativamente débiles, son llamados oligoelementos, micro elementos, elementos tranzas, elementos catalíticos o elementos menores, de los cuales son siete: Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Molibdeno, Boro y Cloro. (Trocme 1979).

Investigadores como Juscafresa (1983), menciona que los frutales por su larga permanencia en el suelo y por desarrollarse al margen de toda alternativa de cultivo, al cabo de un cierto tiempo y debido a su continuo consumo puede haber agotado de las fuentes naturales del suelo ciertos micronutrientes que, por lo regular no han sido repuestos. Además, comenta que la deficiencia puede ser causada por la carencia real del mismo o por encontrarse de forma inasimilable a causa del bloqueo ejercido sobre el por otro elemento en exceso.

La falta de uno o de varios elementos nutritivos puede dar lugar a enfermedades carenciales, que presentan sintomatologías específicas bastante frecuentes y suelen tener relación con las funciones que los elementos ejercen en las plantas (Lalata, 1988 y Trocme, 1979).

Mulder (1949) citado por Coauntanceua (1971) menciona que los síntomas de carencia pueden ser variables según la gravedad de la deficiencia responsable y pueden clasificarse en tres categorías: Colores cloróticos en las hojas, deformación de hojas, frutos, tallos y manchas necróticas en las hojas, en los frutos de ramas enteras.

#### **2.14 Efecto del pH en la Disponibilidad de Nutrientes**

La disponibilidad de nutrientes a las plantas está altamente relacionada al pH del suelo. La actividad del Fe, Mn y Al se incrementa al aumentar la acidez del suelo y el óptimo para la mayoría de las plantas es de rango 6.0 a 6.8, en este rango no hay deficiencias o exceso de Fe, y Mn disponible (Lucas y Knezec, 1983).

Lindsay y Schwab (1982), indican que la solubilidad del hierro decrece por cada unidad que se incrementa el pH del suelo.

En terrenos ácidos de pH bajo, a causa de la actividad anaerobia de las bacterias, el óxido de Hierro puede ser reducido en su forma soluble, sulfato de

ferroso, que de ser excesivas puede llegar a intoxicar las raíces del árbol causándole la muerte.

### **2.15 Esencialidad del elemento**

Está convenido que para que un elemento sea esencial debe cumplir con los siguientes requisitos:

- La planta no completa su ciclo de su vida en ausencia del elemento.
- La acción del elemento debe ser específica; otro elemento no puede sustituirlo completamente.
- El elemento debe estar directamente involucrado en la nutrición de la planta, esto es, ser un contribuyente metabólico esencial, o por lo menos, requerido para la acción de la enzima.
- La acción del elemento debe ser en el metabolismo vegetal y no a través de modificación del sustrato.

### **2.16 Hierro (Fe)**

Fuentes (1983), menciona que aunque este elemento no forma parte de la clorofila, como ocurre con el Magnesio, su presencia es esencial, junto con el Manganeso y el Zinc, para la formación del pigmento clorofílico. Forma parte de muchas enzimas. Se asimila bajo la forma de ión ferroso ( $Fe^{++}$ ) y también en forma orgánica.

Tamhane. (1983), menciona que el hierro no es un constitutivo de la clorofila, pero es esencial para su formación. Participa en varias reacciones de oxidación y reducción en las plantas y por consiguiente es esencial para la síntesis de las proteínas y varias reacciones metabólicas

Tisdale y Nelson (1991), dicen que es uno de los elementos metálicos más comunes en la corteza terrestre. Su contenido total en los suelos, sin embargo, es viable, cuando oscila desde un valor tan bajo como de 200 ppm hasta más del 10%. Se halla en los suelos como óxidos e hidróxidos y fosfatos, así como en las

estructuras reticulares de los silicatos primarios y en las barras minerales. Bajo distintas condiciones del suelo, pequeñas cantidades de hierro son liberadas durante la alteración debida a los agentes atmosféricos de los minerales primarios y secundarios, y otra parte es absorbida por las plantas.

El contenido de hierro total no tiene valor en el diagnóstico de las deficiencias del hierro, de hecho, ninguna prueba adecuada ha sido desarrollada para este propósito.

Las deficiencias en hierro son proporcionadas en algunos suelos calcáreos y algunos casos, un alto nivel de fósforo del suelo ha sido relacionado a la clorosis férrica.

Trocme y Gras (1979), dicen que el hierro es indispensable para la formación de la clorofila, aunque no sea uno de sus constituyentes, y además forma parte de diversas enzimas de oxidación.

Juscafresa (1978), reporta que es un catalizador energético que actúa en los procesos respiratorios de las plantas y en la formación de la clorofila.

El Ministro de Agricultura. (1974). El hierro tiene gran influencia en la formación de la clorofila aunque no forme parte de ella. Por esta razón, la falta de hierro siempre da lugar a clorosis o amarillamiento.

Shear (1980), menciona que el rango adecuado de fierro para el cultivo del manzano se considera de 40 a 300 ppm.

### **2.17 El Fe en el suelo**

El Hierro libre, el que no está contenido en minerales primarios, que se ha depositado en la superficie de las partículas minerales o floculando con compuestos húmicos, es la forma más accesible a las raíces y la más susceptible de formar complejos (Trocme, 1979).

Calderón (1989), establece que el fierro se encuentra en los árboles frutales entre 10 y 1000 partes por millón (ppm), cuya función principal es la síntesis de clorofila, por lo que su deficiencia se manifiesta por clorosis de las hojas, también actúa como catalizador en los procesos enzimáticos que dan lugar a importantes reacciones de oxidación y reducción en el interior de los vegetales y en los de síntesis de proteínas de cloroplastos. Así mismo ayuda a la absorción de nutrimentos.

Lalatta (1988), indica que el fierro forma parte de diversas enzimas que catalizan los procesos fundamentales de la fotosíntesis, de la respiración y de los óxido-reducciones en general, considerándolo necesario para el normal desarrollo de las estructuras de los cloroplastos y para la biosíntesis del pigmento clorofílico.

### **2.18 Deficiencia de Fe en el Suelo**

Cepeda (1993) y Trocme (1979), mencionan que la deficiencia de hierro (Fe) en el manzano se manifiesta en el amarillamiento general de las hojas, que recibe el nombre de clorosis férrica, este síntoma empieza siempre por las partes más jóvenes y se extiende posteriormente a todo el árbol en sentido descendente; únicamente en las nervaduras de las hojas permanecen verdes.

Cepeda (1993) y Trocme (1979), existen casos en que se manifiesta esta carencia, incluso en terrenos bien provistos de Fe, pero en los cuales este elemento se encuentra en forma insoluble y no puede ser absorbido por las raíces; esto ocurre en suelos alcalinos o calizos. Este síntoma aparece ya entrada la primavera, en el

mes de mayo.

El mismo autor recomienda que para corregir la clorosis férrica, aplicar los compuestos orgánicos con complejos de hierro, denominados quelatos, por ser los más eficientes.

Elmer. (1982), menciona que el exceso de manganeso en el suelo, también contribuyen a la deficiencia de hierro.

Juscáfresa (1978), menciona que una deficiencia en el suelo puede ser causada por la deficiencia real del mismo o por estar en forma inasimilable. El exceso de Ca y Mg en el suelo bloquea al Fe y a pesar de estar en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos del árbol, es difícil su asimilación.

### **2.19 Deficiencia de Fe en la Planta**

Álvarez (1988), señala que un exceso de cal impide que las raíces del manzano puedan absorber hierro. Para corregir estos problemas basta con bajar el pH, movilizándose así el Fe en forma asimilable.

Fuentes Y.J.L. (1983), dice que los síntomas más claros de la carencia del hierro se producen en las hojas, que pierden su color verde (Clorosis férrica). En una primera fase amarillean las hojas entre los nervios, aunque éstos conservan su color verde; en casos más graves, los nervios también se vuelven amarillos, y en los casos más extremos las hojas aparecen casi blancas. La viña y los frutales son los cultivos donde se da con mayor frecuencia la clorosis férrica. El hierro se mueve muy poco dentro de la planta, por cuyo motivo, los síntomas de carencia aparecen, en primer lugar, en las hojas nuevas.

Así las deficiencias de hierro ocurren en las plantas a menos que: Ocurra una reducción de hierro en los suelos y un aumento en la solubilidad de éste; los quelatos adicionados facilitan grandemente el transporte de hierro que es absorbido por las



raíces el  $Fe^{+2}$  es la especie de hierro en la solución del suelo más disponible para las plantas. Además es también importante que la inhibición del  $Fe^{+3}$  es provocada por algunos iones como los hidroxilos, ortofosfatos, pirofosfatos, níquel cobre, manganeso y zinc.

## **2.20 Quelatos**

Quelato o quelatado es un vocablo que se deriva del griego y significa “garra”. Como indica esta palabra los quelatos tienen una tendencia marcada a retener fuertemente ciertos cationes (Guzmán, 1970).

baeyens et al., (1970), menciona que son compuestos metalo-orgánicos de estructura cíclica formado por átomos suministradores de electrones, con un metal central receptor de estos electrones. Tisdale y Nelson (1970), reportan que a excepción del sulfato ferroso, quizás los compuestos del fierro más utilizados sean los quelatos, los cuales contienen entre el 6 y 12 % de fierro. Sin embargo la duración de su efecto es corta sobre todo en suelos alcalinos.

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Localización del Sitio Experimental**

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de campo abierto durante el periodo comprendido de 10 febrero de 2016 al 20 de abril del mismo año en la Huerta de árboles de Manzano, ubicada en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, a una altura 1600 msnm, con coordenadas geográficas de 25° 12' 148" latitud Norte y 100° 45' 838" longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

#### **3.2 Material Vegetativo**

El experimento se realizó en un huerto que cuenta con sistema de riego por goteo, donde se utilizaron 24 árboles de manzano del cultivar: Agua Nueva 2 en porta injerto MM27 plantados en el año 2012.

#### **3.3 Descripción del Experimento**

El experimento consta de 8 tratamientos con 3 repeticiones en cada uno. Se seleccionaron 24 árboles de similar vigor y una edad de 4 años, se marcó una rama por árbol con similar longitud, posteriormente fueron fertilizados y contadas las flores y frutos por cada rama seleccionada.

### 3.4 Descripción de los Tratamientos

**Cuadro 2.-** Tratamientos aplicados para la Floración y Amarre de Fruto en Manzano.

Tratamientos	Producto	Dosis g/árbol	Repeticiones
1	Quelato de fierro	10	3
2	Quelato de fierro	15	3
3	Quelato de fierro	20	3
4	Quelato de fierro	25	3
5	Sulfato de amonio	10	3
6	Sulfato de amonio	15	3
7	Sulfato de amonio	20	3
8	Sulfato de amonio	25	3

- Los tratamientos fueron aplicados el día 10 de febrero antes del inicio de la Floración (11 de Marzo de 2016).

### 3.5 Variables a Evaluar

- Numero de Flores/rama
- Numero de Frutos/rama

## CAPITULO IV

### 4.1 Resultados y Discusión:

#### 4.1.1 Número de Flores por Efecto de Quelato de Fierro:

Una vez analizados los datos se observó que los dos mejores tratamientos, fueron el número cuatro a una dosis de 25 g/árbol con un promedio de 19 flores/rama, seguido del tratamiento número 2 a una dosis de 15 g/árbol con un promedio de 18 flores/rama. (Cuadro1).

#### 4.1.2 Número de Flores por Efecto de Sulfato de Amonio:

Una vez analizados los datos se observó que los dos mejores tratamientos respecto al Sulfato de Amonio, en cuanto a la floración, fueron el número 7 a una dosis de 20 g/árbol con un promedio de 17 flores/rama, seguido del tratamiento 8 a una dosis de 25 g/árbol con un promedio de 16 flores/rama. (Cuadro 1).

**Cuadro 3.-** Promedio de Número de flores/rama por Efecto de la Aplicación de los Fertilizantes: Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio en Manzano.

Tratamientos	Producto	Dosis g/árbol	Promedio Numero de Flores/ rama.
1	Quelato de fierro	10	11
2	Quelato de fierro	15	18
3	Quelato de fierro	20	15
4	Quelato de fierro	25	19
5	Sulfato de amonio	10	14
6	Sulfato de amonio	15	15
7	Sulfato de amonio	20	17
8	Sulfato de amonio	25	16

#### 4.1.3 Número de Frutos por Efecto de Quelato de Fierro:

Una vez analizados los datos se observó que los dos mejores tratamientos respecto al Quelato de Fierro, en cuanto a la fructificación, fueron el número 4 a una dosis de 25 g/árbol con un promedio de 2 frutos, seguido del tratamiento número 3 a una dosis de 20 g/árbol con un promedio de 1 fruto. (Cuadro 3).

#### 4.1.4 Número de Frutos por Efecto de Sulfato de Amonio:

Una vez analizados los datos se observó que los dos mejores tratamientos respecto al Sulfato de Amonio, en cuanto a la fructificación, fueron el número 8 a una dosis de 25 g/árbol con un promedio de 1 fruto, de igual manera el tratamiento siete, a una dosis de 20 g/árbol con un promedio de 1 fruto.(Cuadro 3).

**Cuadro 4.-** Promedio de Número de frutos/rama por Efecto de la Aplicación de los Fertilizantes: Quelato de Fierro y Sulfato de Amonio en Manzano.

Tratamientos	Producto	Dosis g/árbol	Promedio Numero de Frutos
1	Quelato de fierro	10	0
2	Quelato de fierro	15	0
3	Quelato de fierro	20	1
4	Quelato de fierro	25	2
5	Sulfato de amonio	10	0
6	Sulfato de amonio	15	0
7	Sulfato de amonio	20	1
8	Sulfato de amonio	25	1

## 4.2 Discusión:

El porcentaje de amarre que se presenta en manzano es muy bajo, éste se da entre el 1-12 % según la variedad. Se debe a que tiene un problema de dicogamia con una leve tendencia a la protoginia, lo que significa que sus órganos femeninos maduran entre 1-3 días más rápido que su órgano masculino.

Por lo tanto, en este cultivo se requiere utilizar un árbol que actué como polinizador, además se necesita de un agente que pueda transportar los granos de polen de las anteras del polinizador a la variedad comercial.

De tal forma que se recomienda el establecimiento de colmenas. Éstas requieren una temperatura de 26-27 °C para una mejor polinización.

Por otra parte, el periodo efectivo de polinización (PEP): corresponde a la longevidad del ovulo, descontando el tiempo de crecimiento del tubo polínico desde la polinización a la fecundación, para esto el factor más importante es la temperatura ya que a una temperatura de 15 °C el tubo polínico tarda 2 días en crecer, mientras que a 5 °C el tubo polínico tarda 12 días. Apertura Floral 1-6 días.

Por lo anterior en el presente trabajo se observó un porcentaje de amarre de frutos de un 4.7 % por efecto de los Quelatos mientras que para el Sulfato de amonio fue de 3.2 %, por lo que coincide con lo reportado por (Westwood, 1993) donde menciona que en el manzano se ha reportado que la caída natural puede ser de hasta un 95 % o más de sus flores frutos jóvenes.

Por otro lado, se observa un bajo porcentaje de amarre de fruto comparado con lo reportado por (Mata, 2002). Donde menciona que estudios realizados en la región manzanera de Arteaga, reportan que se requiere 3.5 flores para cosechar un fruto de óptima calidad, siempre y cuando se cuente con la presencia de colmenas fuertes de abejas durante la floración del manzano.

## **CAPITULO V**

### **5.1 Conclusión**

- De acuerdo a lo observado en el presente trabajo, el porcentaje de amarre de fruto fue mejor al aplicar Quelato de Fierro, superando al Sulfato de Amonio por un 1.5 %.
- Las abejas polinizadoras son esenciales para un efectivo amarre de fruto en árboles de manzano.
- Para una mejor polinización en árboles de Manzano, se necesita de un árbol polinizador dentro del huerto, que asegure la visita de abejas para transportar el polen a la variedad que se desea.

## 5.2 Bibliografía

- Alvarez, R.S.1988. El Manzano. 5a Edición . Editorial Aedos,S.A. Barcelona, España.
- Tamaro D, Dr. 1968. Tratado de Fruticultura. 4a Edición. Editorial Gili S.A. Barcelona España.
- Tamaro, D, Dr. 1974. Tratado de Fruticultura. G. Gili.S.A. Barcelona España.
- Agustín, R, A. 1995. La fertilización al suelo y la concentración foliar de los microelementos (Zn, Fe, Mn, y Cu) en la papa (*Solanum Tuberosum* L.). Tesis de Licenciatura, Suelos. U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.
- Calderon, A,E. 1983. La Poda de los Arboles. 3a Edición. Limusa. México.
- Cepeda ,D , J, M. 1983. Química de Suelos. UAAAN, Buenavista, Saltillo,Coahuila, México.
- Cepeda, C.A. 1981. Efecto de la Fecha de Recolección de Manzana (*Malus Silvestris* Hill) Sobre la Maduración en refrigeración. Tesis Licenciatura. Horticultura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Mata, B. A. 2002. Las visitas de abejas por flor: su efecto en la producción del manzano Golden Delicious. Tesis licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 56 p.
- Cepeda, S. N. Y F. D. Hernández, 1983. Revisión Bibliográfica de Enfermedades Asociados Al Cultivo del Manzano (*Pyrus Malas* L)., Boletín N.8, U.A.A.A.N, Buenmavista, Saltillo, Coahuila.México.
- Edmon, J.B. 1976. Principios de la Horticultura. 3a Edición, Traducida por Federico G. Editorial. C.E.C.S.A. México. D.F.



Juscafresa. B. 1978. Árboles Frutales. 6a Edición. Editorial Aedos. S.A. Barcelona España.

Loué, Andre. 1988. Los Microelementos en la Agricultura. Edición. México D.F. P.62.

Tamaro D, Dr. 1968. Tratado de Fruticultura. 4a Edición. Editorial Gili S.A. Barcelona España.

Tamaro, D, Dr. 1974. Tratado de Fruticultura. G. Gili.S.A. Barcelona España.

Tamhane, R, V. 1983. Suelos: Su Química Y Fertilidad En Zonas

Tropicales. Editorial Diana. Mexico.D.F.

Telles, O. 1945. El Manzano Y El Peral, Balome. Truco Editor. México.

Tisdale, L.S. Y Nelson, L.W. 1991. Fertilidad de los Suelos Y Fertilizantes. 1a Edición

Trocme Y Grass, Raymon. 1979. Suelos Fertilizantes En Fruticultura. 2a Edición Editorial Mindi-Prensa. Madrid España.

Calderón, A. E. 1985. Fruticultura General. Tercera edición. Editorial Limusa. México.

Calderón, A. E. 1987. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. Editorial Limusa, México. p. 763.

Calderón, A. E. 1990. Manual del Fruticultor Moderno. Vol. 2. Ediciones Ciencia y Técnica. SA pp 211-282.